

SHO 2018

International Symposium on
Occupational Safety
and Hygiene Guimarães
Portugal

TECHNICAL RECORD

Title

International Symposium on Occupational Safety and Hygiene: Proceedings Book of the SHO2018

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

Norprint Artes Gráficas

Date

March 2018

Cover Design and Pagination

Manuela Fernandes

ISBN

978-989-98203-8-8

Legal Deposit

370216/14

Edition

300 copies

FICHA TÉCNICA

Título

International Symposium on Occupational Safety and Hygiene: Proceedings Book of the SHO2018

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

Norprint Artes Gráficas

Data

Março de 2018

Design da capa e edição

Manuela Fernandes

ISBN

978-989-98203-8-8

Depósito Legal

370216/14

Tiragem

300 exemplares

This edition is published by the Portuguese Society of Occupational Safety and Hygiene - SPOSHO, 2018.

Portuguese National Library Cataloguing in Publication Data

International Symposium on Occupational Safety and Hygiene: Proceedings Book of the SHO2018
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 978-989-98203-8-8

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, 220 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>

© 2018 by SPOSHO

ISBN 978-989-98203-8-8

Organising Committee

Chairman

A. Sérgio Miguel University of Minho, FEUP & ISCIA

Secretary

Pedro Arezes University of Minho

Members

Gonçalo Perestrelo SPOSHO

J. Santos Baptista FEUP

Mónica Barroso University of Minho

Nélson Costa University of Minho

Patrício Cordeiro University of Minho

Paula Carneiro University of Minho

Rui Melo University of Lisbon

International Scientific Committee

A. Sérgio Miguel – University of Minho, FEUP & ISCIA, Portugal

Alberto Villarroya López – Servizo Galego de Saúde, Spain

Alfredo Soeiro – Universidade Porto, Faculty of Engineering (FEUP), Portugal

Álvaro Cunha – University of Porto, Faculty of Engineering (FEUP), Portugal

Ana C. Meira Castro – ISEP-School of Engineering, Polytechnic of Porto; CERENA, Portugal

Ana Ferreira – Coimbra Health School, Department of Environmental Health, Portugal

Anabela Simões – Universidade Lusófona – Departamento de Aeronáutica e Transportes, Portugal

Angela C. Macedo – Higher Institute of Maia (ISMAI), Portugal

Angélica de Souza Galdino Acioly – Federal University of Paraíba (FPB), Brazil

Anil Kumar – San Jose State University, USA

Anna Sophia Piacenza Moraes – University of Minho, Portugal

Antonio López Arquillos – University of Málaga, Spain

António Oliveira e Sousa – University of Algarve, Institute of Engineering (ISE), Portugal

Beata Mrugalska – Poznan University of Technology, Faculty of Engineering Management, Poland

Béda Barkokébas Junior – University of Pernambuco, Brazil

Bianca Vasconcelos – University of Pernambuco – UPE, Brazil

Camilo Valverde – Católica Porto Business School – Univ. Católica Portuguesa, Portugal

Carla Barros – Fernando Pessoa University, Portugal

Carla Viegas – GIAS, ESTeSL, Instituto Politécnico de Lisboa, Portugal

Catarina Silva – Faculty of Human Kinetics, University of Lisbon, Portugal

Celeste Jacinto – UNIDEMI, Universidade Nova de Lisboa, Portugal

Celina P. Leão – School of Engineering of University of Minho, Portugal

Cezar Benoliel – ALAEST / Latin American Association of Safety Engineering, Brazil

Cristina Madureira dos Reis – University of Trás-os-Montes and Alto Douro, Portugal

Delfina Gabriela Garrido Ramos – Polytechnic Institute of Cávado and Ave, Technology School, Portugal

Denis A. Coelho – C-MAST, DEM – Universidade da Beira Interior, Portugal

Divo Quintela – Faculty of Sciences and Technology, University of Coimbra, Portugal

Duarte Nuno Vieira – Faculty of Medicine, University of Coimbra, Portugal

Eliane Maria Gorga Lago – University of Pernambuco, Brazil

Ema Sacadura Leite – CHLN Occupational Department, New University of Lisbon, Portugal

Emília Duarte – IADE, Universidade Europeia, UNIDCOM, Portugal

Emilia R. Kohlman Rabbani – University of Pernambuco, Brazil

Enda Fallon -Industrial Engineering, National University of Ireland, Galway, Ireland

Evaldo Valladão – Brazilian Academy of Work Safety Engineering, Brazil

Fernanda Rodrigues – Civil Engineering Department, University of Aveiro, Portugal

Fernando Gonçalves Amaral – Federal University of Rio Grande do Sul (UFRGS), Brazil

Filipa Carvalho – Laboratório de Ergonomia, CIAUD, Universidade de Lisboa, Portugal

Filomena Carnide – Faculty of Human Kinetics, University of Lisbon, Portugal

Florentino Serranheira – National School of Public Health, Universidade Nova de Lisboa, Portugal

Francisco dos Santos Rebelo – Universidade de Lisboa, FMH, Laboratório de Ergonomia, Portugal

Francisco Fraga López – Professor of Applied Physics, Spain

Francisco Masculo – Paraíba Federal University, Brazil

Francisco Silva – Technological Centre for Ceramics and Glass (CTCV), Portugal

Guilherme Teodoro Buest – ABENC – Brazilian Association of Civil Engineers, Brazil

Hélio Cavalcanti Albuquerque Neto – Federal University of Piauí, Brazil

Hernâni Veloso Neto – RICOT, Institute of Sociology, University of Porto, Portugal

Ignacio Castellucci – Escuela de Kinesiología, Universidad de Valparaíso, Chile

Ignacio Pavón – TSI Industriales, Universidad Politécnica de Madrid, Spain

Isabel L. Nunes – Faculty of Science and Technology of NOVA University of Lisbon, Portugal

Isabel Loureiro – School of Engineering of the University of Minho, Portugal

Isabel S. Silva – School of Psychology, University of Minho, Portugal

J. Santos Baptista – Faculty of Engineering, University of Porto, Portugal

Jack Dennerlein – Harvard University / Northeastern University, USA

Jesús A. Carrillo-Castrillo – Universidad de Sevilla, Spain

Joana Cristina Cardoso Guedes – University of Porto, Faculty of Engineering (FEUP), Portugal

Joana Santos – School of Health, Polytechnic Institute of Porto, Portugal

João Areosa – CICS.NOVA; ISLA_Leiria; IPS, Portugal

João Ventura – IN+ (Inov., Tecnologia e Políticas de Desenvolvimento), IST, Portugal

Jorge Gaspar – ISEC Lisboa – Higher Institute of Education and Sciences, Portugal

Jorge Patricio – National Laboratory for Civil Engineering, Portugal

José Castela Torres da Costa – Faculty of Medicine, University of Porto, Portugal

José Cardoso Teixeira – University of Minho, Portugal

José Carvalhais – Faculty of Human Kinetics, University of Lisbon, Portugal

José Keating – School of Psychology – University of Minho, Portugal

José L. Meliá – University of Valencia, Spain

José Miquel Cabeças – Faculty of Science and Technology, New University of Lisbon, Portugal

José Pedro Teixeira Domingues – University of Minho, Portugal

Joseph Coughlin – Massachusetts Institute of Technology – AgeLab, USA

Juan Carlos Rubio-Romero – University of Málaga, Spain

Laura Martins – Universidade Federal de Pernambuco, Brazil

Liliana Cunha – University of Porto, Portugal

Luis Antonio dos Santos Franz – Federal University of Pelotas, Brazil

Luiz Silva – Federal University of Paraíba, CESET-LAT, Brazil

M^a D. Martínez-Aires – Department of Building Construction, University of Granada, Spain

Mahmut Eksioğlu – Bogazici University, Turkey

Mahrus K. Umami – University of Trunojoyo Madura – UTM, Indonesia

Manuela Vieira da Silva – School of Health of Polytechnic Porto, Portugal

Marcelo M. Soares – Federal University of Pernambuco, Brazil

Marcelo Pereira da Silva – Federal University of Rio Grande do Sul, Brazil

Maria Antónia Gonçalves – School of Engineering, Polytechnic of Porto, Portugal

Maria José Marques Abreu – Department of Textile Engineering, University of Minho, Portugal

Maria Luísa Matos – FEUP, Portugal

Marino Menozzi – Human Factors Engineering, ETH Zurich, Switzerland

Mário A P Vaz – FEUP-INEGI, Portugal

Marta Santos – University of Porto, Portugal

Martin Lavallière – UQAC, Canada

Martina Kelly – National University of Ireland Galway, Ireland

Matilde Alexandra Rodrigues – Polytechnic Institute of Porto, School of Health, Portugal

Maurília de Almeida Bastos – IFSC, Federal Institute of Santa Catarina, Brazil

Miguel Corticeiro Neves – Portuguese Air Force and Coimbra Health School, Portugal

Miguel Tato Diogo – University of Porto, Faculty of Engineering (FEUP), Portugal

Mohammad Shahriari – Professor at Konya Necmettin Erbakan University, Konya, Turkey

Monica Frias Costa Paz Barroso – Universidade Minho/SPOSHO, Portugal

Nélson Costa – University of Minho, Portugal

Nelson Rodrigues – University of Minho, Portugal

Olga Mayan – University Institute of Maia, Portugal

Paul Swuste – Safet Science and Security Group TUDelft, The Netherlands

Paula Carneiro – University of Minho, Portugal

Paulo A. A. Oliveira – School of Technology and Management – Polytechnic of Porto, Portugal

Paulo Flores – University of Minho, Department of Mechanical Engineering, Portugal

Paulo Noriega – Universidade Lisboa, Portugal

Paulo Sampaio – University of Minho, Portugal

Paulo Victor R. de Carvalho – Nuclear Engineering Institute, Portugal

Pedro Arezes – University of Minho, Portugal

Pedro Mondelo – UPC, Spain

Pedro NP Ferreira – IST-CENTEC (Centre for Marine Technology and Ocean Engineering), Portugal

Pere Sanz Gallen – University of Barcelona, Faculty of Medicine of Barcelona, Spain

Ravindra S Goonetilleke – Hong Kong Univ. of Science and Technology, China

Rui Azevedo – University Institute of Maia, Portugal

Rui B. Melo – Laboratório de Ergonomia, CIAUD, Universidade de Lisboa, Portugal

Rui Garganta – Porto University. Faculty of Sport Sciences, Portugal

Salman Nazir – University College of SouthEast, Norway

Sara Bragança – Southampton Solent University, Reino Unido

Sérgio Sousa – University of Minho, Portugal

Sílvia Agostinho da Silva – ISCTE-IUL, IBS, BRU-IUL, Portugal

Susana Costa – University of Minho, Portugal

Susana Patrícia Bastos de Sousa – INEGI, Portugal

Susana Viegas – GIAS – Lisbon School of Health Technology, IPL, Portugal

Szabó Gyula – Óbuda University, Budapest, Hungary

Tânia Miranda Lima – University of Beira Interior, Portugal

Teerayut Sa-ngiamsak – Burapha University, Industrial Hygiene and Safety Department, Thailand

Teresa Patrone Cotrim – Laboratório de Ergonomia, CIAUD, Universidade de Lisboa, Portugal

Tomi Zlatar – University of Pernambuco – UPE, Brazil

Waldemar Karwowski – University of Central Florida, USA

Walter Franklin Marques Correia – Federal University of Pernambuco | CAC | Design Depto, Brazil

INDEX OF AUTHORS

A	
Abensur, D. G.	196
Abreu, C. C.	13
Abreu, M.	153
Aguilar-Aguilera, A. J.	132
Alves, A.	78
Alves, M.	81
Arezes, P.	1
Assunção, R.	26
Augusto, L.	52
Avelino, A. D.	16
B	
Balazeiro, M.	150
Baptista, J. S.	168
Barboza, K. M.	23
Barkokébas Jr., B.	153
Barros, L. M.	65
Bastos, Rosária	4
Bastos, P.	120
Bifano, A. C. S.	4
Bohalteanu, C.	123
Bolina, F. L.	43
Borchiellini, R.	90
Botelho, C.	171
Brandão, A.	23
C	
Caetano, L. A.	61
Calvo-Cerrada, B.	46
Campos, J. R.	150
Cardoso, A.	87
Carneiro, P.	58, 78, 87, 111
Carolino, E.	26
Carvalho, F. P.	7
Carvalho, M. F.	184
Cavadas, M. I.	150
Cerdeira, M.	144
Chichorro, M.	147
Cillis, E.	90
Colim, A.	58, 87, 111
Collins, B.	34
Correia, A.	150
Costa, J.	181, 187, 193
Costa, L.	199
Costa, N.	78, 150
Cubero-Atienza, A. J.	162, 165
D	
Dalto, J. L.	19
DeLaHoz-Torres, L.	132
Devincentis, C. H. B.	10
Dinis, B.	175
Dinis, M. L.	117
Dixon, J.	34
E	
Esteves, V. P. P.	96, 102, 105
F	
Fargione, P.	90
Faria, J.	87
Faustino, B. C. R.	96, 102, 105
Fernandes, H. C.	4

Ferraz Martins, E.	108
Ferreira, M.	120
G	
Giglio, T. G. F.	19
Girão, M.	184
Gomes, Maria	23
Gomes, N.	23
Gomes, S.	93
Gomes-Pereira, S.	141
Gonçalves, G.	28
Gonzalez-Redondo, M.	162
Guedes, J. C.	168
Guedes, P. M.	171
H	
Heranz, F.	128
K	
Kovacs, F.	128
L	
Laranjeira, P.	114
Lopes, M.	114, 175, 181
López-Arquillos, A.	138, 159
López-Guillén, A.	46
Lordsleem Jr., A.	153
Loreto, M. D. S.	4
Loureiro, I.	199
M	
Maida, L.	90
Malta, M.	7
Mateus, C.	81
Marti-Amengual, G.	46
Martínez-Aires, M. D.	132
Martínez-Rojas, M.	138, 159
Martins, Edgard	49, 52, 55, 72, 156
Martins, I.	49, 52, 55, 72, 156
Martins, S.	111
Matos, A. C.	147
Matos, M. L.	99
Matsuzaki, I. C. S.	196
Melo, E.	28
Morais, J.	23
Moreira, H.	178
Morgado, C. R. V.	96, 105
Mota, L.	178
N	
Nebbia, R.	90
Neto, F.	141
Neto, H. V.	141
Neves, M. P.	184
Nobre, J.	78
Nóbrega, J. S. W.	96, 102, 105, 196
Nogueira-Bonaiuti, A.	196
Norenberg, F.	84
Norton, P.	171
Nunes, T. H. L.	102
O	
Oliveira, A.	111
Oliveira, A. D.	19

INDEX OF AUTHORS

Oliveira, J. M.	7
Oliveira, M.	171
Oliveira, P.	93, 175, 178, 181, 187, 193
Oliveira, R. S.	184
P	
Pardo-Ferreira, M. C.	138, 159
Patrucco, M.	90
Pedrosa, A. R.	205
Pedrosa, M.	75
Peinazo-Morales, M.	162
Pereira, F.	125
Pina, A.	81
Pinho, M. E.	1
Pinho, O.	144
Pinho, P.	171
Pinzi, S.	162
Pires, C.	40
Q	
Queirós, S.	1
R	
Raduns, C. D.	43, 84
Rebelo, M.	114, 125
Redel-Macías, M. D.	162, 165
Rocha, R.	184
Rodrigues, J.	150
Rodrigues, M. A.	81, 150
Rodríguez-Cantalejo, R. D.	165
Rubio-Romero, J. C.	138, 159
Ruiz, D. P.	132
S	
Sacadura-Leite, E.	128
Salazar, A.	75
Salguero-Caparros, F.	138, 159
Sampaio, C.	114
Santos, J.	184, 190
Santos-Romero, L.	162
Sanz-Gallen, P.	46

Serranheira, F.	128
Sillem, S.	68
Silva, Ana	117
Silva, Andreia	168
Silva, F.	65
Silva, J.	99
Silva, L. B.	16
Silva, J. V.	102
Silva, Marta	37
Silva, Marisa	175
Silva, R.	125
Smibert, D.	34
Sousa, A.	28
Sousa, C.	28
Sousa, M.	58
Sousa, S. P. B.	202
Sousa-Uva, A.	128
Sousa-Uva, M.	128
Souza, E. L.	16
Stoffel, S.	31
Swuste, P.	68
T	
Talaia, M.	37
Tavares, I.	37
Teixeira, D.	181, 187, 193
Teixeira, F.	135
Teixeira, L.	37
Teixeira, M.	175
Trivelato, G. C.	10, 13
V	
Vázquez-Serrano, F.	165
Veiga, Rui	31, 40
Viegas, C.	26, 61
Viegas, S.	26, 65
Z	
Zegre, M.	61
Zanin, R. F. B.	19

Evaluation of the ergonomic risk at workers of self-sell stations in one dairy company	1
Analysis of agricultural working conditions of PNAE beneficiaries under ergonomics	4
Tratamento de resíduos urbanos e riscos de exposição a substâncias radioactivas	7
Hazard communication for industrial substances produced in large scale in Brazil	10
Occupational health risk assessment in the use of methanol in car painting Occupational health risks when methanol is the main ingredient in solvents used in car painting shops	13
A influência do metabolismo no cálculo do PMV da norma ISO 7730 (2005)	16
Analysis of thermal conditions: Case study in a Brazilian Geotechnical laboratory	19
Evaluation of work in sugarcane harvesting and company actions to mitigate degrading conditions: A study of a case	23
Exposure to particles in veterinary clinical practice – Exploratory study	26
Physical safety climate and burnout: Effects on nurses' physical safety behaviors	28
Workers in the most vulnerable situations: Working conditions surveillance model	31
Safety Culture in Canada's Construction Industry: Development and Validation of a Construction Safety Culture Assessment	34
Evaluation of (dis)comfort in an industrial section of frozen fish - a case study	37
Emergency evacuation of people with disabilities	40
Electrical installations and Brazilian legislation on fire safety	43
Work-related disabilities due to occupational diseases in Spain	46
Complacency and Automatism	49
Aircraft Crew: Fatigue, Body Rythm and Rest	52
Just Culture and the New Aviation	55
Risk factors in manual handling loads: Analysis of a packaging workplace	58
Azole-resistance screening in occupational exposure assessments to mycobiota	61
Toluene Exposure in a Chemical Industry Plant	65
(Post)academic courses on occupational and process safety, how to manage its quality and an example from Holland	68
Distributed Cognition, Cognitive Processes: A Critical Study of Piloting an Automated Aircraft	72
The importance and impact of health and safety conditions at work: the case of an organization in the metalworking sector	75
Reconfiguration of Sewing Cells to Improve Work Conditions and Productivity	78
Computer Vision Syndrome in office workers: a case study	81
Analysis of the application of Regulatory Norm number 35 in works with pantographic lifting platforms	84
Ergonomic study of a workstation with manual lifting tasks	87
The possible contribution of a well-tested Occupational Risk Assessment and Management technique to counter the recent unexpected rise in the work related accidents	90

The Importance of the Perception and -Mitigation in Flood Risk - A case study	93
Nonconformity assessment at a polycarbonate products factory in Brazil	96
Evaluation of Exposure to Respirable Crystalline Silica in the Manufacturing Industry: Bibliographic Review	99
Evaluation of whole body vibration in bus drivers of Rio de Janeiro in Brazil.	102
Hazard assessment matrix applied to the polycarbonate products factory in Brazil	105
Risk assessment instrument applied to the human reliability study in a nuclear power plant	108
Ergonomic Study in a Metalworking Industry – The Case of the Mooring Workplace	111
Characterization of the Thermal Environment in the Gold and Jewellery Industry and in the Food and Beverage Industry	114
The influence of geological conditions on radon concentration in the indoor air of thermal establishments	117
Construction Industry Accidents in Portugal – Period Between 2008 and 2015	120
Romanian empowerment procedure for OHS practitioners	123
Low-Cost Engineering Measures on prevention of road accidents. Case study – Roads of the District of Braga, Portugal	125
Low-Back Pain (LBP) and Work: how important are the physical demands?	128
Dual exposure to vibrations: a case study in olive harvesting campaign	132
The sound pressure in indoor swimming pools. A problem in sport area	135
Qualitative analysis of reports on occupational accidents related to the construction of concrete structures	138
Avaliação de riscos biológicos e implementação do plano de ação em laboratórios BSL3	141
Food Choices that Protect and Promote Sleep: Summary of Integrative Review of Literature	144
The use of numerical calculation using Handbook NFPA 2008 in a specific case study	147
Occupational accidents in the retail sector: a case study in convenience supermarkets	150
Identification and analysis of risks in the safety of work in the aluminium system formwork	153
Physiological Requirements at the Aircraft Pilot Workstation	156
A Preliminary Quantitative Analysis on user' perception of the use of Social networks in Emergency situations	159
Exposure to mechanical vibration in education	162
Evaluation of sound perception in refrigeration	165
Applying the Risk Assessment Integrated Methodology to Construction	168
O papel da Medicina do Trabalho no diagnóstico e prevenção de patologia cardiovascular: a propósito de um caso clínico	171
The influence of the polar compounds versus food safety in the catering industry - Case study	175
Study of the applicability of self-protection measures envisioned in the fire safety regulation in buildings in a wastewater treatment plant - Practical case	178
Occupational Safety and Health Good Practices - Firefighter Activity	181

SUBMITTED PAPERS - by alphabetic order of the first author

Occupational Exposure to Fungi: A case study in the Cork Industry	184
Geographic information systems of support to the operational decision in the prevention and combat to forest fires	187
Exposure to Biological Agents: A case study in Portuguese Buses	190
Susceptibility of forest fires: Decision support systems in the forest fire to the prevention and control - Case study	193
Legislative Updates about the Environmental Licensing of Small Hydropower Plants in Brazil	196
Do not take for granted: use a Checklist to conduct systematic observation	199
Health and Safety Issues in the development of (nano) carbon-based materials and composites: the case of novel multifunctional carbon fibre reinforced polymer composites	202
Can professional footwear help mitigate the fatigue of logistics professionals?	205

FOREWORD

The Portuguese Society of Occupational Safety and Hygiene (SPOSHO) organises on 26^h and 27th March 2018, the 14th edition of the International Symposium on Occupational Safety and Hygiene - SHO 2018. Similarly to the past twelve years, the event is being held in the main Auditorium of the School of Engineering at University of Minho in Guimarães.

The 2018 edition covers the issues of Ergonomics and Physical Environment, Chemical and Biological Risk, Fire Safety and Prevention Management, which occur in plenary sessions, as well as in parallel sessions of submitted works in 26 subjects covered by the event and several sessions of posters.

Throughout this submission process 190 papers were submitted, corresponding to an equal number of published papers, either scientific or technical, which were reviewed by the Scientific Committee (SC) of the Symposium, consisting of more than 100 specialists in the various scientific fields covered by the event.

Submitted papers correspond to a total of more than 130 authors from 23 countries. The technical papers accepted by the SC are now published in the symposium's proceedings book.

Apart from that, this event provides the authors the possibility of publishing their works in an international relevant journal, namely in the International Journal of Occupational and Environmental Safety, edited by SPOSHO, aiming at giving more visibility to their papers. The authors were invited to submit their scientific papers in English, with the aim of publishing them in a book to be edited by an international editor of high prestige.

We appreciate the participation of 7 experts, who kindly acceded to our invitation to present keynote conferences.

We appreciate the institutional support of the School of Engineering of the University of Minho, the School of Engineering of the University of Porto, the Faculty of Human Kinetics of the University of Lisbon, of the Polytechnic University of Catalonia and of the Technical University of Delft, as well as the scientific sponsorship of international institutions, namely the European Network of Safety and Health Professional Organisations (ENSHPO), the International Social Security Association (ISSA / AISS), the Latin American Association of Work Safety Engineering (ALAEEST), the Brazilian Society of Safety Engineering (SOBES) and its subsidiary of the State of Rio de Janeiro (SOBES-RIO), the Brazilian

Academy of Safety Engineering (ABEST), the Spanish Ergonomics Association (AEE), the Spanish Association of Occupational Safety and Health Experts (AEPSAL), the Galician Society of Occupational Risk Prevention (SGPRL), the Brazilian Association of Civil Engineers (ABENC), the Brazilian Association of Ergonomics (ABERGO), the Brazilian Association of Occupational Hygiene (ABHO), the Brazilian Association of Production Engineering (ABEPRO), and International Foundation ORP (FIORP). We also thank the national institutions, such as the Professional Association of Portuguese Engineers (OE), the Portuguese Association of Ergonomics (APERGO), the Portuguese Society of Occupational Medicine (SPMT), the Portuguese Society of Occupational Health (SPSO), the Portuguese Society of Acoustics (SPA), the Research Network on Working Conditions (RICOT), the Portuguese Society of Environmental Health (SPSA), the Portuguese Association of Safety Coordinators and Managers (APCGS) and the Higher Institute of Information and Management Sciences (ISCIA).

We also thank the official support of the Authority for Working Conditions (ACT), of the European Agency for Safety and Health at Work (OSHA-EU) and of the Municipality of Guimarães, as well as the valuable support of several Companies and Institutions, including the several media partners that contribute to the broad dissemination of this event.

Again, we believe that we will count with the participation of a big and active audience and wish that this event may continue to have an increasing relevance, both nationally and internationally, in the field of Occupational Safety and Hygiene.

Guimarães, March 26th, 2018

The Organising Committee

*Pedro M. Arezes
J. Santos Baptista
Mónica P. Barroso
Paula Carneiro
Patrício Cordeiro
Nelson Costa
Rui B. Melo
A. Sérgio Miguel
Gonçalo Perestrelo*

PREÂMBULO

A Sociedade Portuguesa de Segurança e Higiene Ocupacionais realiza, em 26 e 27 de Março de 2018, a 14ª edição do Colóquio Internacional de Segurança e Higiene Ocupacionais - SHO 2018. Tal como nos doze últimos anos, o evento tem lugar no Auditório Nobre da Escola de Engenharia da Universidade do Minho, em Guimarães.

A edição de 2018 abrange as temáticas da Ergonomia e do Ambiente Físico, dos Riscos Químicos e Biológicos, da Segurança contra Incêndio e da Gestão da Prevenção, que são objeto de sessões plenárias, decorrendo ainda várias sessões paralelas de comunicações livres nas 26 áreas temáticas previstas para o evento, bem como várias sessões com apresentação de *posters*.

Ao longo do processo de submissão, foram recebidos 190 trabalhos, correspondendo a um igual número de artigos publicados, quer no formato de artigo científico, quer de artigo técnico, os quais foram revistos pela Comissão Científica (CC) do colóquio, constituída por mais de 100 colegas especialistas nas diversas áreas científicas cobertas pelo evento.

Os artigos submetidos correspondem a um total de mais de 130 autores, provenientes de 23 países. Os artigos curtos revistos e aceites pela CC são agora publicados, integralmente, no actual livro de *Proceedings* do Colóquio.

Para além disso, o SHO 2018 faculta ainda a possibilidade de publicação em revista de relevância internacional, designadamente no *International Journal of Occupational and Environmental Safety*, editado pela SPOSHO, com o objectivo de dar mais visibilidade aos trabalhos apresentados. Os autores foram convidados a submeter os seus artigos científicos em inglês, com a fim de os publicarem num livro, a ser editado por uma editora internacional de elevado prestígio.

Agradecemos a participação de 7 especialistas que, amavelmente, acederam ao convite que lhes foi endereçado para apresentarem conferências plenárias.

Agradecemos o apoio institucional da Escola de Engenharia da Universidade do Minho, da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, da Faculdade de Motricidade Humana da Universidade de Lisboa, da Universidade Politécnica da Catalunha e da Universidade Técnica de Delft, bem como, o patrocínio científico de instituições internacionais, nomeadamente a European Network of Safety and Health Professional Organisations (ENSHPO), a Associação Internacional de Segurança Social (ISSA/AISS), a Associação Latino-Americana de Engenharia de Segurança do Trabalho (ALAEEST), a Sociedade Brasileira de Engenharia de Segurança (SOBES) e sua filial do Estado do Rio de Janeiro (SOBES-RIO), a Academia Brasileira de Engenharia de Segurança (ABEST), a Associação Espanhola de

Ergonomia (AEE), a Asociación de Especialistas de Prevención y Salud Laboral (AEPSAL), a Sociedad Galega de Prevención de Riesgos Laborales (SGPRL), a Associação Brasileira de Engenheiros Cívicos (ABENC), a Associação Brasileira de Higiene Ocupacional (ABHO), a Associação Brasileira de Ergonomia (ABERGO), a Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO) e Fundação Internacional ORP (FIORP). Agradecemos, de igual forma, o patrocínio científico de instituições nacionais, tais como a Ordem dos Engenheiros (OE), a Associação Portuguesa de Ergonomia (APERGO), a Sociedade Portuguesa de Medicina do Trabalho (SPMT), a Sociedade Portuguesa de Saúde Ocupacional (SPSO), a Sociedade Portuguesa de Acústica (SPA), a Sociedade Portuguesa de Saúde Ambiental (SPSA), a Rede de Investigação sobre Condições de Trabalho (RICOT), a Associação Portuguesa de Coordenadores e Gestores de Segurança (APCGS) e o Instituto Superior de Ciências da Informação e Administração (ISCIA).

Agradecemos ainda o apoio oficial da Autoridade para as Condições de Trabalho (ACT), da Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho (OSHA - EU), da Câmara Municipal de Guimarães, assim como o valioso apoio de diversas empresas e Instituições, incluindo os vários *media partners* do evento, que contribuem para a ampla divulgação deste encontro.

Mais uma vez, estamos convictos de uma grande participação de todos neste evento e desejamos que o mesmo assumam uma relevância crescente, no domínio da Segurança e Higiene Ocupacionais, não só a nível nacional, como a nível internacional.

Guimarães, 26 de Março de 2018

A Comissão Organizadora

*Pedro M. Arezes
J. Santos Baptista
Mónica P. Barroso
Paula Carneiro
Patrício Cordeiro
Nélson Costa
Rui B. Melo
A. Sérgio Miguel
Gonçalo Perestrelo*

SHO 2018

SUBMITTED
PAPERS

Avaliação do risco ergonómico nos trabalhadores de auto venda numa indústria de lacticínios

Evaluation of the ergonomic risk at workers of self-sell stations in one dairy company

Queirós, Samuel^a; Arezes, Pedro^b; Pinho, Maria Eugénia^c

^aFEUP – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

^b Universidade do Minho

^c Universidade do Porto

ABSTRACT

Short haul truck drivers are one of the professional classes with the highest incidence of Work-related Musculoskeletal Disorders (WMSD). This study aims to perform an ergonomic analysis of a workstation of short haul truck drivers engaged in the distribution of goods from a dairy industry. The two tasks perceived as the heaviest of all in their activity were selected to a deeper analysis (loads preparation and loads transportation). Quick Exposure Check (QEC), Key Indicator Method (KIM) and the metabolic rate by ISO 8996:2004 were the selected methods used for the risk assessment. The length of working time (LWT) and time of recovery (TOR) were estimated for the different preparation and transportation tasks, and for the overall task of preparation and transportation in order to draw some prevention measures. The work station analysis showed that workers often adopt incorrect postures in the Manual Handling of Loads (MHL), and a high work pace was observed. The QEC assessments showed a high risk in the spine, shoulder/arm and neck areas, as well as a high degree of stress in some workers. The KIM method revealed a greater physical demand in the loads preparation rather than in the loads transportation, while the analysis of the metabolic rate by ISO 8996: 2004 revealed that the transport task is the one with the highest metabolic rate. As stated in the NIOSH guidelines, for the overall task and considering the time spent on the tasks, all workers have a metabolic rate higher than the recommended value. In the light of the study research question "Is the work station designed to minimize the workers risk of WMSD?" an intervention is required to minimize risk factors.

KEYWORDS: Work-related musculoskeletal disorders (WMSD); short haul truck drivers; Key Indicator Method (KIM); Quick Exposure Check (QEC); ISO 8996:2004

1. INTRODUÇÃO

1.1 *As LMERT nos motoristas de transporte de mercadorias*

Os condutores de veículos de transporte, em especial os de distribuição de mercadorias, integram um grupo profissional exposto a diversos fatores de risco de desenvolvimento de lesões músculo-esqueléticas relacionadas com o trabalho (LMERT). Em 2014, foram o segundo grupo profissional mais afetado nos Estados Unidos da América, com cerca de 33% dos profissionais desta área a apresentarem incidência de LMERT em alguma parte do corpo (Combs & Heaton, 2016; Mozafari, Vahedian, Mohebi, & Najafi, 2015). As regiões atingidas são variadas, existindo referências apontando a zona lombar como a mais atingida, com 73% da população apresentando alguma queixa (Kim et al., 2016) e 36% a apresentar efetivamente sintomas de LMERT. Outras das zonas mais afetadas são o pescoço e os ombros (Combs & Heaton, 2016). Associada à condução e exposição a vibrações de corpo inteiro, a movimentação de cargas é uma das tarefas com mais impacto na saúde dos trabalhadores. Há autores que afirmam que 33% dos trabalhadores europeus transportam cargas pesadas (>25 kg) durante pelo menos um quarto do seu horário de trabalho e quase 50% das pessoas trabalha em posições que provocam cansaço ou dor (Buckle & Devereux, 2002; Davies, Kemp, Frostick, Dickinson, & McElwaine, 2003; Putz-Anderson et al., 1997). Têm sido reportadas

ocorrências de desconforto físico no decorrer das funções por parte dos trabalhadores de auto venda da empresa onde foi desenvolvido este trabalho. Deste acontecimento surgiu a questão de investigação “Está o posto de trabalho de auto venda dimensionado de forma a minimizar o risco de LMERT dos trabalhadores?”

1.2 *O posto de trabalho em análise*

A atividade do trabalhador pode ser descrita pela sucessão cíclica das seguintes tarefas: Condução da viatura de carga (entre clientes); Preparação da carga; Transporte da carga; Descarga e cobrança. A utilização de meios auxiliares de transporte de carga é recorrente, estando ao critério do trabalhador utiliza-lo quando possível.

São utilizados 3 tipos de viaturas, cujas características estão representadas na

Tabela 1, sendo que cada trabalhador conduz sempre a mesma viatura que lhe foi atribuída.

Tabela 1 – Caracterização das viaturas utilizadas

Caraterísticas das viaturas	Tipos de viaturas utilizadas		
	A (ex: Mitsubishi Canter)	B (ex: Mercedes Sprinter)	C (ex: Mitsubishi Fuso)
Dimensões interiores (cm)	Altura – 178 Largura – 75	Altura – 168 Largura – 70	Altura – 198 Largura – 85
Capacidade de carga útil	<1000 kg	<2000 kg	<3500 kg

Foi tomada a decisão por parte da direção da empresa de efetuar um acompanhamento próximo dos trabalhadores, de forma a identificar a origem destas queixas e quais as possíveis medidas a implementar de forma a reduzi-las.

As observações e acompanhamentos no terreno permitiram a recolha de diversos dados, reunidos na Tabela 2.

Tabela 2 - Dados recolhidos nos acompanhamentos

Trabalhador	Viatura	Carga entregue (kg)	Tempo manipulação cargas total (h:mm)
1	B	685	2:40
2	C	970	2:05
3	A	1320	3:50
4	A	1425	2:50
5	B	1073	3:10
6	C	1378	2:50
7	A	605	2:10
8	B	890	2:10

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais

Para efeito da recolha da informação necessária e o seu tratamento foram utilizados:

- Máquina fotográfica Sony Xperia XZ de 23.3 Mega Pixels;
- Fita métrica;
- Papel e caneta;
- Cronómetro;
- Software Microsoft Excel 2010;
- Pulsómetro Garmin Fenix 3.

2.2 Participantes

A avaliação do risco de LMERT envolveu 8 dos 16 trabalhadores que desempenham a função e que participaram voluntariamente no mesmo. Tem uma idade compreendida entre 34 e 44 anos, altura de 168 até 192 cm, e peso de 76 a 112 kg. Todos desempenham esta função há mais de 10 anos.

2.3 Métodos

Os métodos de análise de risco de LMERT, selecionados com base na observação prévia da atividade dos participantes do estudo. Foram selecionados os métodos, Key Indicator Method (KIM) (Klussmann et al.,

2017) e a determinação da taxa metabólica através da frequência cardíaca segundo a norma ISO 8996:2004 (ISO, 2004). O Tempo Ininterrupto de Trabalho (TIT) foi estimado com recurso às fórmulas de Murrell (Murrell, 1971).

3. RESULTADOS

O método de KIM foi aplicado para as tarefas de preparação e transporte de carga e os resultados obtidos constam da Tabela 3.

Tabela 3 - Resultados obtidos com o método de KIM

Trabalhador	Viatura	Nível de risco/tarefa		
		Preparação de carga	Transporte de carga	Transporte de carga c/ veículo auxiliar
1	B	Moderado	Moderado	Baixo
2	C	Moderado	Moderado	Baixo
3	A	Moderado	Moderado	Baixo
4	A	Moderado	Moderado	Baixo
5	B	Elevado	Moderado	Baixo
6	C	Moderado	Baixo	Baixo
7	A	Moderado	Moderado	Baixo
8	B	Elevado	Moderado	Baixo

Recorrendo aos dados do ritmo cardíaco médio, durante a realização das tarefas, foi possível calcular a taxa metabólica para a tarefa de manipulação de cargas, que é a combinação das tarefas de preparação e transporte (Tabela 4).

Tabela 4 - Taxa metabólica das diferentes tarefas

Trabalhador	Viatura	Taxa metabólica –Tarefa global (kcal/min)
1	B	7,1
2	C	4,8
3	A	6,5
4	A	6,4
5	B	5,5
6	C	5,0
7	A	7,4
8	B	7,0

Foram calculados os TIT para a tarefa de manipulação de cargas para todos os trabalhadores. Os resultados obtidos, juntamente com os tempos médios despendidos na tarefa global são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Cálculo dos TIT

Trabalhador	Viatura	Tempo médio gasto na tarefa global (min)	TIT - tarefa manipulação cargas (min)
1	B	11	12
2	C	13	*
3	A	21	16
4	A	19	17
5	B	14	51
6	C	14	*
7	A	12	10
8	B	8	12

* - Devido ao gasto metabólico da tarefa se situar abaixo do valor de 5,0 kcal/min, não se consegue calcular um TIT a partir desta fórmula

4. DISCUSSÃO

Segundo a avaliação efetuada pelo método de KIM às tarefas de preparação e transporte de cargas (Tabela 3), a tarefa que envolve potencialmente maior risco de desenvolvimento de LMERT é a preparação da carga. Cerca de 2/3 das observações (66%) aos veículos do tipo B revelaram um elevado risco de sobrecarga na preparação de carga. Na tarefa de transporte de carga, previsivelmente o transporte manual apresenta níveis de risco superiores ao transporte com o veículo auxiliar, sendo aconselhada a sensibilização junto dos trabalhadores para a maior utilização deste meio e a criação de regras para os clientes facilitarem a descarga em locais com condições de acesso facilitado a este meio auxiliar de transporte. A taxa metabólica calculada para a tarefa global excede o estabelecido pelo guia NIOSH para tarefas com uma duração de 2 a 8 horas, que é de 3,14 kcal/min (Waters, Putz-Anderson, Garg, & Fine, 1993). Atendendo ao TIT calculado e comparando este valor com o tempo médio gasto na tarefa global (Tabela 5), 38% dos trabalhadores excedem o TIT, o que suporta a afirmação de que os trabalhadores estão num ritmo de trabalho acelerado e próximo do limite onde podem passar a sentir fadiga. Segundo estes resultados, seria recomendável reduzir o volume de trabalho dos trabalhadores e implementar pausas entre clientes. Relativamente ao tipo de viaturas utilizadas (A, B e C), a altura interior disponível das caixas de carga (Tabela 1) é o principal fator limitante para os trabalhadores. Segundo os valores de um estudo antropométrico realizado na população portuguesa (Arezes, Barroso, Cordeiro, Costa, & Miguel, 2006), verifica-se que apenas 45% desta população poderia trabalhar nestas condições sem sentir qualquer restrição a nível do espaço vertical.

5. CONCLUSÕES

Após aplicação do método QEC, para a tarefa global, verificou-se que os riscos aos quais os trabalhadores estão sujeitos são variados, englobando fatores físicos, individuais e psicossociais. O resultado da aplicação do método de KIM permitiu identificar a tarefa de preparação da carga como a que mais risco de sobrecarga física apresenta para os

trabalhadores, sobretudo os que utilizam viaturas do tipo B, ao passo que a tarefa de transporte revelou ter um risco bastante inferior quando é utilizado o carrinho de mão de duas rodas. A taxa metabólica dos trabalhadores na realização das tarefas de preparação e transporte de carga excede o valor recomendado pelo guia NIOSH para tarefas com duração compreendida entre 2 e 8 horas. Para minimizar o risco de LMERT nestes trabalhadores, será necessário intervir a nível da organização para reduzir a carga de trabalho a que estão sujeitos, implementar um sistema de pausas nas tarefas cujo dispêndio energético excede as 5 Kcal/min e desta forma reduzir o risco de LMERT, e formar, informar e sensibilizar os trabalhadores para as posturas mais corretas a adotar no exercício da sua atividade profissional de modo a evitar as posturas extremas e desnecessárias, por vezes adotadas pelos trabalhadores.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer à direção ao MESHO pelo apoio na participação no SHO2018.

7. REFERÊNCIAS

- Arezes, P. M., Barroso, M. P., Cordeiro, P., Costa, L. G. d., & Miguel, A. S. (2006). Estudo antropométrico da população portuguesa. *Lisboa: ISHST*
- Buckle, P. W., & Devereux, J. J. (2002). The nature of work-related neck and upper limb musculoskeletal disorders. *Appl Ergon, 33*(3), 207-217.
- Combs, B., & Heaton, K. (2016). Shoulder Injuries in Commercial Truck Drivers: A Literature Review. *Orthop Nurs, 35*(6), 360-374.
- Davies, J. C., Kemp, G. J., Frostick, S. P., Dickinson, C. E., & McElwaine, J. (2003). Manual handling injuries and long term disability. *Safety Science, 41*(7), 611-625.
- ISO, I. O. f. S. (2004). Ergonomics of the thermal environment — determination of metabolic rate. In *ISO 8996:2004*. Switzerland.
- Kim, J. H., Zigman, M., Aulck, L. S., Ibbotson, J. A., Dennerlein, J. T., & Johnson, P. W. (2016). Whole Body Vibration Exposures and Health Status among Professional Truck Drivers: A Cross-sectional Analysis. *Annals of Occupational Hygiene, 60*(8), 936-948.
- Klussmann, A., Liebers, F., Gebhardt, H., Rieger, M. A., Latza, U., & Steinberg, U. (2017). Risk assessment of manual handling operations at work with the key indicator method (KIM-MHO)—determination of criterion validity regarding the prevalence of musculoskeletal symptoms and clinical conditions within a cross-sectional study. *BMC musculoskeletal disorders, 18*(1), 184.
- Mozafari, A., Vahedian, M., Mohebi, S., & Najafi, M. (2015). Work-related musculoskeletal disorders in truck drivers and official workers. *Acta Med Iran, 53*(7), 432-438.
- Murrell, K. F. (1971). Applied Ergonomics Handbook. Part 1: a first introduction. Chapter 14: work organisation. *Appl Ergon, 2*(2), 79-91.
- Putz-Anderson, V., Bernard, B. P., Burt, S. E., Cole, L. L., Fairfield-Estill, C., Fine, L. J., . . . Tanaka, S. (1997). *Musculoskeletal Disorders and Workplace Factors - A Critical Review of Epidemiologic Evidence for Work-Related Musculoskeletal Disorders of the Neck, Upper Extremity, and Low Back*. In Vol. Publication No. 97B141. U.S. Department of Health and Human Services.
- Waters, T. R., Putz-Anderson, V., Garg, A., & Fine, L. J. (1993). Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks. *Ergonomics, 36*(7), 749-776.

Análise das Condições de Trabalho Agrícola dos Beneficiários do PNAE sob ótica da Ergonomia

Analysis of agricultural working conditions of PNAE beneficiaries under ergonomics

Bastos, Rosária; Bifano, Amélia Carla; Loreto, Maria das Dores Saraiva; Fernandes, Haroldo

Universidade Federal de Viçosa, Brazil

ABSTRACT

The objective of this article is to identify the ergonomic risks related to pain / discomfort / pressure complaints in relation to the work process of PNAE beneficiary family farmers in the municipality of Coimbra, MG. For that, the qualitative research was used, whose methodology was based on the case study, questionnaire and observation. The results allowed to identify the physical, cognitive and psychological factors associated with the complaints of the rural worker with the various activities developed during the family farmer's workday, such as inadequate posture, repetitive movements, flexions of the farmer's lower and upper limbs, focused on productivity and meeting deadlines to meet the demands of the PNAE. It is concluded that there is a need to include actions of preventive measures against accidents and occupational diseases in the public policies directed to the rural environment, as the case of PNAE. In addition to developing technologies for small agriculture, with the application of ergonomic and technological knowledge available. These measures aim not only to increase safety at work but also the permanence, growth and learning of family farmers involved in agricultural activities.

KEYWORDS: ergonomics, family farming, health risks, Public Policy

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas tem havido uma discussão crescente sobre a importância do desenvolvimento da agricultura familiar para o País e para o mundo. A Organização das Nações Unidas (ONU) vem discutindo e alertando para essa importância, recomendando ações para o desenvolvimento sustentável da agricultura no futuro, principalmente no que diz respeito a produção de alimentos e à segurança alimentar. O que a ONU propõe com essas ações é que se produza alimentos suficientes para nutrir toda a população mundial. A Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) espera que, até 2050, o Brasil seja responsável por aproximadamente 40% do mercado mundial de alimentos (ONUBRA, 2017).

Nesse cenário, a partir de 2000, o Governo Federal passou a implementar políticas públicas que visavam integrar a produção da agricultura familiar ao consumo de alimentos. Dentre estas ações encontra-se o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), que, em 2009, passou a contemplar o Projeto de Aquisição de Gêneros Alimentícios da Agricultura Familiar (PAGAAF). O PNAE é uma das mais antigas políticas públicas brasileiras que funciona com a transferência de recursos financeiros do governo federal, via Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), aos estados, distrito federal e municípios, para a aquisição de gêneros alimentícios de qualidade, destinados aos alunos do Ensino Básico da rede pública.

Para o agricultor familiar, o PNAE abre mais um canal de comercialização para seus produtos, além de ser um elemento essencial para garantir a qualidade de vida das pessoas envolvidas. Dessa forma, o trabalho familiar na produção de alimentos torna-se importante força de trabalho, uma vez que, na agricultura familiar, os trabalhadores rurais realizam um conjunto de atividades

que demandam alto consumo de energia humana, principalmente nos processos de trabalho envolvidos na atividade de produção agrícola diversificada.

Um dos aspectos de maior risco ocupacional do trabalho agrícola refere-se às más posturas adotadas durante a jornada de trabalho. Além do esforço físico, o trabalhador rural está sujeito a tensão psicológica, acidentes de trabalho, ambientes desfavoráveis, como condições climáticas diversas (sol e chuvas), intoxicações por defensivos agrícolas (agrotóxicos), contato com animais e plantas que podem causar doenças físicas e psíquicas (BARTH et al., 2016; BASTOS; BIFANO, 2017).

Em recente pesquisa realizada com os agricultores familiares beneficiários do PNAE no município de Coimbra, estado de Minas Gerais (MG), Brasil, constataram-se diversas queixas quanto às condições laborais, principalmente para atender à demanda do programa. As queixas vão desde dores musculares/lombares, sobrecarga de trabalho, baixa produtividade até a pressão psicológica devido ao prazo para atender às demandas estabelecidas pelo programa, ocasionando, assim, estresse e insatisfação nos agricultores familiares, que necessitam trabalhar aos domingos e feriados (BASTOS, 2017). Essa situação vai ao encontro do trabalho de Iida (2013), que enfatiza que um ambiente de trabalho considerado desfavorável pode se tornar uma grande fonte de tensão/pressão para executar as tarefas diárias e, conseqüentemente, causar desconforto, baixa produtividade, custos elevados, risco de acidentes e danos à saúde.

A ergonomia, entre outros objetivos, busca adaptar o trabalho ao homem no ambiente de trabalho, além de uma interação entre o homem, a organização, a tecnologia e o mundo. Ou seja, cria situações de trabalho adequadas à

capacidade de quem executa, com respeito aos limites humanos (IIDA, 2013; BASTOS; BIFANO, 2017).

Diante do exposto, é relevante a aplicação da ergonomia no meio rural, principalmente no Brasil, que tem a agricultura como um setor importante para a economia do país, além de serem incipientes os estudos realizados com trabalhadores rurais brasileiros sob o ponto de vista ergonômico. Assim, este trabalho vem contribuir para a melhoria do conhecimento do tema e para a identificação, por meio de diagnóstico ergonômico preliminar, dos fatores de risco a que estão submetidos os agricultores familiares de produção diversificada, principalmente aqueles beneficiários de programas governamentais.

A lacuna de pesquisa quanto às questões relativas ao trabalho agrícola familiar sob a perspectiva da ergonomia motivou este trabalho, no qual objetivou-se analisar os riscos ergonômicos, as condições de trabalho e as queixas de dor/desconforto em relação ao processo de trabalho dos agricultores familiares beneficiários do PNAE, no município de Coimbra, MG, Brasil.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa consistiu de estudo de caso, com características qualitativas e exploratórias, para descrever a situação encontrada na operacionalização dos agricultores familiares em suas propriedades agrícolas, para atender ao mercado institucional do PNAE.

Participaram do estudo agricultores pertencentes ao Projeto de Aquisição de Gêneros Alimentícios da Agricultura Familiar no âmbito do PNAE, localizados na Zona Rural do município de Coimbra, MG, Brasil.

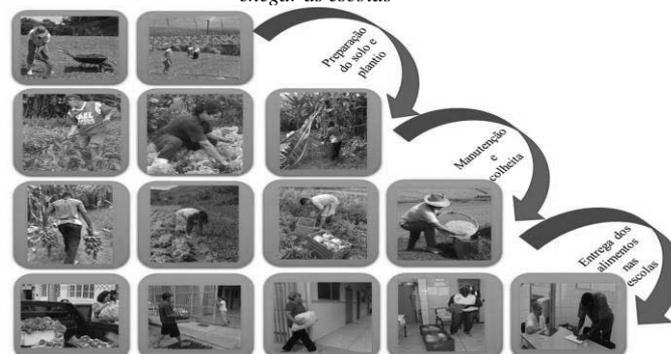
Para coleta de dados, utilizou-se de questionário e da observação direta. Os questionários foram aplicados a 157 agricultores familiares aptos a participarem do PAGAAF no referido município. As observações ocorreram *in loco*, em visitas às propriedades rurais e no acompanhamento de atividades cotidianas de cinco famílias beneficiárias do PAGAAF. Essas visitas foram registradas em um diário de campo, com fotografias, e mediante autorização prévia.

3. RESULTADOS

O perfil socioeconômico e as condições de produção dos agricultores familiares do município de Coimbra, MG, estão dentro dos padrões exigidos nos programas sociais ofertados pelo Governo, tais como: baixa renda, propriedade de tamanho pequeno e com produção diversificada, produção e gestão de cunho familiar e dependente de outras políticas sociais para se desenvolverem economicamente, como é o caso do PAGAAF. Além disso seguem características semelhantes a outros estudos realizados em diferentes regiões do Brasil.

A partir das observações a campo, foi obtido, como resultado da análise, o processo de atividades laborais dos agricultores familiares, que compreende desde o preparo do solo e plantio até a comercialização com as escolas, conforme Figura 01.

Figura 01 – Atividades do trabalho dos agricultores familiares até chegar às escolas



Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

As atividades desenvolvidas pelos agricultores familiares identificaram os principais aspectos considerados como fatores de risco à saúde dos beneficiários do PAGAAF em Coimbra, MG, sob o ponto de vista da ergonomia. Esses fatores envolvem a exposição ao esforço físico e psicológico, descritos, de forma resumida, nas seguintes etapas:

a) **Preparo do solo e plantio:** o preparo se dá na organização do solo em canteiros ou fileiras; com inserção de adubos e esterços; instalação do sistema de irrigação e plantio das mudas ou sementes dos produtos. Como principais fatores de risco, identificaram-se posturas inadequadas, sobrecarga física devido ao transporte de equipamentos, falta de Equipamentos de Proteção Individual (EPI's), condições climáticas adversas (chuva, frio e calor).

b) **Manutenção e colheita:** após a fixação e o crescimento das plantas, os agricultores executam a tarefa, muitas vezes, de forma manual, limpando e retirando matos, ervas daninhas e sujeiras das plantações. Os problemas detectados foram a má postura, movimentos repetitivos, esforço físico e equipamentos obsoletos.

c) **Entrega dos alimentos às escolas:** para atender às demandas das escolas, como quantidade, alimentos frescos e prazos, os agricultores levantam cedo ou organizam um dia antes os alimentos nas caixas e os entregam antes de iniciar as aulas. Como fatores de risco, verificaram-se a sobrecarga física ao transportar os alimentos, jornada de trabalho em excesso e extensa, incluindo domingos e feriados, além de pressão psicológica.

4. DISCUSSÃO

Os fatores apresentados referem-se aos **aspectos organizacionais** (tipo de produção, repetitividade, má postura, ritmos de trabalho, produtividade), **aspectos físicos** (temperatura, ruídos, organização do espaço e equipamento) e **aspectos psicológicos** (estresse, tensão, produtividade e relacionamento humano). Esses fatores também foram encontrados nos trabalhos de Alves e Guimarães (2012), Guimarães e Brisola (2013), Funes Abrahão et al. (2015), De Jesus Martins e Ferreira (2015) e Barth et al. (2016), que estudaram o trabalho desenvolvido no meio rural e os impactos ocasionados à saúde dos agricultores, sob o ponto de vista ergonômico.

É nas fases de plantio e de colheita que o trabalhador se expõe mais, pois o trabalho se intensifica, exigindo do corpo, que é seu principal instrumento de trabalho (BARTH et al., 2016). Essa situação revela que a atividade envolve alto grau de risco ergonômico para a estrutura corporal, pois exige grande esforço físico, condições rudimentares de trabalho e riscos físicos, como calor e tensão psicológica (ALVES; GUIMARÃES, 2012).

Um fato que chamou atenção foram as queixas relatadas pelos agricultores familiares no que se refere a longas jornadas de trabalho inclusive domingos e feriados e a tensão psicológica para atender a demanda do mercado governamental, no caso o PNAE. O PNAE mostrou indicativos de que está surtindo efeito em vários componentes da qualidade de vida dos agricultores, como geração de renda, moradia, trabalho e produção. Entretanto, evidenciou-se insatisfação no que se refere ao lazer, devido ao fato de trabalharem nos finais de semana e feriados para cumprir com as exigências do programa.

5. CONCLUSÃO

Os resultados apresentados permitiram constatar que o perfil do agricultor e as condições de produção possuem estreita relação com os acidentes e doenças ocupacionais e os fatores de risco associados com as atividades laborais realizadas, ressaltando-se: trabalho físico pesado; movimentos bruscos e repetitivos; flexões do corpo (más posturas); transporte de carga. Isso permitiu associar as queixas às diversas atividades realizadas durante a jornada de trabalho dos agricultores familiares beneficiários do PNAE.

A presença de queixas de dor ou desconforto no sistema musculoesquelético dos agricultores os coloca no grupo de risco para o acometimento de acidentes e doenças ocupacionais, semelhantes a outras atividades econômicas. Porém, o que mais chamou atenção nos resultados foi o fator psicológico relatado pelos beneficiários do programa, causado pela tensão ou pressão para o atendimento das demandas do PNAE. Esse fator foi discutido por Guimarães (2010), Ferreira (2015) e Alves e Guimarães (2012), que enfatizaram o bem-estar psicológico do trabalhador rural, destacando que, além dos riscos de acidentes ou adoecimentos físicos dos trabalhadores rurais, o trabalho agrícola pode contribuir para o adoecimento mental do trabalhador.

Conclui-se, também, que há a necessidade de incluir ações de medidas preventivas contra acidentes e doenças ocupacionais nas políticas públicas voltadas para o meio rural, como é o caso do PNAE. Além de instigar a engenharia agrícola e mecânica a desenvolverem tecnologias para a agricultura de pequeno porte, com a aplicação dos conhecimentos ergonômicos e tecnológicos disponíveis. Essas medidas poderiam não só ampliar a segurança e higiene no trabalho, mas a permanência, o crescimento e a aprendizagem dos agricultores familiares envolvidos nas atividades agrícolas.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos Departamentos de Economia Doméstica e Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa (UFV) e ao Centro de Ciências Agrárias/UFV, pelo apoio e auxílio financeiro.

7. REFERÊNCIAS

- ALVES, R. A., & Guimarães, M. C. (2012). De que sofrem os trabalhadores rurais?—Análise dos principais motivos de acidentes e adoecimentos nas atividades rurais. *Informe Gepec*, 16(2), 39-56.
- BARTH, M., Renner, J. S., Martins, R. L., & da Silva, D. R. Q. (2016). Agricultura Familiar: características ergonômicas das atividades e impactos na saúde dos trabalhadores. *Estudos Sociedade e Agricultura*, 24(2).
- BASTOS, R. C., & Bifano, A. C. S. (2017). “Estado da arte” sobre as publicações científicas envolvendo o trabalho agrícola familiar no Brasil sob o ponto de vista ergonômico. *Rev. Engenharia na Agricultura*, 25(1), 27-37.
- BASTOS, R. C. (2017). Avaliação da efetividade do projeto de aquisição de gêneros alimentícios da agricultura familiar no município de Coimbra, MG. 2017, 170f. Dissertação (Mestrado em Economia Doméstica) Universidade Federal de Viçosa, MG.
- DE JESUS MARTINS, A., & Ferreira, N. S. (2015). A ergonomia no trabalho rural. *Rev. Eletrôn. Atualiza Saúde*. 2(2), 125-134.
- FERREIRA, L.L. (2015) Sobre a Análise Ergonômica do Trabalho ou AET. *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, São Paulo, 40(131), 8-11.
- FUNES ABRAHÃO, R., Andrade Tereso, M. J., & Bezerra Gemma, S. F. (2015). A Análise Ergonômica do Trabalho (AET) aplicada ao trabalho na agricultura: experiências e reflexões. *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, 40(131).
- GUIMARÃES, M. C. (2010). Trabalho e dor na agricultura: análise ergonômica do arranquio de feijão. Curitiba: Juruá Editora.
- GUIMARÃES, M. C., & Brisola, M. V. (2013). A ergonomia da atividade e sua contribuição ao desenvolvimento rural. *Revista Sociedade e Desenvolvimento Rural*, Brasília, 7(1).
- IIDA, I. (2013). Ergonomia: projeto e produção. 2ª edição, 5ª reimpressão. revista e ampliada São Paulo: Blucher.
- ONUBR – Nações Unidas no Brasil. Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>>. Acesso em: 23 Ago 2017.

Tratamento de resíduos urbanos e riscos de exposição a substâncias radioactivas

Carvalho, Fernando P.; Oliveira, João M.; Malta, Margarida
 Laboratório de Protecção e Segurança Radiológica (LPSR)
 Instituto Superior Técnico (IST)/ Universidade de Lisboa
 Estrada Nacional 10, km 139, 2695-066 Bobadela LRS, Portugal
 E-mail: carvalho@itn.pt

ABSTRACT

The occurrence of radioactivity in solid and liquid urban wastes is evaluated with a view to assess their potential for environmental contamination and exposure of workers and members of the public. In solid waste, beyond the occurrence of natural radionuclides there is the risk posed by artificial radioactive sources negligently eliminated with waste and forwarded to municipal incinerators. This may cause a radiological accident and expose the population to the hazards of radiation. Short-lived radionuclides from nuclear medicine facilities are often discharged into municipal sewers and reach aquatic bodies, such as the estuary of River Tejo in Lisbon, where they are concentrated by aquatic biota. The hazards of radioactive substances in these wastes are discussed and preventive measures recommended.

KEYWORDS: solid urban waste, liquid urban waste, radioactive materials, public exposure, radiation doses

1. INTRODUÇÃO

A qualidade de vida e sustentabilidade das grandes cidades depende do funcionamento eficaz de vários serviços e infra-estruturas, tais como abastecimento de água potável, comida, energia e transportes e, também, da recolha de resíduos sólidos e líquidos produzidos quotidianamente. A recolha e eliminação destes resíduos são essenciais para assegurar a salubridade dos espaços urbanos e sem esses serviços estaríamos sujeitos a doenças bacterianas, epidemias e intoxicações. Os resíduos sólidos urbanos (RSU) são hoje em boa parte recolhidos e triados para segregar e reciclar vidro, metal e papel. A parte orgânica dos RSU, não reutilizável, é encaminhada para incineração.

Os resíduos líquidos urbanos (RLU) são descarregados nas redes de saneamento básico, encaminhados para as Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) e ali tratados para eliminar a carga orgânica. A água tratada é descarregada para corpos de água receptores (rio, estuário ou mar litoral).

Portugal progrediu muito no desenvolvimento de estruturas para recolha e tratamento de resíduos urbanos, incluindo a reciclagem de materiais. Apesar do progresso alcançado, novos desafios surgem continuamente devido à complexidade das urbes. E se nos RSU e RLU forem descarregadas substâncias radioactivas? São eliminadas pelo tratamento? Poderão causar exposição radioactiva dos trabalhadores das instalações de tratamento de resíduos e do público? Chegarão ao ambiente? O presente trabalho dá uma resposta inicial a estas interrogações, apoiando-se em boa medida numa revisão de resultados anteriormente publicados.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

No cenário de resíduos radioactivos que possam ser inevitavelmente misturados nos RSU e dispersos no ambiente não é obviamente possível efectuar determinações directas dos radionuclidos e das doses de radiação, a não ser depois de ocorrer um acidente. Recorreu-se por isso à simulação da incineração de fontes

radioactivas de ^{137}Cs , ^{131}I , $^{99\text{m}}\text{Tc}$, e de outros radionuclidos usando o modelo CROM proposto pela Agência Internacional de Energia Atómica (IAEA) a fim de calcular a dispersão atmosférica. As simulações foram efectuadas com base em pressupostos simplificados e foram calculadas a concentração no ar e a deposição radioactiva no solo. A dose para os membros do público foi integrada para o período de um ano, os resultados foram expressos em mSv/ano, e comparados com limite legal de exposição a radiações ionizantes (Carvalho, 2017).

No caso dos RLU, uma vez que existem descargas de efluentes radioactivos dos estabelecimentos hospitalares de Lisboa para a rede de saneamento, em vez de modelização foram efectuadas determinações de radionuclidos no ambiente. Procedeu-se à determinação dos radionuclidos em amostras ambientais do litoral do estuário do Tejo no município de Lisboa, desde Algés até Beirolas. As determinações incidiram sobre amostras de água, sedimento, mexilhões e peixes (tainhas) recolhidos mensalmente durante um período de um ano e meio. As determinações dos radionuclidos foram feitas por espectrometria gama e os resultados expressos em Bq/kg. Este trabalho foi efectuado com a colaboração do Departamento do Ambiente da Câmara Municipal de Lisboa (Carvalho et al., 2002, 2013; Malta et al., 2013).

3. RESULTADOS

3.1 Resíduos sólidos urbanos

A vaporização de fontes radioactivas em fornos de incineração de RSU e a modelização da sua dispersão na atmosfera indicou que a libertação de radionuclidos, tais como ^{137}Cs , ^{131}I e $^{99\text{m}}\text{Tc}$, é possível e pode originar a emissão de actividades elevadas para o ambiente, dependendo sobretudo da actividade da fonte radioactiva misturada e oculta nos RSU. Assim, uma fonte de $^{99\text{m}}\text{Tc}$ pode originar uma exposição mínima da população, enquanto a incineração de uma fonte de 10 mCi (370 MBq) de ^{131}I ou de ^{137}Cs pode originar exposições de membros do público a doses acima do limite legal de 1 mSv/ano. Se se tratar de um radionuclido de vida longa,

como o ^{137}Cs com $T_{1/2}=30$ anos, a deposição atmosférica do radionuclido nos solos poderá originar doses de radiação adicionais por via da ingestão de produtos hortícolas contaminados.

Esta exposição resultante de eliminação indevida de fontes radioactivas nos RSU e sua incineração pode ocorrer em Portugal pois as instalações de incineração de RSU não estão equipadas para detectar e rejeitar materiais radioactivos.

Os cálculos efectuados indicam que a dose de radiação para elementos do público pode variar de alguns nanosievert (nSv) adicionados ao fundo radioactivo natural, a mais de 1 milisievert (mSv), a dose máxima tolerada, i.e., o limite de dose estabelecido pela Directiva 59/2013/EURATOM. Se a exposição à radiação exceder o limite de dose para elementos do público, a probabilidade de efeitos negativos na saúde humana aumenta e a responsabilidade do proprietário da instalação pode ser invocada. Para os trabalhadores da instalação de incineração, que não são classificados como "trabalhadores expostos a radiação", ou seja, expostos a radiações ionizantes no seu trabalho e vigiados através de um programa de protecção radiológica, o limite de dose de 1 mSv/ano é-lhes aplicável, tal como para os membros do público (Directiva Europeia 59/2013).

3.2 Resíduos líquidos urbanos

A eliminação de substâncias radioactivas com os efluentes líquidos para a rede de saneamento básico acontece há anos nas cidades portuguesas, sobretudo nas descargas de instalações dos serviços de medicina nuclear, onde se faz uso frequente de radioisótopos. Estes radioisótopos são geralmente de vida curta, como o ^{131}I ($T_{1/2}=8$ dias) e o $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ($T_{1/2}=6$ horas), mas podem ser usados outros radionuclidos de período mais longo. Os excreta dos pacientes tratados com radioisótopos e os efluentes dos laboratórios - com ou sem transição por tanques de retenção no estabelecimento - estão na origem destas descargas radioactivas para a rede de saneamento e, através desta, para o ambiente.

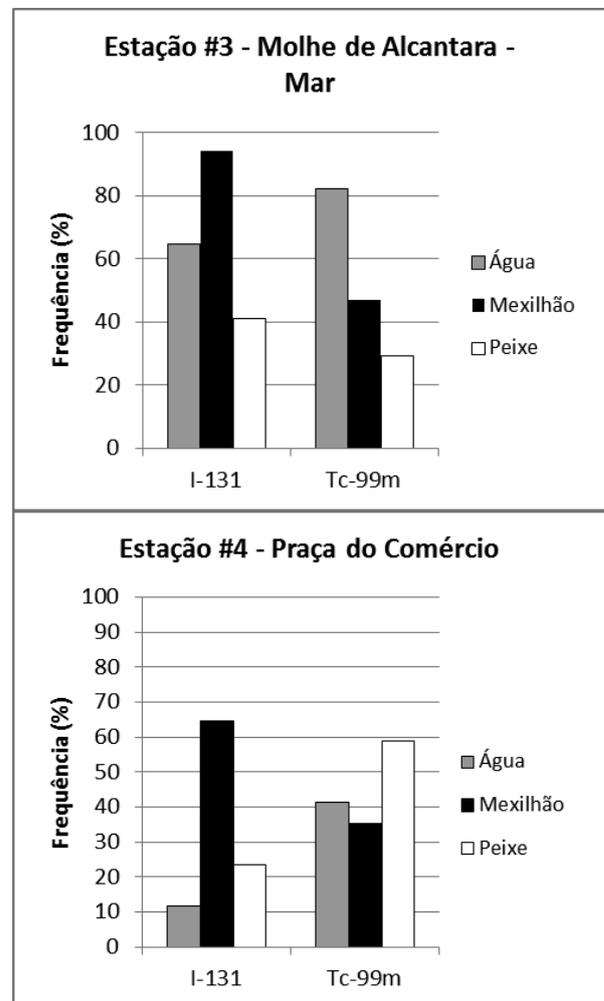
As análises efectuadas na margem do estuário do Tejo no município de Lisboa, mostraram durante vários anos a existência de contaminação radioactiva quase permanente com ^{131}I e $^{99\text{m}}\text{Tc}$ detectados na água e nos organismos aquáticos. Essa contaminação, transportada pelos efluentes líquidos urbanos tratados nas ETAR de Beirolas, Chelas e Alcântara antes da descarga para o estuário, indica que os radionuclidos não eram removidos pelo tratamento efectuado. Uma vez introduzidos no estuário, os radionuclidos foram rapidamente concentrados pelos organismos aquáticos, podendo ser transmitidos à população consumidora (Figura 1).

Nalgumas unidades hospitalares os efluentes radioactivos são retidos temporariamente em tanques para permitir o decaimento radioactivo antes da descarga na rede de saneamento. Contudo, a contaminação radioactiva no estuário indica que a capacidade dos tanques de retenção não foi suficiente (Malta et al., 2013). Entretanto, com a recente construção dos interceptores dos emissários de Lisboa e conclusão do emissário de

Cascais, as descargas dos efluentes líquidos urbanos estão agora transferidas do estuário do Tejo para o mar litoral. Ainda não foi efectuada a monitorização das descargas radioactivas deste emissário para o meio marinho.

A presença de contaminação radioactiva no estuário do Tejo com origem nas aplicações de radioisótopos em medicina nuclear não é um caso único. As descargas de radionuclidos com origem em estabelecimentos hospitalares e contaminação ambiental têm sido também relatadas noutros países (Keogh et al., 2007; Krawczyk et al., 2013).

A descarga de efluentes radioactivos para a rede de saneamento das cidades, como Lisboa, origina riscos de exposição à radioactividade dos trabalhadores que efectuam a manutenção da rede de saneamento e dos trabalhadores das ETAR. A exposição destes trabalhadores e doses de radiação deverão ser avaliadas para permitir a optimização da segurança radiológica.



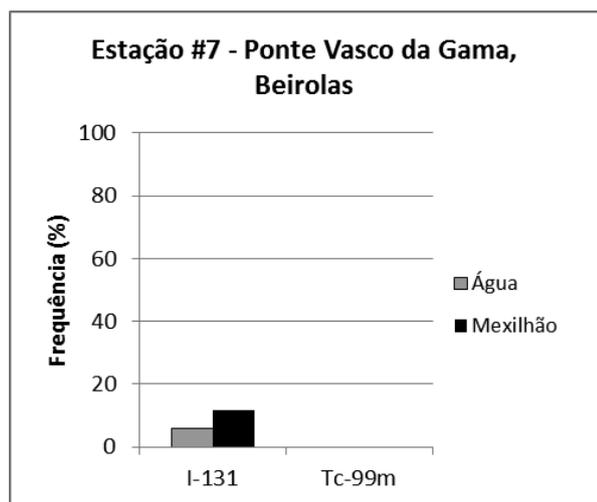


Figura 1. Frequência de ocorrência de radionuclídeos no estuário do Tejo ao longo do ano.

A descarga de radionuclídeos para meios aquáticos receptores permite a reconcentração dos radionuclídeos na fauna aquática e a sua transferência nas cadeias alimentares. O risco radiológico para a fauna e para os humanos não está ainda quantificado, mas deverá ser avaliado conforme estabelecido na nova Directiva Europeia sobre protecção radiológica dos humanos, dos organismos não humanos e do ambiente (Directiva 58/2013 EURATOM).

4. CONCLUSÕES

A eliminação de materiais radioactivos nos RSU pode ocorrer e é difícil de controlar. Os materiais radioactivos misturados nos RSU podem ser encaminhados para as centrais de incineração e ser vaporizados. A emissão de radionuclídeos para a atmosfera causará exposição do público à radioactividade. No entanto, é possível prevenir tais incidentes radiológicos através da instalação de pórticos com detectores de radiação. É, pois, recomendado que as incineradoras de RSU sejam equipadas com este tipo de detectores.

Verificou-se que as descargas de RLU incluem frequentemente radioisótopos de origem artificial usados em medicina nuclear. A rede de esgotos de Lisboa descarregou durante anos estes efluentes para o Estuário do Tejo mas, actualmente, são encaminhados para o mar costeiro na zona de Cascais, estando o impacto radioactivo por avaliar.

Uma vez que o tratamento dos resíduos urbanos em ETAR não remove os radioisótopos, a redução das descargas radioactivas poderá passar por melhorar a retenção dos efluentes radioactivos nas instalações hospitalares para permitir o decaimento radioactivo antes da descarga.

Estes estudos de riscos radiológicos ambientais e para o público, relacionados com a eliminação de resíduos urbanos, foram realizados numa pequena parte das instalações existentes no País, havendo urgência em proceder à avaliação à escala nacional.

5. REFERÊNCIAS

- Carvalho, F. P. (2017). Can the incineration of Municipal Solid Waste pose occupational and environmental radiation hazards? *International Journal of Occupational and Environmental Safety*, 1:1, 1-10.
- Carvalho, F.P., Oliveira, J.M., Gouveia, J.G., Figueira, I., Monteiro, P. (2002). Radioactividade de origem artificial no estuário do Tejo na área ribeirinha do Município de Lisboa. Actas do 10º Encontro Nacional de Saneamento Básico, Universidade do Minho, Braga, Portugal. Relatório ITN/DPRSN, Série A, nº 23/2002, Lisboa, Portugal. Retrieved from <http://www.itn>
- Carvalho, F. P., Oliveira, J. M., Silva, L., Malta, M. (2013). Radioactivity of anthropogenic origin in the Tejo Estuary and need for improved waste management and environmental monitoring. *International Journal of Environmental Studies*, 70 (6), 952-963.
DOI: 10.1016/j.jenvrad.2007.01.009
DOI: 10.1016/j.jenvrad.2012.08.011
DOI: 10.1080/00207233.2013.845714
DOI: 10.5894/rgci339
- Keogh, S.M., Aldahan, A., Possnert, G., Finegan, P., LeonVintró, L., Mitchell, P.I. (2007). Trends in the spatial and temporal distribution of 129I and 99Tc in coastal waters surrounding Ireland using *Fucus vesiculosus* as a bio-indicator. *Journal of Environmental Radioactivity*, 95(1), 23-38.
- Krawczyk, E., Piñero-García, F., Ferro-García, M.A. (2013). Discharges of nuclear medicine radioisotopes in Spanish hospitals. *Journal of Environmental Radioactivity*, 116, 93-98.
- Malta, M., Oliveira, J. M., Silva, L., Carvalho, F. P. (2013). Radioactivity from Lisboa urban wastewater discharges in the Tejo River Estuary. *Journal of Integrated Coastal Zone Management*, 13(4), 399-408.

Hazard communication for industrial substances produced in large scale in Brazil

Devincentis, Camila H. B.¹ e Trivelato, Gilmar C.²

¹ABIQUIM – Associação Brasileira da Indústria Química

²FUNDACENTRO - São Paulo - Brasil

ABSTRACT

The classification and hazard communication for substances are essential for the subsequent steps of the management of chemicals. The Globally Harmonised System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS) was developed by the UN for this purpose and has been implemented in different countries. However, there is evidence that this process has presented some shortcomings in many countries, including Brazil. The aim of this study was to identify deficiencies in the information provided by the safety data sheets (SDS) for industrial substances in order to improve the GHS' implementation. The method was qualitative and exploratory, by using the content analysis technique. The content analysis included the verification of the completeness, correctness and coherence of the following aspects: substance identification and composition, physical and chemical properties, toxicological information and hazard identification. A set of ten substances was defined, including five organic and five inorganic ones classified as hazardous and produced in high scale in Brazil. For each substance, two SDS were selected by using the Google⁴ search engine. A dossier with information from different databases was prepared to be used as a reference. The results showed that most of the SDS fails in communicating the hazards. They presented shortcomings and deficiencies in the quality and extent of their content as required by the GHS, which could compromise the risk management process related to the use of chemicals in the workplace. In order to ensure the quality of the information, actions are required that favor better application of the GHS.

KEYWORDS: GHS, safety data sheet, substance, hazard classification, hazard communication

1. INTRODUÇÃO

A classificação e a comunicação de perigos constituem etapa básica do processo de gestão de riscos químicos e necessita estar harmonizada mundialmente. Por essa razão a Organização das Nações Unidas desenvolveu o GHS – Sistema Geral Harmonizado de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos (United Nations, 2015)

Na União Europeia o GHS está regulamentado por duas diretivas comunitárias complementares – CLP e REACH e a *European Chemical Agency* (ECHA) é responsável pela implementação. O Brasil não dispõe de regulamentos e estrutura governamental semelhante. Entretanto o GHS foi adotado para a classificação de produtos químicos e comunicação de perigos. De acordo com a norma regulamentadora 26 do Ministério do Trabalho (Brasil, 2011), os fabricantes e distribuidores de produtos químicos usados em locais de trabalho devem utilizar o GHS para classificar e comunicar os perigos através de rótulos e fichas de dados de segurança (FDS), conhecidas no Brasil como fichas de informação de segurança de produto químico (FISPQ).

Deficiências no processo de comunicação de perigos associados a produtos químicos já tinham sido identificadas mesmo antes da introdução do GHS. Um estudo realizado pela União Europeia já indicava que cerca de dois terços das fichas de dados de segurança estavam incorretas ou incompletas e revelou deficiências graves nas informações fundamentais (CLEEN, 2004).

O problema persistiu mesmo após a adoção do GHS após a implementação do REACH e do CLP. Rubbiani & Bascherini (2012) detectaram deficiências consideráveis na qualidade das fichas de dados de segurança

disponíveis no mercado para ingredientes ativos utilizados em pesticidas.

Os autores deste estudo, em sua experiência profissional, também têm identificado falhas similares no processo de classificação e comunicação de perigos no Brasil. Em análises preliminares de FDS foram identificadas várias deficiências na aplicação do GHS pela indústria brasileira..

O objetivo deste estudo foi analisar a qualidade do conteúdo de FDS de substâncias químicas produzidas em larga escala pela indústria brasileira, de forma a contribuir para a melhoria da aplicação do GHS no Brasil. A opção por analisar FDS para substâncias industriais se justifica porque a comunicação deficiente pode ter impacto na cadeia produtiva a jusante, uma vez que essas informações são utilizadas na classificação e elaboração de FDS para misturas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo realizado foi de caráter qualitativo e exploratório, utilizando-se a técnica de análise de conteúdo de uma amostra de FDS para dez substâncias industriais produzidas em alta escala, consideradas como *commodities*.

As dez substâncias foram definidas a partir dos seguintes critérios: substâncias de maior produção (em toneladas/ano), sendo cinco substâncias inorgânicas e cinco substâncias orgânicas; substâncias que apresentam pelo menos dois fabricantes no Brasil e FDS disponibilizadas na internet, elaboradas ou revisadas a partir de 01 de março de 2011 (data da introdução do GHS no Brasil); substâncias classificadas como perigosas pelo GHS, ou que podem originar riscos nos usos

previstos. No processo de seleção das substâncias foram utilizados os dados disponíveis no anuário da indústria química brasileira (ABIQUIM, 2014). As substâncias selecionadas estão relacionadas no Quadro 1.

A seleção das fichas foi realizada por meio de busca na Internet, utilizando os serviços do Google4 e a combinação dos descritores “número CAS” de cada substância e “FISPQ” (como a FDS é conhecida no Brasil). Foram escolhidas as duas primeiras fichas de cada substância indexadas pelo Google, mais acessadas nas páginas das empresas químicas fabricantes ou fornecedoras das substâncias selecionadas.

Quadro 1 - Substâncias industriais selecionadas para o estudo

Substância	CAS	Fórmula molecular
Ácido nítrico	7697-37-2	HNO ₃
Ácido sulfúrico	7664-93-9	H ₂ SO ₄
Amônia anidra	7664-41-7	NH ₃
Benzeno	71-43-2	C ₆ H ₆
Gás cloro	7782-50-5	Cl ₂
1,2 Dicloroetano	107-06-2	C ₂ H ₄ Cl ₂
Estireno	100-42-5	C ₈ H ₈
Formaldeído solução 37%	50-00-0	CH ₂ O
Hidróxido de sódio líquido 50%	1310-73-2	NaOH
Tolueno	108-88-3	C ₇ H ₈

A análise do conteúdo das fichas foi delimitada aos seguintes aspectos da FDS: identificação e composição da substância (secções 1 e 3); propriedades físico-químicas (secções 9, 10) e propriedades toxicológicas (secção 11); e identificação de perigos (secção 2).

Para cada substância foi elaborado um dossiê a partir das informações disponíveis nas bases de dados GESTIS, ECHA e eChemPortal, dentre outras. O dossiê contemplava todos os aspectos analisados e também as medidas para o manuseio e armazenamento seguro da substância e controle das exposições.

Os critérios de análise foram os requisitos estabelecidos pelo manual do GHS em sua sexta edição (United Nations, 2015) para cada secção da FDS e a concordância entre os dados apresentados e organizados no dossiê.

O procedimento de análise consistiu em comparar o conteúdo apresentado nas fichas selecionadas com o conteúdo dos dossiês elaborados pelos autores. Para cada aspecto verificou-se se a informação disponibilizada estava completa, correta e coerente. Foi considerada informação completa quando a seção da ficha apresentava todos os dados exigidos pelo GHS e que são relevantes para a classificação da substância, ou definir as medidas preventivas nos usos previstos. A informação foi considerada correta se estivesse de acordo com as informações consolidadas no dossiê elaborado pelos autores, e também não apresentasse erros químicos grosseiros. O conteúdo foi considerado coerente se não fossem constatados conflitos ou contradições entre os

dados informados e a classificação e comunicação de perigos.

A elaboração dos dossiês e a análise do conteúdo das fichas foram realizadas pelo primeiro autor, verificadas pelo segundo e as divergências resolvidas por consenso. Os dados foram organizados de forma descritiva com indicação da frequência em que o conteúdo da FDS era completo, correto e coerente, complementada com a descrição dos tipos de problemas encontrados.

3. RESULTADOS

Em relação ao aspecto “identificação e composição da substância” verificou-se que 55% das vinte FDS analisadas apresentaram as informações requeridas pelo GHS. Em 35% delas foram identificadas incoerências entre as informações relativas a impurezas ou aditivos estabilizantes e a respectiva classificação apresentada. Em 10% das FDS não constava qualquer informação sobre a presença ou a ausência de constituintes que podem contribuir para a classificação da substância como perigosa.

No que diz respeito às “propriedades físico-químicas e reatividade” verificou-se que apenas 5% das FDS foram avaliadas como completas e com conteúdo correto. As demais FDS (95%) apresentavam lacunas ou erros, ou as duas situações simultaneamente. Em 85% das vinte FDS verificou-se que existia uma ou mais lacunas e, em 80% foram identificados erros ou discordâncias das informações apresentadas com aquelas organizadas no dossiê. Um dos principais tipos de erro consistia em informar que determinado dado não estava disponível quando, de facto, a propriedade físico-química não era aplicável à substância em questão como, por exemplo, declarar que o ponto de fulgor ou de inflamação não está disponível para uma substância que não se inflama.

Em relação às “propriedades toxicológicas” nenhuma das fichas apresentou conteúdo completo e correto como recomenda o GHS. O principal problema era a ausência de informações para todas as classes de perigo à saúde (*end points*) tal qual exige o GHS, limitando-se apenas à apresentação de dados relativos à toxicidade aguda. Entretanto constatou-se que em 10% das FDS todo conteúdo apresentado, embora incompleto, estava correto. Em relação ao conteúdo das demais FDS verificou-se que em 85% das vinte FDS os dados informados eram discordantes daqueles reunidos no dossiê de referência ou incoerentes com a classificação apresentada na secção 2 da ficha.

Quanto à “identificação de perigos”, verificou-se que nenhuma das FDS analisadas apresentou o conteúdo recomendado pelo GHS de forma completa e em concordância com o dossiê de referência. Mas todas as FDS relacionavam perigos associados às substâncias. Em apenas 40% das FDS a classificação de perigos era apresentada com indicação das classes e categorias propostas pelo GHS. Os demais 60% das FDS indicavam outros descritores de perigo ou somente as frases H. Independentemente da forma de indicação dos perigos, foram constatados erros em 65% delas, principalmente relacionados à aplicação equivocada dos critérios de

classificação do GHS ou incoerências entre a classificação e as propriedades físico-químicas ou toxicológicas relatadas nas respectivas seções da FDS.

4. DISCUSSÃO

Os resultados obtidos confirmam parte dos achados nos estudos citados (CLEEN, 2004; Rubbiani & Bascherini, 2012). A maioria das fichas apresentou dados físico-químicos e toxicológicos imprecisos ou não concordantes com as informações disponíveis em bancos de dados consultados; classificação de perigo incompleta ou divergente da classificação de perigo proposta pelo dossiê de referência ou com listas de classificação harmonizadas propostas pelo CLP da Europa.

Entre os problemas identificados destaca-se a incoerência entre a classificação apresentada na seção “identificação de perigos” e os dados apresentados nas outras seções na ficha. Muitas vezes os dados informados não sustentam a classificação relatada. Isso pode evidenciar que o responsável pela classificação e elaboração da ficha não é capaz de recuperar dados já disponíveis e desconhece os princípios e procedimentos básicos do GHS ou não sabe aplicá-los.

Mas classificações divergentes para uma mesma substância também são encontradas nas bases de dados da ECHA, quando informadas por diferentes registrantes de substâncias. Também são divergentes daquelas apresentadas em bases de dados de outros países (ex. Japão). Essas diferenças apontam para possíveis lacunas ou ambiguidades nos critérios propostos pelo GHS.

Os problemas identificados nas fichas disponibilizadas pela indústria brasileira podem ser explicados por diversos fatores. A regulamentação relativa ao GHS é recente. Além disso, as agências governamentais brasileiras com atuação na área não disponibilizaram orientações práticas para aplicar os critérios de classificação do GHS, tais como aqueles preparados e disponibilizados pela ECHA ou agências de outros países, como Japão e Austrália. Há também carência de profissionais qualificados no mercado para atender a demanda dos fabricantes de produtos químicos na aplicação do GHS.

5. CONCLUSÕES

Embora o estudo tenha sido limitado a uma amostra de dez substâncias industriais e duas FDS para cada substância, foram identificadas evidências de que, no Brasil, a classificação de substâncias industriais e comunicação dos perigos apresentam inúmeros problemas e deficiências. Estudos mais amplos devem ser realizados para confirmar esses resultados e apontar outros problemas. As fichas contêm erros e incoerências que podem se propagar ao longo da cadeia produtiva. A comunicação deficiente também pode contribuir para a prevenção inadequada dos riscos originados no uso desses produtos químicos nos locais de trabalho. São necessárias ações de melhoria da regulamentação existente, harmonização da classificação de substâncias, elaboração de manuais técnicos para aplicação do GHS e formação dos profissionais responsáveis pelo processo de

classificação e elaboração de fichas, bem como dos responsáveis pela fiscalização por parte do governo.

6. AGRADECIMENTOS

Agradecemos à FUNDACENTRO – Fundação Jorge Duprat Figueiredo e à ABIQUIM – Associação Brasileira da Indústria Química pelo apoio dado à realização deste estudo.

7. REFERÊNCIAS

- Brasil (2011). Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria n. 229, de 24 de maio de 2011. Altera a Norma Regulamentadora 26. *Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]*. Brasília, DF: Imprensa Oficial. Disponível em: <http://www.normaslegais.com.br/legislacao/portariasit229_2011.htm>. Acesso em: 07 ago. 2015.
- CLEEN – Chemical Legislation European Enforcement Network. (2004). ECLIPS – European Classification and Labelling Inspections of Preparations, including Safety Data Sheets: final Report. CLEEN Secretariat. Disponível em: <http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/umweltthe men/chemikalien/ECLIPS_Final_Report.pdf>. Acesso em: 20 agos. 2016.
- Rubbiani, M. & Bascherini, S. 2012. Risk communication: survey on quality of safety data sheets of agricultural substances *J. Environ. Sci. Eng.* 1 (8A): 1043-1057
- United Nations. 2015. Globally Harmonised System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS), 6th ed. rev. New York/ Geneva: United Nations.

Occupational health risks when methanol is the main ingredient in solvents used in car painting shops

Abreu, Cláudio C. e Trivelato, Gilmar C.
FUNDACENTRO - São Paulo - Brasil

ABSTRACT

Exposure to solvent vapours has been the major occupational health hazard in car painting when thinners were used. Due to the low cost of methanol in the Brazilian market, this substance was introduced as ingredient of thinners. Considering the high toxicity of this substance, its presence in solvents can constitute a serious threat to the occupational health. The objective of this study was to assess the occupational health risks in different exposure scenarios in the painting operation in small auto repair shops in the city of São Paulo, Brazil. The risk assessment was conducted by anticipation and following the exposure assessment strategy proposed by AIHA. Hypothetical exposure scenarios have been defined assuming the use of methanol and other substances that are typical ingredients of paint thinners. In the process of definition of the exposure scenarios, the representative working conditions of the existing shops in the metropolitan area of the city of São Paulo were considered. The *Stoffenmanager* software was used to determine the exposure profile in each scenario. The relative risk was estimated by comparing the exposure profile with the short-term occupational exposure limit proposed by ACGIH for methanol vapours. In all scenarios that have been defined the exposures to methanol vapours were excessive. The risks were considered unacceptable, even when using adequate paint booths and respiratory protection. The health risk related to exposure to methanol vapours was also greater than the risks to the traditional ingredients of paint thinners. On the basis of these results, it was concluded that public authorities should take actions to restrict the presence of methanol in paint thinner used in automotive refinishing.

KEYWORDS: methanol; exposure assessment; Stoffenmanager; health risk; car painting

1. INTRODUÇÃO

Um dos principais fatores de riscos à saúde dos trabalhadores em oficinas de repintura automotiva é a exposição a vapores dos solventes usados como diluentes das tintas (Bejan; Brosseau & Parker, 2011). O processo de pintura com tinta à base água já está disponível, mas ainda predomina a pintura com tintas à base de solvente na maioria das oficinas existentes no Brasil, em particular em oficinas de pequeno e médio porte.

Os solventes mais usados na formulação de diluentes de tintas são os derivados de petróleo tais como naftas médias e pesadas, xilenos (mistura de isômeros), tolueno, etc., mas também algumas cetonas e álcoois. Entre os álcoois destaca-se o etanol e, até recentemente, não havia notícias do uso do metanol em diluentes de tintas. O metanol tem sido usado no Brasil principalmente como solvente na formulação de biocombustíveis. Mas devido à redução dos preços do metanol no mercado brasileiro, seu uso se estendeu a outras finalidades, entre elas como ingrediente de diluentes de tintas automotivas. Entretanto, os fornecedores não declaram a presença desse ingrediente nas fichas de dados de segurança.

No final do ano 2016, alguns fabricantes de tintas constataram a presença de metanol na composição de alguns diluentes de baixo custo usados nos processos de pintura automotiva, em concentrações de até 50% v/v. A partir dessa constatação, o Sindicato das Indústrias de Tintas e Vernizes do Estado de São Paulo, Brasil (SITIVESP), preocupado com os riscos à saúde humana relacionados ao uso de metanol, solicitou à FUNDACENTRO (instituto brasileiro de segurança e saúde no trabalho) a realização de avaliação de riscos à saúde dos trabalhadores possivelmente expostos ao metanol em oficinas de repintura automotiva.

A preocupação com riscos à saúde se justifica porque o metanol é classificado de acordo com o GHS como líquido inflamável categoria 2 (líquido e vapores altamente inflamáveis); tóxico agudo categoria 2 (tóxico por inalação, ingestão ou em contato com a pele) e tóxico para órgão alvo específico categoria 1 (causando danos aos olhos), quando presente em misturas em concentrações acima de 10% m/m. (GESTIS, 2017).

A demanda formulada pelo SITIVESP foi responder às seguintes questões: o risco à saúde dos trabalhadores nas atividades de repintura automotiva, quando se usa de metanol como ingrediente de diluentes, é maior do que aquele quando se usa ingredientes tradicionais? É possível controlar as exposições a vapores de metanol e reduzir os riscos a níveis aceitáveis, considerando o contexto das oficinas brasileiras?

Para responder a essas questões, o objetivo deste estudo foi avaliar, por antecipação e para fins preventivos, as exposições e os riscos à saúde dos trabalhadores em operações de repintura automotiva que utilizam solventes que contenham metanol, considerando os cenários de exposição típicos de oficinas de pequeno e médio porte existentes no Brasil. Os resultados do estudo serão utilizados para recomendar ações governamentais de prevenção dos riscos.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A avaliação dos riscos à saúde dos trabalhadores devido a inalação de vapores de solventes nas operações de pintura foi realizada por antecipação, adaptando-se a estratégia geral proposta pela *American Industrial Hygiene Association* (AIHA, 2015). A abordagem de avaliação de riscos por “antecipação” se justifica porque não se tinha conhecimento, a priori, que oficinas

utilizavam thinners contendo metanol e o custo de avaliações quantitativas em amostra representativa seria muito elevado. Por essa razão as exposições e os riscos foram estimados para cenários hipotéticos, mas representativos de ambientes de trabalho reais, supondo-se o uso de metanol, assim como de outras substâncias, como componentes principais de diluentes de tintas.

De acordo com a estratégia proposta pela AIHA, os perfis de exposição foram determinados por modelagem (abordagem semi-quantitativa) e o risco relativo foi estimado comparando-se o perfil de exposição para um determinado grupo de exposição similar (GES) com o limite de exposição ocupacional (valor de referência).

Para caracterizar os processos e ambientes de trabalho representativos foram realizadas visitas exploratórias em diferentes tipos de oficinas de pequeno e médio porte, existentes na cidade de São Paulo. A amostra de oficinas foi qualitativa e por saturação, visitando-se vários estabelecimentos até se caracterizar todas os possíveis tipos de oficinas existentes. Essas informações foram validadas com grupo focal de especialistas que atuam nesse setor de repintura automotiva. Com base nesses dados foram definidos cenários de exposição de curta duração, representativos das atividades de repintura automotiva, supondo-se que os diluentes de tintas poderiam conter metanol, em concentração de até 50% em volume.

Na construção dos possíveis cenários levou-se em conta todas as medidas de controle da exposição encontradas nas oficinas visitadas: pintura realizadas em cabine com ventilação exaustora e uso de equipamento de proteção individual (EPI de proteção respiratória). Os trabalhadores que realizam as operações de pintura em cada cenário de exposição constituem um grupo de exposição similar (GES).

O perfil de exposição para cada GES foi determinado em termos do valor da concentração que corresponde ao percentil 95% das exposições prováveis. Para isto utilizou-se o software Stoffenmanager 7.0 (Marquart et al., 2008), com inserção de dados relativos ao metanol, ao local de trabalho e aos cenários de exposição. O valor de referência para julgar a aceitabilidade das exposições foi o limite de exposição de curta duração TLV-STEL estabelecido pela ACGIH (2017), de 250 ppm ou 327,2 mg.m⁻³ a 20 °C. O risco relativo à saúde dos trabalhadores foi definido calculando-se a razão entre o perfil de exposição e o TLV-STEL. Foram considerados riscos inaceitáveis à saúde dos trabalhadores expostos quando o valor calculado foi superior a 1,0.

Este processo de avaliação das exposições e riscos à saúde foi repetido substituindo-se o metanol por outras substâncias – nafta pesada, xileno, metil isobutil cetona (MIBK) e etanol como componentes majoritários em diluentes de tinta, comparando-se os respectivos resultados para os diferentes cenários de exposição com aqueles obtidos para o metanol.

3. RESULTADOS

Foram definidos sete cenários de exposição (CE), relacionados a seguir, considerando-se a utilização ou não

de equipamento de proteção respiratória (EPI) e a realização da operação em cabines de pintura com ventilação local exaustora ou em locais sem cabine Os trabalhadores que realizam as atividades em cada um desses cenários constituem grupos de exposição similar (GES).

Cenários de exposição definidos:

CE 1.1: Aplicação da mistura de tinta sem uso de EPI e sem cabine de pintura

CE 1.2: Aplicação da mistura de tintas com uso com EPI sem cabine de pintura.

CE 1.3: Aplicação da mistura de tintas com uso de EPI e cabine de pintura

CE 2.1: Limpeza de peças e superfícies com solventes, sem uso de EPI

CE 2.2: Limpeza de peças e superfícies com solventes, com uso de EPI

CE 3.1: Preparo da tinta sem uso de EPI

CE 3.2: Preparo da tinta com uso de EPI

A Tabela 1 apresenta os resultados fornecidos pelo Stoffenmanager para os perfis de exposição em cada cenário de exposição e o respectivo risco relativo à saúde dos trabalhadores expostos.

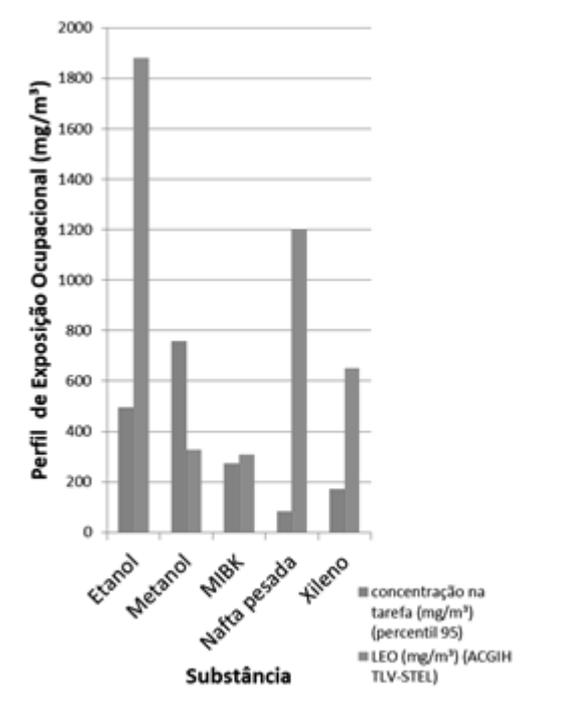
A Figura 1 apresenta os resultados para os perfis de exposição para diferentes substâncias presentes nos diluentes usados na preparação da mistura de tintas, no cenário em que a operação é realizada em cabine de pintura com a utilização de proteção respiratória (EPI)

Tabela 1 Perfis de exposição e risco relativo para os cenários de exposição ao metanol em oficinas de repintura automotiva

Cenários de exposição	Perfil de exposição na tarefa - percentil 95% (mg/m ³)	Taxa de caracterização do risco (Perfil de exposição na tarefa/Valor limite de referência)
CE 1.1	4112	12,57
CE 1.2	1645	5,03
CE 1.3	758	2,32
CE 2.1	1770	7,08
CE 2.2	5,41	2,16
CE 3.1	1070	3,27
CE 3.2	428	1,31

Fonte: Dados obtidos pelos autores.

Figura 1 – Perfis de exposição para substâncias presentes como componentes majoritários de diluentes de tintas



Fonte: Dados obtidos pelos autores.

4. DISCUSSÃO

As exposições ocupacionais ao metanol nas operações de repintura automotiva, estimadas usando-se o software Stoffenmanager, foram excessivas em todos os cenários de exposição, mesmo quando se realiza a pintura em cabine com sistema de ventilação exaustora e utilizando-se equipamento de proteção respiratória adequado (EPI). Entretanto, nessas mesmas condições, as exposições e os riscos são aceitáveis quando se utiliza outras substâncias como componentes majoritários de diluentes de tintas. Portanto a medida preventiva adequada é a eliminação do metanol como ingrediente dos diluentes de tintas, utilizando-se outras substâncias que impliquem em menor risco à saúde.

A abordagem para avaliação dos riscos antecipada, em cenários hipotéticos mas construídos a partir de observações de situações reais, forneceu informações relevantes para o processo de prevenção de riscos. A definição do perfil de exposição por modelagem é uma abordagem prática e rápida.

O software utilizado trata-se de uma técnica de baixo custo adequada para ser usada por organizações produtivas de pequenos e médio porte que dispõem de poucos recursos para a realização de avaliações quantitativas com as que exigem amostragem ativa e análise de amostras em laboratório.

Os resultados obtidos para os riscos utilizando-se diferentes substâncias majoritárias presentes em diluentes de tintas, e mesmos cenários de exposição, demonstrou que ele pode ser usado para fins preventivos.

5. CONCLUSÕES

O risco à saúde dos trabalhadores relacionado à exposição a vapores de metanol em operações de repintura automotiva foi estimado de forma antecipada e é inaceitável quaisquer que sejam as condições de trabalho. Além dos riscos à saúde dos trabalhadores relacionados à inalação de vapores, o metanol tem o potencial de causar mortes por ingestão incidentais de solventes. Assim, seu uso não é recomendado e as autoridades devem desencadear ações que inibam a utilização dessa substância como um dos componentes de diluentes de tintas.

6. AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Henri Heussen, da COSANTA – Solutions for chemical risks (Holanda) pela auxílio na utilização do Stoffenmanager, e ao SITIVESP e sua equipe técnica pelas informações disponibilizadas.

7. REFERÊNCIAS

- ACGIH – American Conference of Governmental Industrial Hygienists. (2017). *2017 TLVs® and BEIs®*. Cincinnati: ACGIH.
- AIHA – American Industrial Hygiene Association. (2015). *A strategy for assessing and managing occupational exposures*. Falls Church: AIHA.
- Bejan, A; Brosseau, L.M. & Parker, D.L. (2011) Exposure Assessment in Auto Collision Repair Shops, *Journal of Occupational and Environmental Hygiene* 8(7): 401-408.
- GESTIS Substance Database. (2017). Methanol. Obtido em: [http://gestis-en.itrust.de/nxt/gateway.dll/gestis_en/000000.xml?f=templates\\$fn=default.htm\\$vid=gestiseng:sdbeng\\$3.0](http://gestis-en.itrust.de/nxt/gateway.dll/gestis_en/000000.xml?f=templates$fn=default.htm$vid=gestiseng:sdbeng$3.0). Acesso em 12 Set 2017.
- Marquart, H.; Heussen, H.; Le Feber, M.; Noy, D.; Tielemans, E.; Schinkel, J.; West, J. & Van Der Schaaf, D.. (2008). 'Stoffenmanager', a Web-Based Control Banding Tool Using an Exposure Process Model. *The Annals of occupational hygiene*. 52: 429-41.

A influência do metabolismo no cálculo do PMV da norma ISO 7730 (2005)

Avelino, Alinny Dantas; Silva, Luiz Bueno da; Souza, Erivaldo Lopes
Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, Brazil

ABSTRACT

The purpose of this study is to analyse the influence of the metabolism on the PMV model that represents the real sensation of students while working on a smart environment. Personal and lifestyle data was collected through questionnaires and the metabolism was calculated 6 different methods and a comparison found that the study of Gilani, Khan & Ali (2016) was more accurate considering the TSV. Statistical tests were used to quantitative, binary and nominal variables respectively with significance level of 0,05 in order to identify relationships between the metabolism and the variables. It was possible to identify a relationship between metabolism with age, pressure, headache, weight, disease, family disease, gender and medication usage. Using Generalized Linear Models (GLM) two models were created. The model relates the metabolism to drug usage and gender. The new models created within this research were used to calculate a new PMV considering the influence of the metabolism model in the prediction of comfort.

KEYWORDS: Thermal Comfort; Fanger; Linear Generalised Model

1. INTRODUÇÃO

A qualidade do ambiente interno afeta o conforto, a saúde, a produtividade e a performance organizacional e o conforto térmico é uma das variáveis que mais influencia o ambiente interno (Kim, Lim, Cho & Young (2015), Daghig (2015), Zaki, Damiati, Rijal, Hagishima & Razak (2017), De Dear *et al.* (2013), Regnier (2012)). O modelo de termoavaliação de ambiente moderado mais utilizado desde que foi proposto em 1970 é o Predicted Mean Vote (PMV).

Por outro lado, estudos como os Attia & Hensen (2014), Auliciems & Szokolay (2007), Ricciardia & Buratti (2015), Kim, Lim, Cho & Young (2015), Andreasi, Lamberts & Cândido (2010), Humphreys & Nicol (2002), Dhaka, Mathur, Brager & Honnekeri (2015) mostram a inadequação do uso do PMV para diversos ambientes.

A norma ISO 8996 (2004) propõe métodos para calcular o metabolismo, além destes, diversas pesquisas buscam um valor para o metabolismo mais representativo da realidade.

Dentro deste contexto abordado, o objetivo deste trabalho é estabelecer uma relação entre metabolismo e estilo de vida e/ou variáveis pessoais dos sujeitos analisados a fim de encontrar um modelo de metabolismo que aproxime o PMV da sensação térmica de estudantes. Para tanto um estudo piloto foi realizado considerando preliminarmente uma pequena amostra

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para realização desta pesquisa foram realizadas as seguintes etapas.

1ª etapa: Foram selecionadas variáveis relacionadas ao metabolismo conforme a literatura (Moreira, Monteiro, Góis & Miguel (2012), Luo, Zhouc, Zhua & Sundell (2016), Choi, Loftness & Aziz (2012)).

A coleta das variáveis térmicas foi realizada por meio de uma estação microclimática. As variáveis pessoais e de hábitos de vida foram obtidas através de questionários; e a frequência cardíaca e pressão arterial dos estudantes através de frequencímetros e tensiômetros.

O estudo foi realizado com 23 estudantes em ambiente de ensino com *Video Display Terminal* (VDT) de universidade pública na cidade de Teresina, Estado do Piauí, nordeste brasileiro com temperatura externa de 40 °C. A coleta ocorreu em setembro, período mais quente do ano e a temperatura de ar interna variou entre 20, 24 e 30 °C, em três dias consecutivos conforme os padrões de conforto das normas ASHRAE 55 (2003), ISO 7726 (2002) e ISO 7730 (2005).

2ª etapa: O metabolismo foi calculado utilizando seis métodos disponíveis na literatura.

O primeiro é o método analítico disponível na ISO 8996 (2004) fazendo uso da frequência cardíaca dos estudantes.

Os valores do metabolismo obtidos através dessas equações foram nomeados ISO 1. O segundo valor do metabolismo, chamado ISO 2, foi calculado usando modelo de frequência cardíaca máxima disponível na norma ISO 8996 (2004). Através da tabela C1 do anexo desta norma, obtêm-se os valores chamados “interpolados” e “faixas”.

O quinto modelo para obter o metabolismo foi criado por Gilani, Khan & Ali (2016) e calcula o metabolismo utilizando os dados da pressão arterial média calculada, de acordo com Nácúl & O'Donnell (2009) através da equação 1.

$$MAP = \frac{2PAD + PAS}{3} \quad \text{Eq. 1}$$

MAP = Pressão média arterial; PAD = Pressão arterial diastólica; PAS = Pressão arterial sistólica

Este modelo relaciona o metabolismo em função da pressão arterial de forma exponencial conforme a equação 2.

$$\text{NívelDeAtividade} = 0,1092e^{0,0296MAP} \quad \text{Eq. 2}$$

O último modelo utilizado, calcula os valores de metabolismo, denominados “Luo”, através do modelo de Luo, Zhouc, Zhua & Sundell (2016) sintetizado na equação 3 que utiliza o PMV obtido através das tabelas da norma ISO 7730 (2005).

$$M = 0,4051PMV^2 - 0,7651PMV + 61,49 \quad \text{Eq. 3}$$

3ª etapa: Para selecionar o modelo de metabolismo que melhor representa o metabolismo real dos ocupantes do ambiente, foi calculado o PMV1, PMV2, PMVi, PMVf, PMVg e PMVu utilizando os metabolismos denominados ISO 1, ISO 2, interpolado, faixas, Gilani e Luo, respectivamente.

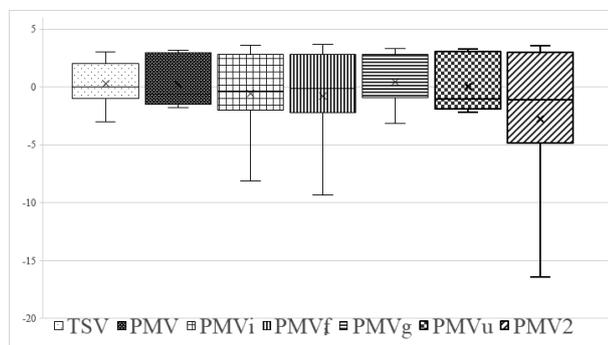
4ª etapa: Para análises comparativas e das diferenças entre as variáveis utilizaram-se testes estatísticos como Spearman, Mann-Whitney e Kruskal-Wallis, $\alpha=0,05$.

5ª etapa: Construiu-se um modelo de metabolismo selecionado na 3ª etapa em função das variáveis selecionadas na 4ª etapa. Este modelo foi utilizado no cálculo do valor PMV denominado PMVn. Por fim, o novo valor do PMV foi comparado com os valores encontrados na literatura pesquisada, com o PMV resultante do uso do metabolismo criado na pesquisa e com a sensação térmica a fim de avaliar se, com a inserção das variáveis analisadas, o modelo se adequa melhor do que os outros disponíveis na literatura e o utilizado pela norma ISO 7730 (2005).

3. RESULTADOS

A comparação entre os valores do PMV descrita na 3ª etapa está na figura 1. O valor que mais se aproxima do Thermal Sensation Vote (TSV) é o PMVg (modelo de Gilani) e o PMV que utiliza o valor de metabolismo da norma ISO 7730 (2005) obtido através da atividade realizada.

Figura 1 – Comparação estatística dos PMV obtidos com a opinião dos sujeitos (TSV)



Fonte: elaborado pelo autor

Observou-se que a partir do procedimento descrito na 4ª etapa, há relação entre idade, pressões, dor de cabeça, Índice de Massa Corporal (IMC), peso, doença atual, doença na família, gênero e uso de medicamentos e o metabolismo, este, calculado pelo método de Gilani, Khan & Ali (2016) com índice de correlação variando entre 0,22 e 0,86 (pressão arterial e frequência cardíaca).

Como as variáveis idade, pressão arterial diastólica final, dor de cabeça, peso, doença atual, doença na família, gênero e uso de medicamentos possuem relação forte com o metabolismo, então construiu-se seis modelos consistentes, $p_value < 0,05$, dos quais dois foram selecionados devido à originalidade e melhor adequação.

4. DISCUSSÃO

Para a temperatura de 30 °C, os resultados dos PMV's calculados através de cada um dos modelos supracitados se aproximaram do valor de 1,2 que é obtido a partir da norma ISO 8996 (2004) em relação a atividades sedentárias. Nenhum dos valores obtidos se aproximou ou seguiu a tendência da opinião dos sujeitos do teste, isto pode ter ocorrido devido a diferença entre as temperaturas interna e externa.

Para a temperatura de 24 °C, não houve correspondência, mas o PMVg, calculado através do método criado por Gilani se aproximou mais do resultado esperado pela opinião dos sujeitos. Na temperatura de 20 °C, em determinada faixa, o PMV calculado com o metabolismo obtido pela tabela C1 do anexo da norma ISO 8996 (2004), tanto interpolado (PMVi), quanto através de faixas (PMVf), foram iguais às respostas dadas pelos sujeitos das análises. Porém, houveram resultados contraditórios no cálculo causadas pelas limitações do método, que geraram um PMVf em torno de -15, por exemplo.

Nesta mesma temperatura, o PMVg seguiu a tendência da opinião dos sujeitos. Assim, para temperaturas mais baixas, o método desenvolvido por Gilani, Khan & Ali (2016) se aproxima melhor das opiniões dos sujeitos que os outros métodos, incluindo o PMV obtido através da atividade. Assim este método foi selecionado como o modelo mais representativo para ser utilizado nesta pesquisa.

Os modelos criados que têm como variável independente apenas a pressão arterial diastólica final tem o melhor ajuste. No entanto, o metabolismo em si foi calculado utilizando a pressão média que depende da pressão diastólica final, e assim este modelo não traz uma relação relevante para esta pesquisa. Logo, os modelos restantes são baseados no gênero e no uso de medicamentos. Entre os três modelos que fazem relação com o gênero, o que possui a melhor razão de verossimilhança é o modelo 1 caracterizado pela equação 4. Assim, ele será estudado assim como o modelo 2 caracterizado pela equação 5.

$$M = -0.863949 + 0.035009PADF - 0.090130Eq. 4 \quad SX$$

$$M = -0.933338 + 0.036013 \quad PADF - Eq. 5 \quad 0.085422MED$$

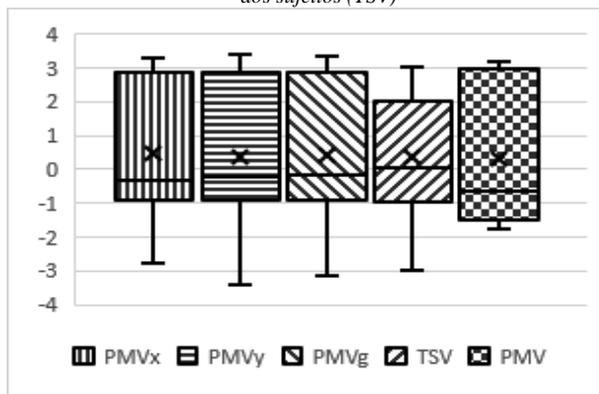
PADF = Pressão arterial diastólica no final da atividade; SX = sexo (1- feminino; 2- masculino); MED = uso de medicamentos

Os resultados dos testes de Wald realizados para cada modelo mostraram $p_value < 0,05$ assim como o resultado dos testes de verossimilhança realizado para os dois modelos. Assim, o modelo 1 inferi que as mulheres têm o metabolismo até 9,44% menor que o dos homens sujeitos da pesquisa. O modelo 2 inferi que o uso de medicamentos pode diminuir o metabolismo em até 10%. Ambos, para uma mesma pressão arterial têm uma influência maior no metabolismo do que o gênero e o uso de medicamentos.

Com os valores do metabolismo calculados pelos modelos 1 e 2, foram calculados os PMV's chamado

PMVx e PMVy. Estes foram comparados com os valores do PMVg, do PMV e do TSV conforme mostra a figura 2. Na figura 2 é possível observar que o metabolismo elaborado neste estudo gera um PMV que se adequa melhor a opinião dos sujeitos que o PMV obtido através da atividade na norma 7730 (2005). No entanto, está evidente também que este modelo está limitado pelo de Gilani, Khan & Ali (2016) que deu origem a ele.

Figura 2 - Comparação estatística dos PMV resultantes com a opinião dos sujeitos (TSV)



Fonte: elaborado pelo autor

5. CONCLUSÕES

Com base no estudo realizado é possível concluir que o metabolismo sofre influência do gênero e do uso de medicamentos que influenciam na forma como os sujeitos percebem o conforto térmico. Observa-se também que hábitos de estilo de vida como beber e fumar não exercem grande influência sobre o metabolismo para este caso.

Ocorre também a observação que as melhorias no cálculo do metabolismo fazem com que o PMV se adequa melhor à percepção térmica dos estudantes em ambientes com VDT climatizados, mas outras investigações se fazem necessárias no sentido de eliminar a limitação causada pelo uso do modelo de metabolismo de Gilani, Khan & Ali (2016) na elaboração do modelo.

6. REFERÊNCIAS

- Andreas, W. A., Lamberts, R. & Cândido, C. (2010). Thermal Acceptability Assessment In Buildings located in hot and humid regions in Brazil. *Building and Environment*, 1225-1232.
- ASHRAE (2003) ASHRAE Standard 55 – Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. Methods. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers, Inc.
- Attia, S. & Hensen, J.L.M. (2014). Investigating the Impact of Different Thermal Comfort Models for Zero Energy Buildings in Hot Climates, in *Proceedings 1st Int. Conf. on Energy and Indoor Environment for Hot Climates*, ASHRAE, February 24 - 26, 2014, Doha, Qatar.
- Auliciems, A. & Szokolay, S.V. (2007). *Thermal Comfort*. 2.ed. 4. ed. Queensland: PLEA Notes.
- Choi, J. H., Loftness, V. & Aziz, A. (2012). Post-occupancy evaluation of 20 office buildings as basis for future IEQ standards and guidelines. *Energy and Buildings*, 167-175.
- Daghigh, R. (2015). Assessing the thermal comfort and ventilation in Malaysia and the surrounding regions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 681-691.
- De Dear, R., Akimoto, T., Arens, E., Candido, C., Cheong, K., Li, B., . . . Zhu, Y. (2013). Progress in thermal comfort research over the last twenty years. *Indoor Air*, 442-461.
- Dhaka, S., Mathur, J., Brager, G., & Honnekeri, A. (2015). Assessment of thermal environmental conditions and quantification of thermal adaptation in naturally ventilated buildings in composite climate of India. *Building and Environment*, 17-28.
- Gilani, S. I.; Khan, M. H.; Ali, M. (2016) Revisiting Fanger's thermal comfort model using mean blood pressure as a bio-marker: An experimental investigation. *Applied Thermal Engineering*, 35-43.
- ISO 7726 (2002). Ergonomics of the thermal environment – Instruments for measuring physical quantities. Genève, Switzerland: International Standard Organization.
- ISO 7730 (2005) Ergonomics of the thermal environment – Analytical Determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria. Genève, Switzerland: International Standard Organization.
- ISO 8996 (2004). Ergonomics of the thermal environment – Determination of metabolic rate. Genève, Switzerland: International Standard Organization.
- Humphreys, M. A. & Nicol, J. F. (2002) The validity of ISO-PMV for predicting comfort votes in every-day thermal environments. *Energy and Buildings*, 667-684.
- Kim, J., Lim, J., Cho, S., & Young, G. (2015). Development of the adaptive PMV model for improving prediction performances. *Energy and Buildings*, 100-105.
- Luo, M., Zhouc, X., Zhua, Y. & Sundell, J. (2016). Revisiting an overlooked parameter in thermal comfort studies, the metabolic rate. *Energy and Buildings*, 152-159.
- Moreira, C., Monteiro, P. R. R., Góis, J. & Miguel, A. R. (2012). Comparative analysis of methods for determining the metabolic rate in order to provide a balance between man and the environment. In: *Segurança e Higiene Ocupacionais – SHO. – Livro de Resumos, Sociedade Portuguesa de Segurança e Higiene Ocupacionais (SPOSHO)*. 297-299.
- Nácul, F. E.; O'Donnell, J. M. (2009). *Surgical Intensive Care Medicine*. n.2. p. 68. Springer Science & Business Media.
- Regnier, C. (2012). Guide to Setting Thermal Comfort Criteria and Minimizing Energy Use in Delivering Thermal Comfort. *Energy Efficiency & Renewable Energy*, 1-17.
- Ricciardi, P. & Buratti, C. (2015). Thermal comfort in the fraschini theatre (Pavia, Italy): Correlation between data from questionnaires, measurements, and mathematical model. *Energy and Buildings*, 243-252.
- Zaki, S. A., Damiati, S. A., Rijal, H. B., Hagishima, A., & Razak, A. A. (2017). Adaptive thermal comfort in university classrooms in Malaysia and Japan. *Building and Environment*, 294-306.

Análise das condições térmicas: Estudo de caso de um laboratório de Geotecnia no Brasil

Analysis of thermal conditions: Case study in a Brazilian Geotechnical laboratory

Oliveira, A. D.; Zanin, R. F. B.; Giglio, T. G. F.; Dalto, J. L.

Federal University of Technology/State University of Londrina- Paraná, Londrina, Paraná, Brazil

ABSTRACT

Academic environments that require a high level of concentration can be hampered due to thermal stress or discomfort. In addition, thermal overload can result in health problems for people, such as dehydration and exhaustion. Therefore, this paper has aimed the evaluation of the thermal conditions of the Geotechnical Laboratory of the State University of Londrina. For this, it was used heat evaluation indexes indicated by the Regulatory Standards NR-15 and ISO 7243/2017, for thermal overload, and NR-17 and ISO 7730/2005 for thermal comfort. The results showed that the laboratory presents an unsanitary condition in the summer, with Corrected Effective Temperature Index (CET) and the relative humidity of the air above the limit allowed by the standard. Therefore, measures and actions are suggested to have a thermal comfort in the environment.

KEYWORDS: Heat; Thermal overload; Thermal comfort; Academic environment

1. INTRODUÇÃO

Embora o corpo humano funcione como uma máquina térmica, se adaptando às mais diferentes temperaturas do ambiente, existem certos limites que influenciam na saúde e no conforto das pessoas.

O agente físico calor pode causar o stress térmico, ocasionando diversos problemas ao indivíduo, tais como insolação, desidratação e choque térmico, colocando sua vida em risco. Este agente, aliado à velocidade e umidade relativa do ar, pode causar desconforto e atrapalhar o desempenho na realização das atividades das pessoas (Barbosa Filho, 2008).

Atividades desenvolvidas em ambientes escolares e universitários, que exigem um nível de concentração alto, dependem principalmente das condições ambientais, desde adaptações nas edificações até substituição e isolamento de equipamentos, para melhor eficiência na execução das tarefas.

No âmbito brasileiro, estudos vêm sendo realizados neste tipo de ambiente, baseando-se nas Normas Regulamentadoras NR-15 (Sobrecarga Térmica) e NR-17 (Conforto Térmico) (Brasil, 1978a e 1978b), para avaliação das condições térmicas a que alunos e professores estão submetidos. Outras normas internacionais, como a ISO 7243/2017 e 7730/2005 também têm sido utilizadas para avaliar tais as condições de conforto.

Portanto, este trabalho visa à caracterização do ambiente do Laboratório de Geotecnia da Universidade Estadual de Londrina (UEL), avaliando as condições térmicas a que os alunos e professores estão expostos, por meio do Índices de Bulbo Úmido-Termômetro de Globo (IBUTG), Temperatura Efetiva Corrigida (TEC), *Predicted Mean Vote* (PMV) e *Percentage of Dissatisfied* (PPD), propondo medidas que minimizem o desconforto térmico do ambiente.

A motivação para a realização deste estudo se deve por relatos de alunos e professores sobre a baixa

qualidade das condições térmicas do laboratório, acarretando prejuízo para o aprendizado e realização das atividades.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 *Local de Estudo*

O Laboratório de Geotecnia está localizado no campus da UEL. Este local pertence ao grupo de laboratórios do Centro de Tecnologia e Urbanismo (CTU), e nele são ministradas aulas práticas da disciplina de Mecânica dos Solos do curso de Engenharia Civil.

O laboratório possui uma área total de 404,25 m², no pavimento térreo, e de 211,53 m² no mezanino. A estrutura do laboratório é composta por pórticos pré-moldados em concreto e a vedação feita com alvenaria cerâmica. No salão, sala de técnicos e almoxarifado de equipamentos pesados não há lajes, assim como nas áreas do mezanino. No restante dos ambientes do térreo, há lajes de concreto armado de 10 cm de espessura.

Nos ambientes onde não há lajes, o pé direito alcança 6,65 m no ponto mais alto da cobertura, variando conforme a inclinação do telhado. Esta cobertura é composta por pórticos pré-fabricados e telhas de fibrocimento (Figura 1a). As paredes externas e internas possuem uma espessura acabada de 15 cm, feitas com blocos cerâmicos de 6 furos, e são revestidas internamente por chapisco e reboco, além de serem pintadas com cor clara (Figura 1b).

2.2 *Atividades desenvolvidas no ambiente*

O Laboratório de Geotecnia é utilizado para o desenvolvimento de atividades práticas de Mecânica dos Solos para turmas do curso de graduação em Engenharia Civil. Durante o maior número das aulas, os alunos e professores permanecem no salão. Como há duas situações de atividades metabólicas sendo realizadas, por alunos e professores, analisou-

se cada um dos casos separadamente, para facilitar o estudo. As classificações foram feitas segundo o Quadro 1 da NHO-06 e os valores expostos na Tabela 1.



Figura 1: Estrutura da cobertura e paredes internas.

2.3 Sobrecarga térmica

Para cálculo do IBUTG foi utilizado um conjunto calibrado de Termômetro de Globo Digital do modelo TGD-200 (composto por Termômetro de Globo “ t_g ”, Termômetro de Bulbo Natural “ t_{bn} ”, Termômetro de Bulbo seco “ t_{bs} ”, Display digital e Tripé).

Tabela 1: Taxas metabólicas alunos e professores

Atividades de	1ª parte da aula	2ª parte da aula
Alunos	105 kcal/h	150 kcal/h
Professores	170 kcal/h	150 kcal/h

As medições foram feitas no intervalo dos 60 minutos mais críticos de cada um dos três períodos de aulas, segundo as recomendações da NR. Como o ambiente em questão não possui exposição direta à radiação solar, não foram coletados os valores de t_{bs} para esta análise.

O conjunto foi posicionado no salão (ponto preto da Figura 2), a uma altura próxima ao do tórax dos indivíduos. Após a estabilização do conjunto, foram aferidos três valores de temperaturas dos dois termômetros (t_{bn} e t_g) a cada minuto, obtendo-se a média por minuto. Assim, por meio da Equação 1, calculou-se os valores de IBUTG para cada minuto do período analisado.

$$IBUTG = 0,7 * t_{bn} + 0,3 * t_g$$

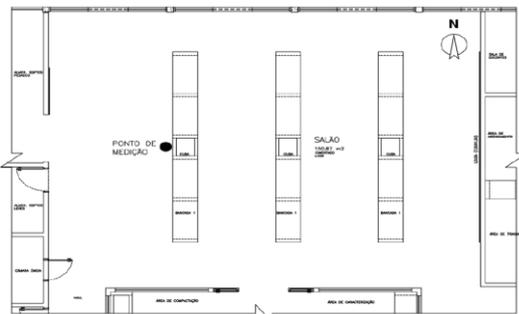


Figura 2: Ponto de medição.

Fonte: Modificado de PROPLAN/UFLA (2004)

Devido ao período de férias letivas, o laboratório não teve atividades durante o verão, época mais crítica do ano. Por isso, também foram aferidas as temperaturas no

outono, durante as aulas, com a presença das pessoas no ambiente.

2.4 Conforto térmico

Para a análise do Conforto Térmico do ambiente calculou-se a TEC. Foi utilizado os mesmos valores de t_{bn} e t_g obtidas anteriormente para o índice IBUTG. Para a coleta do t_{bs} e Umidade Relativa (UR), foi utilizado um data logger HOBO U12 da marca Onset.

A velocidade do ar “ v ” foi obtida com o uso de um termoanemômetro de fio quente, modelo TAFR 190 da marca Instrutherm. Além disso, foram calculados os Índices PMV e PPD por meio da Calculadora Berkeley®, baseado na ISO 7730/2005.

As coletas foram realizadas no mesmo ponto onde os outros equipamentos foram posicionados, Figura 2. As medidas foram feitas a cada 15 segundos durante 5 minutos, segundo o manual da Fundacentro (Brasil e Ruas, 1999).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Taxa metabólica ponderada

De acordo com o Quadro 1 de taxas metabólicas por tipo de atividade da NR-15, os alunos exercem uma atividade considerada leve, com uma taxa metabólica ponderada de 127,5 kcal/h. Já os professores, 160 kcal/h, exercem atividade considerada moderada.

Para aplicação da ISO 7243/2017 obtiveram-se os valores de taxa metabólica correspondentes a 82,8 W/m², para os alunos, e 103,9 W/m² para os professores.

3.2 Sobrecarga térmica

Os dados medidos foram avaliados para o período de verão, sem ocupação por pessoas e para o período de outono, durante a realização das aulas práticas. Foi feito um intervalo entre as leituras das 12:00h e 14:30h. Os valores para o período de verão podem ser vistos no gráfico da Figura 3, onde o IBUTG se encontra acima do limite para atividades moderadas e, no primeiro período de aula, acima do limite para atividades leves, com valor máximo de 31,83 °C, às 11 horas e 55 minutos do dia 23/02/2017.

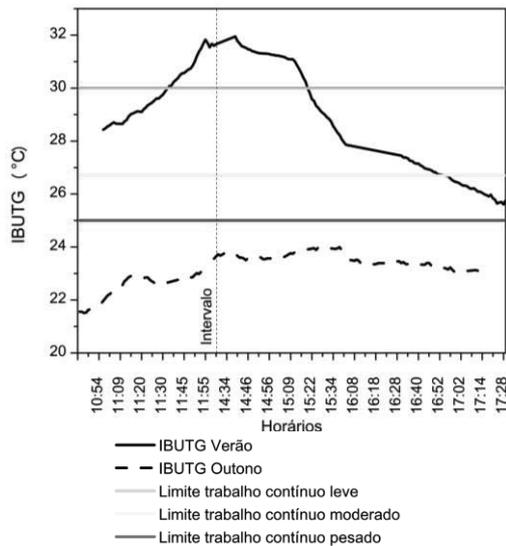


Figura 3: Gráfico de IBUTG, no Verão e no Outono.

Para confirmar os valores obtidos, foi utilizada a Tabela A1 da ISO 7243/2017, para as duas condições e mesmo valor de IBUTG, constatando-se a insalubridade do local classificado como classe de taxa metabólica 1.

Sendo assim, conforme o Quadro 1 da NR-15, com esses valores de IBUTG, os regimes de trabalho intermitente adequados, para alunos e professores, deveriam ser:

- Alunos: 15 minutos de trabalho e 45 minutos de descanso;
- Professores: Não é permitido o trabalho, sem a adoção de medidas adequadas de controle.

Este regime adequado não é adotado no laboratório, portanto, o ambiente é considerado insalubre para ambas as atividades desenvolvidas, no período do verão.

Ainda de acordo com o gráfico da Figura 3, da mesma forma que na época do verão, no outono o IBUTG não ultrapassou nenhum limite admitido para qualquer tipo de atividade, sendo o valor máximo de 24,03 °C, às 15 horas e 23 minutos e 15 horas e 30 minutos do dia 11/05/2017.

Sendo assim, conforme o Quadro 1 da NR-15, com esses valores de IBUTG medidos, o ambiente é considerado salubre para as atividades desenvolvidas, no período do outono.

Por fim, a influência da presença de pessoas no ambiente e as atividades desenvolvidas, o que só ocorreu durante as medições de outono, não é tão relevante, já que o IBUTG deste período foi significativamente menor que no verão. Esta análise mostra novamente que o problema do laboratório está na edificação, principalmente na cobertura.

3.3 Conforto térmico

Os parâmetros de conforto térmico obtidos se encontram na Tabela 2.

Tabela 2: Valores dos parâmetros de conforto térmico, no outono.

$V_{\text{médio}}$ (m/s)	t_{bs} (°C)	t_{bn} (°C)	t_g (°C)	UR (%)
0,0255	21,72	20,57	24,90	77,36

Assim, pelo método descrito no item 2.4., obtém-se um valor de TEC de 23,50 °C.

De acordo com os limites estabelecidos pela NR-17, o valor de TEC encontra-se acima do permitido. Portanto, a condição térmica do ambiente pode ser considerada de baixa qualidade, mesmo no período de outono, o que pode prejudicar as atividades desenvolvidas no laboratório, além de interferir na qualidade de aprendizado dos alunos e do desempenho durante as aulas dos professores.

Os resultados obtidos pela Calculadora Berkeley®, baseados na ISO 7730/2005, indicaram um PMV de 0,45, para os alunos, e 0,85, para os professores. Já para o PPD obteve-se os valores de 9%, para os alunos, e 20%, para os professores.

Estes resultados indicam que os alunos estão sob uma sensação térmica neutra, dentro dos padrões exigidos pela norma. Por outro lado, os professores encontram-se sob uma sensação ligeiramente quente, exigindo medidas mitigatórias para alívio do desconforto térmico.

4. MEDIDAS DE CONTROLE

Primeiramente sugere-se a alteração da cobertura, feita com telhas de fibrocimento ou a pintura das telhas já existentes e paredes externas com uma cor clara, possibilitando a reflexão da radiação solar, havendo transferência de menor quantidade de calor e resultando em uma temperatura interna mais agradável.

Outra opção, aliada à pintura das telhas, seria o uso de barreiras radiantes para minimizar a radiação de calor pela cobertura do laboratório. Este mecanismo depende da emissividade e refletividade do material utilizado. Assim, deve-se usar um produto com grande capacidade de reflexão e pouca emissividade de radiação de calor (Farey, 1994). Medina (2000) e Miranville et al. (2003), citam o uso de mantas finas metálicas como barreiras radiantes, geralmente revestidas de alumínio, que possui baixa emissividade.

Outra opção seria a instalação de barreiras físicas para sombreamento nas janelas contra a radiação solar direta, por exemplo, a instalação de brises horizontais ou o plantio de árvores (solução em longo prazo).

5. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos de IBUTG no verão, conclui-se que o Laboratório de Geotecnia da UEL se encontra em uma condição térmica insalubre, com pico de IBUTG na ordem de 31,95 °C, no verão, valor acima do limite permitido pela NR-15 e ISO 7243/2017 para as atividades desenvolvidas no local. Esta situação pode trazer danos à saúde dos usuários do laboratório, além de prejudicar a realização das atividades.

Em relação ao conforto térmico, conclui-se também que o ambiente está fora dos padrões exigidos pela NR-17, com uma TEC de 23,50 °C, valor acima do recomendado. O desconforto térmico foi confirmado para a situação dos professores pelas análises de PMV e PPD, segundo a ISO 7730/2005. Esta condição pode prejudicar

as atividades realizadas no laboratório, além de diminuir a qualidade de ensino e aprendizagem.

Já que a permanência dos alunos e professores no ambiente é pequena, conclui-se que uma ação sobre os indivíduos se torna inviável. Assim, as medidas de controle devem ser aplicadas na edificação.

Observando as características do ambiente, conclui-se que as principais causas da sobrecarga e do desconforto térmico do laboratório são o tipo de cobertura e a renovação de ar insuficiente devido ao tipo de janelas utilizadas. Por isso, esses dois pontos se tornam primordiais para a aplicação de medidas mitigatórias, minimizando tanto a sobrecarga quanto o desconforto.

Utilizando-se das medidas de controle sugeridas anteriormente, como a pintura do telhado e o uso de barreiras radiantes, o laboratório apresentará uma situação térmica mais confortável aos usuários, melhorando o ensino e aprendizado.

6. AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao laboratório de Geotecnia da UEL, e sua supervisora Prof.^a Dr.^a Raquel Souza Teixeira, por ceder o espaço para a coleta de dados.

7. REFERÊNCIAS

- Barbosa Filho, A. N. (2008). *Segurança do Trabalho e Gestão Ambiental*. 2^a. ed. São Paulo: Atlas S.A.
- Brasil, M. T. E. (1978a). *Norma Regulamentadora n.º. 15: Atividades e Operações Insalubres*.
- Brasil, M. T. E. (1978b). *Norma Regulamentadora n.º. 17: Ergonomia*.
- Brasil, M. T. E.; Ruas, Á. C. (1999). *Conforto térmico nos ambientes de trabalho*. São Paulo: Fundacentro.
- Farey, P. (1994). *Radiant energy transfer and radiant barrier systems in buildings*. Florida Solar Energy Center, Publication DN - 7. Cocoa, FL.
- Hoyt, T.; Schiavon, S.; Piccioli, A.; Cheung, T.; Moon, D.; Steinfeld, K. (2017). *CBE Thermal Comfort Tool*. Center for the Built Environment, University of California Berkeley, Retrieved from <http://comfort.cbe.berkeley.edu/>.
- International Organization for Standardization. (2005). *ISO 7730: Ergonomics of the thermal environment*
- International Organization for Standardization. (2017). *ISO 7243: Hot environments*.
- Medina, M. A. (2000). *On the performance of radiant barriers in combination with different attic insulation levels*. Energy and Buildings, v. 33, p. 31-40. University of Kansas. Lawrence, KS.
- Miranville, F.; Boyer, H.; Mara, T.; Garde, F. (2003). *On the thermal behaviour of roof-mounted radiant barriers under tropical and humid conditions: modelling and empirical validation*. Energy and Buildings, v.35, p. 997-1008. University of Reunion. Le Tampon, FR.

Avaliação do trabalho na colheita da cana-de-açúcar, segundo a percepção dos trabalhadores: Um estudo de caso

Evaluation of work in sugarcane harvesting, according to workers' perception: A study of a case

Barboza, Kaline¹; Gomes, Maria¹; Brandão, André²; Moraes, João¹; Gomes, Natália¹

¹Universidade Federal da Paraíba, Brazil

²Monteplan Engenharia, Brazil

ABSTRACT

The incorporation of new technologies to the productive processes has led to the need of men's adaptation to new organizational scenarios. Currently, the sugar-energy sector configures this scenario once it has been going through a phase in which mechanization is increasingly evident. One of the great strategies is to provide favorable conditions for the best possible performance of the workforce with the guarantee of a job causes neither illness and nor death. A survey of information was made and later the field research was planned where a questionnaire was applied focusing on aspects related to the model of Walton (1973) together with other criteria addressed in the model of Fernandes resulting in a total of fourteen dimensions, which involve criteria that are determinant for a more robust evaluation, and having the Likert scale as a reference to express the opinion of the workers. The results show that despite the hard work, intense rhythm and constant exposure to physical and biological risks, aggravated by the fact that the work is done in the open air, the actions implemented by the company soften the suffering of the worker, contributing to a better quality of life at work which helps to cope with the adversities of the work in the sector.

KEYWORDS: work conditions, outdoor work, sugarcane industry, rural worker

1. INTRODUÇÃO

Na conquista pelo reconhecimento do seu valor, o homem está cada vez mais inserido como o grande articulador do sucesso de qualquer negócio. Os aspectos que compreendem a interação entre as pessoas no ambiente de trabalho, os novos desafios a serem enfrentados, o atingimento de metas e os valores são aspectos característicos de empresas que lidam constantemente com mudanças imprescindíveis para o desenvolvimento de estratégias que acompanhem o aumento da complexidade das relações de mercado e das exigências da sociedade (MORAES et al, 1990).

Um grande desafio para o setor, na visão de Martins et al. (2014), consiste de um lado na necessidade em adotar inovações tecnológicas e de outro tornar-se um setor que apresenta uma nova performance no que diz respeito as atitudes tomadas em relação à mão de obra.

Nesse contexto a promoção da qualidade de vida no trabalho se constitui uma ação relevante pois induz além da implementação de práticas que propiciem o desenvolvimento do potencial dos recursos humanos, deve oferecer condições de trabalho reconhecendo suas mais variadas e amplas necessidades.

A princípio, se pode pensar que as exigências por melhor qualidade de vida refiram-se apenas à remuneração, mas é especialmente no que se refere à necessidade de melhoria das condições de trabalho e na questão psicossocial que as mudanças demandarão um novo comportamento por parte das organizações.

1.1. Objetivos

Analisar os aspectos relativos às condições de trabalho na colheita da cana-de-açúcar, bem como as ações da empresa afim de amenizar as condições degradantes de trabalho, segundo a percepção dos trabalhadores.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Inicialmente foi feita uma pesquisa bibliográfica em livros, artigos e coleta de dados em documentos, estatísticas de órgãos oficiais, bem como nas leis vigentes. Após o levantamento de informações, foi planejada a pesquisa de campo onde foram realizadas observações *in loco* e aplicação de questionários com afirmações relacionadas a cada dimensão constante no Tabela 1, tendo como referência para expressar as opiniões dos trabalhadores a escala de Likert (5 concordo totalmente, 4 concordo, 3 indiferente, 2 discordo e 1 discordo totalmente). A amostra é constituída pelos cortadores de cana, que estão em atividade. O método de amostragem usado foi por conglomerados e efetuou-se uma amostragem aleatória para o grupo de trabalhadores. A população do campo é igual a 700 empregados, então uma amostra aleatória para população finita (considerando um erro igual a 5%, nível de confiança igual a 95% e proporção de respondentes igual a 0,5) atinge um total de 239 trabalhadores (cortadores de cana).

Tabela 1: Dimensões contempladas na pesquisa

DIMENSÕES	
Walton (1973)	Fernandes (2006)
1. Condições de Trabalho	7. Saúde
2. Uso de desenvolvimento e capacidade	
3. Oportunidade de Crescimento e Segurança	
4. O Trabalho e o Espaço Total de Vida	
5. Relevância Social da Vida no Trabalho	
6. Compensação Justa e Adequada	

Os dados coletados foram tratados mediante a utilização da estatística descritiva, para tanto, utilizou-se o software *Microsoft Excel 2010*, que possui pacotes específicos para essa finalidade. O uso dessa técnica permitiu uma visão global dos valores, por meio de tabelas e gráficos, das variáveis abordadas pelo questionário.

2. RESULTADOS

2.1. O ambiente de trabalho

Foram identificados itens importantes a serem relacionados à segurança e saúde dos trabalhadores, por exemplo. A empresa disponibiliza alojamento apropriado para comportar os trabalhadores migrantes que necessitam utilizá-lo, um refeitório gerenciado de forma organizada, oferecendo boas condições de higiene e uma alimentação balanceada, orientada por nutricionista.

As atividades da empresa iniciam no ambiente externo que compreendem às atividades desenvolvidas no campo, onde é cultivada a matéria-prima no período da entressafra e na safra a cana-de-açúcar é coletada e expedida para a unidade industrial.

O trabalho no corte da cana é marcado por um ritmo acelerado, tendo em vista que deve estar perfeitamente articulado com as metas de produção que demandam uma jornada exaustiva dos trabalhadores. É apenas uma parte de um processo industrial que demanda todo um preparo logístico.

O corte de cana é realizado como mostra a Figura 1, ao ar livre, sob o sol, com o trabalhador equipado com uma vestimenta composta de botas com biqueira de ferro, calças de brim, perneiras de couro até o joelho contendo três barras de ferro frontais, camisa de manga comprida, chapéu, lenço no rosto e pescoço, óculos e luvas de raspa de couro.

Figura 1: Trabalho no corte de cana



A cana cortada é transportada por máquinas presentes na colheita manual, que depois de organizadas em montes são levadas às caçambas que tem por função receber a cana cortada, para serem levadas por tratores ou até mesmo pelos próprios caminhões. Terminado o carregamento das caçambas a cana é transportada através de caminhões para usina.

Os trabalhadores do corte contam com uma área de vivência para cada turma, que correspondem a estruturas desenvolvidas para o bem-estar dos trabalhadores, conforme mostra a Figura 2.

Figura 2: Área de vivência para trabalhadores do campo



As áreas de vivência para o trabalho rural são projetadas conforme exigências da Norma Regulamentadora NR 31, que institui aos produtores, fazendas e outros empregadores do campo a fornecerem um local para garantir aos trabalhadores alimentação e higienização com conforto e segurança. Portanto tal estrutura é composta por dois banheiros, mesa para refeição e bebedouro com água refrigerada.

Estas áreas são projetadas com espaço suficiente para que os trabalhadores realizem suas refeições e pausas para descanso que correspondem um total de quatro intervalos por jornada e ainda contam com estrutura que atende às necessidades fisiológicas.

3.2 A percepção dos trabalhadores

Apesar das condições de trabalho característicos do setor, a percepção dos trabalhadores sobre a QVT foi obtida, como evidenciado na metodologia, a partir da aplicação de um questionário, tendo como referência o modelo de Walton (1979) e Fernandes (2006). As questões focaram aspectos relevantes das situações de trabalho na produção sucroenergética.

A partir das 7 dimensões destacadas na metodologia, e as 23 questões à elas relacionadas identificou-se 2 com percepção negativa, a primeira trata da dificuldade na execução do trabalho, que pertence a dimensão uso e desenvolvimento de capacidades, onde a maioria dos trabalhadores, 80,72%, discordam totalmente da afirmação que trata sobre a facilidade da execução do trabalho, comprovando o que afirma Fredo et. al. (2008) que considera o trabalho na colheita manual como um dos mais árduos do meio rural brasileiro destacando a intensificação no ritmo de trabalho e aumento do desgaste físico e mental dos trabalhadores, e a segunda faz parte da dimensão oportunidade de crescimento e segurança, onde para 86,75% dos trabalhadores a empresa deixa a desejar com relação ao aprimoramento e aquisição de conhecimentos, os treinamentos deveriam ser mais constantes e bem estruturados, inclusive com tempo de ocorrência programado, facilitando a sua capacitação.

Dentre as dimensões melhores avaliadas estão: condições de trabalho, integração social na organização, constitucionalismo, relevância social da vida no trabalho, relação chefe funcionário, biológicas e tecnologia.

3. DISCUSSÃO

Apesar do trabalho desenvolvido no campo possuir características que demandam do trabalhador um intenso esforço físico e uma exposição constante a diversos riscos, principalmente físicos e biológicos, além de ser considerado, pelos trabalhadores, monótono e difícil de ser executado, as iniciativas da empresa em busca de melhores condições de trabalho, como fornecimento dos instrumentos necessários, os cuidados com a saúde dos trabalhadores, o bom relacionamento chefe-funcionário, são reconhecidas pelos trabalhadores o que gera uma satisfação, que pode ser evidenciada nas respostas obtidas por meio do questionário utilizado nessa pesquisa.

Outro fator que influencia positivamente na qualidade de vida nas atividades do campo é a forma como é organizado o trabalho, que se dá através de equipes lideradas por trabalhadores que antes eram cortadores de cana, como os demais, proporcionando um ambiente de trabalho amigável e de fácil acesso para que todos possam expressar suas opiniões aos seus superiores, além de demonstrar um interesse da empresa em proporcionar oportunidades de crescimento profissional para esses trabalhadores.

Todos esses fatores, aliados ao cumprimento dos direitos dos trabalhadores previstos por lei e de uma política de remuneração justa, geram uma imagem positiva da empresa para seus funcionários, que influencia proporcionalmente o modo como estes executam suas atividades.

4. CONCLUSÕES

A avaliação da qualidade de vida nas atividades do campo da destilaria em questão a partir da percepção dos trabalhadores sugere que embora o trabalho seja árduo, exposto a diversos riscos e com alta demanda de esforço físico, as iniciativas da empresa em busca de melhores condições de trabalho são percebidas pelos trabalhadores de forma positiva.

5. REFERÊNCIAS

- AGENCIA BRASIL (2014). Condições adequadas são essenciais para evitar acidentes de trabalho. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/saude/2014/12/condicoes-adequadas-sao-essenciais-para-evitar-acidentes-de-trabalho>. Acesso em 02 de dezembro de 2017.
- BELANGER, Marc. In: FERNANDES, E. C. Qualidade de Vida no Trabalho. 3. ed. Salvador: Casa da Qualidade, 1996.
- FARIA, I.D. (2012). Saúde mental e trabalho rural no processo de reestruturação produtiva de uma empresa do setor sucroalcooleiro em Minas Gerais – Brasil. [Dissertação de mestrado] UFMG.
- FERNANDES, E. Qualidade de vida no trabalho – Como medir para melhorar. Bahia: Casa da Qualidade, 1996.
- FREDO, C. E.; OTANI, M. N.; BAPTISTELLA, C. S. L.; VICENTE, M. C. M. Recorde na geração de empregos formais no setor agropecuário paulista em 2006. Análises e Indicadores do Agronegócio, 2008.
- GUIMARÃES, D.H. (2015) Um pacto nacional de longo prazo. Revista Opiniões.
- MARTINS, F. A.; MARTIM, T.; CORRÊA, A.M.; OLIVEIRA, F.F. A produção do etanol de segunda geração a partir do bagaço da cana-de-açúcar. Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de produção- RelainEP. V.2 nº3 Jul/Dez 2014.
- MORAES et al (1990). Qualidade de vida no trabalho: uma pesquisa de diagnóstico com administradores cujo trabalho é mediado pelo computador. In Reunião Anual da ANPAD, Florianópolis, SC (Anais) Florianópolis, SC : ANPAD, 1990, v.6, p.343-366.
- WALTON, R. E. Criteria for quality of work life. New York: The free, 1975.

Exposure to particles in veterinary clinical practice – Exploratory study

Viegas, Susana^{1,2}; Assunção, Ricardo^{3,4}; Carolino, Elisabete¹; Viegas, Carla^{1,2}

¹ GIAS, ESTeSL - Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa, Instituto Politécnico de Lisboa, Lisbon, Portugal.

² Centro de Investigação em Saúde Pública, Escola Nacional de Saúde Pública, Universidade NOVA de Lisboa.

³ INSA - Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge, Lisbon, Portugal.

⁴ CESAM - Centre for Environmental and Marine Studies (UID/AMB/50017/2013), University of Aveiro, Aveiro, Portugal

ABSTRACT

Several papers have reported that livestock workers have an increased risk of developing respiratory diseases as a result of chronic inhalation exposure to organic dust in farm animal production facilities. However, for veterinarians most of the published studies are related with zoonoses and only a few papers have been dedicated to occupational health in small-animal veterinary practices. An exploratory study was developed aiming to perform a first assessment in the particles contamination and to identify the presence of other risk factors that should be tackled in future studies. Results showed that 0.3 µm particles have higher counts with statistically significant differences when compared with the other sizes and 10.0 µm particles obtained the lowest counts. The location in the clinic with higher contamination was the treatment, preparation and recover room. Important to consider that smaller particles presented the higher counts and this can imply local and systemic health effects in workers due to the capacity of these particles to reach alveoli. Moreover, particles may act as a carrier and a source of nutrients for fungi and bacteria and their metabolites such as endotoxins and mycotoxins. This exploratory study allowed to conclude that additional studies focused on several contaminants are needed in this occupational environment. Additionally, the number of animals and tasks performed seems to influence particles contamination and, probably, the presence of others risk factors.

KEYWORDS: veterinary clinical practice, occupational health, particles exposure

1. INTRODUCTION

Several papers already reported that livestock workers have an increased risk of developing respiratory diseases, such as asthma-like syndrome, rhinosinusitis, hypersensitivity pneumonitis, organic dust toxic syndrome, chronic obstructive pulmonary disease (COPD) and chronic bronchitis, as a result of chronic inhalation exposure to organic dust in farm animal production facilities (Faria et al., 2006; Viegas et al., 2013a; Viegas et al., 2013b; McClendon et al., 2015). However, for veterinarians most of the published studies are related with zoonoses and mostly describing the risk in animal farms when veterinarians are handling livestock.

On the contrary, few papers have been dedicated to occupational health in small-animal veterinary practices (D'Souza et al., 2009; Epp & Waldner, 2012; Chen et al. 2016). All papers mentioned that even when working with small animals there are several risks that should be considered namely, physical (X-rays), chemicals (use of gas or injectable anesthetics, and administer cytotoxic drugs) and, of course, biological agents (fungi, bacteria and virus). However, there are no data reporting exposure to the mixture of these risk factors and identification of the workplace conditions that can enhance exposure.

This exploratory study intended to give a first assessment in the particles contamination in a veterinary clinical practice. Additionally, the study also aimed to recognize what variables can influence contamination and to identify the presence of other risk factors that should be tackled in future studies.

2. MATERIALS AND METHODS

One veterinary clinic located in Lisbon, Portugal, accepted to participate in this exploratory study after the aim of the study was explained by the researchers involved.

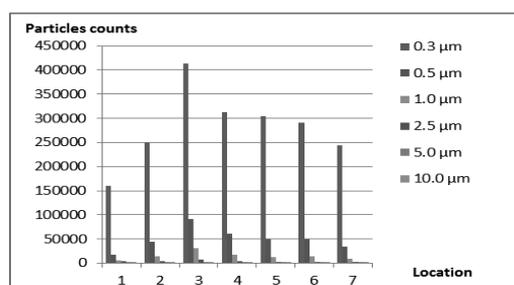
Particles measurements were performed using a portable direct-reading equipment (Lighthouse, model 3016 IAQ) that gives information regarding particle number concentration (PNC) by each diameter size. Particles results are given in 6 different diameter sizes, namely: 0.3 µm, 0.5 µm, 1 µm, 2.5 µm, 5 µm and 10 µm. The measurements were conducted near the respiratory system of the workers involved on the tasks being performed. One measurement with the duration of 5 min was done in each location. The measurements were performed with the typical conditions regarding ventilation, number of workers and tasks being developed in each location. The locations were selected based on the time the workers spend in each location. The considered locations for measurements were selected according to the places where workers spend more time and included: reception of patients (1), examination room (2), treatment, preparation and recover room (3), imaging diagnostic room (4), chemotherapy administration room (5), equipment washing room (6) and, workers canteen area (7).

The data were analyzed in statistical software SPSS version 24.0 for Windows. The results are considered significant at the 5% significance level. To test the normality of the data, the Shapiro-Wilk test was used. To compare particles counts of different sizes, the Friedman test was used. When statistically significant

differences were detected, the Friedman multiple comparison test was used.

3. RESULTS

Results showed that the smaller particles (0.3 μm) have higher counts in all the locations and with statistically significant differences when compared with the other sizes. In opposite result, 10.0 μm particles obtained the lowest counts in all the locations. The location with higher contamination was the treatment, preparation and recover room (Figure 1).



1 - Reception of patients; 2- examination room; 3-Treatment, preparation and recover room; 4 - Imaging diagnostic room; 5 - Chemotherapy administration room; 6 - Equipment washing room; 7 - Workers canteen area.

Figure 1. Particles counts distribution in each location

4. DISCUSSION

It is important to bear in mind that particles may act as a carrier and a source of nutrients for fungi and bacteria, already stated in several published work (Pedersen et al., 2000; Becker et al., 2002; Taylor, 2002; Milner, 2009; Tsapko et al., 2011; Viegas et al., 2016). Particles can also be rich in endotoxins from the cell wall of gram-negative bacteria and are also associated with mycotoxins produced by several fungi (Zock et al., 1995; Allermann and Poulsen, 2000; Viegas et al., 2013). Thus, exposure to particles can promote exposure to other contaminants such as biological agents and other chemicals.

The fact that the smaller particles presented the higher counts can result in local and systemic health effects since these particles can reach alveoli and consequently could be disseminated and act in all the organism, depending of their chemical and biological composition (Brown et al., 2013).

The higher results obtained in the treatment, preparation and recover room is probably due to the fact that this location has normally the higher number of workers performing different tasks and also has the higher number of animals in cages waiting for treatment or recovering from the treatment. The three areas with lower contamination are the ones where there are no animals (reception of patients, examination room and canteen area) or animal's interventions are not performed.

5. CONCLUSIONS

This exploratory study allowed to conclude that additional studies focused on several contaminants are needed in this occupational environment. Therefore, in future studies attention should be given to what can be the organic dust composition, namely its chemical and

microbiological content. This will facilitate a more precise risk assessment.

Additionally, the number of animals and tasks performed seems to influence particles contamination and, probably, others risk factors.

6. ACKNOWLEDGMENTS

The authors are grateful to the Instituto Politécnico de Lisboa, Lisbon, Portugal for funding the Project "Cyto-Vet – Occupational exposure to antineoplastic drugs in veterinary settings" (IPL/2016/CYTO_VET_ESTeSL).

7. REFERENCES

- Allermann, L., Poulsen, O. M. (2000). Inflammatory Potential of Dust from Waste Handling Facilities Measured as IL-8 Secretion from Lung Epithelial Cells In Vitro. *The Annals of Occupational Hygiene*, 44 (4): 259-269.
- Becker, S., Fenton, M. J., Soukup, J. M. (2002). Involvement of microbial components and toll-like receptors 2 and 4 in cytokine responses to air pollution particles. *American Journal of Respiratory Cell and Molecular Biology*, 27(5): 611-618.
- Brown, J., Gordon, T., Price, O., Asgharian, B. (2013). Thoracic and respirable particle definitions for human health risk assessment. *Particle and Fibre Toxicology*, 10: 12.
- Chen, C., Liu, B., Hsu, C., Liu, C., Liao, A., Chou, C. & Lin, C. (2016). Bioaerosol investigation in three veterinary teaching hospitals in Taiwan. *Taiwan Veterinary Journal*, 42 (4):1-7
- Faria, N., Facchini, L.A., Fassa, A.G., Tomasi, E. (2006). Farm work, dust exposure and respiratory symptoms among farmers. *Revista de Saúde Pública*, 40(5), 827-836.
- McClendon, C.J., Gerald, C.L., Waterman, J.T. (2015). Farm Animal Models of Organic Dust Exposure and Toxicity: Insights and Implications for Respiratory Health. *Curr Opin Allergy Clin Immunol.*, 15(2), 137-144.
- Pedersen, S., Nonnenmann, M., Rautiainen, R., Demmers, T., Banhazi, T., and Lyngbye, M. (2000). Dust in pig buildings. *J. Agric. Safety Health*, 6,261-274.
- Viegas, S., Mateus, V., Almeida-Silva, M., Carolino, E., Viegas, C. (2013a) Occupational Exposure to Particulate Matter and Respiratory Symptoms in Portuguese Swine Barn Workers. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A: Current Issues*, 76:17, 1007-1014.
- Taylor, D. (2002). Dust in the wind. *Environ. Health Perspect.* 110, A80-A87.
- Tsapko, V., Chudnovets, A., Sterenbogen, J., Papach, V., Dutkiewicz, J., Skórska, C.,
- Krysinska, T., and Golec, M. (2011). Exposure to bioaerosols in the selected agricultural facilities of the Ukraine and Poland—A review. *Ann. Agric. Environ. Med.*, 18, 19-27.
- Milner, P. (2009). Bioaerosols associated with animal production operations. *Bioresource Technol.* 100: 5379-5385.
- Viegas, S., Faísca, V.M., Dias, H., Clérigo, A., Carolino, E., Viegas, C. (2013b). Occupational Exposure to Poultry Dust and Effects on the Respiratory System in Workers. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A: Current Issues*, 76:4-5, 230-239.
- Viegas, C., Faria, T., Carolino, E., Sabino, R., Quintal Gomes, A., Viegas, S. (2016). Occupational exposure to fungi and particles in one Portuguese animal feed industry - a preliminary study. *Medycyna pracy*, 67, 2.
- Zock, J. P., Heederik, D., Kromhout, H. (1995). Exposure to dust, endotoxin and microorganisms in the potato processing industry. *Annals of Occupational Hygiene*, 39(6): 841-854.

Clima de Segurança Física e *Burnout*: Efeitos nos Comportamentos de Segurança Física dos Enfermeiros

Physical safety climate and burnout: Effects on nurses' physical safety behaviors

Melo, Emanuel; Sousa, Cátia; Sousa, António¹; Gonçalves, Gabriela²

¹CIMA ISE, Universidade do Algarve, Portugal

²CIEO FCHS, Universidade do Algarve, Portugal

ABSTRACT

The nursing profession is often associated with burnout and exposure to risk factors. Thus, it is the objective of this study to analyze the effects of the physical safety climate and burnout, on the physical safety behaviors of nurses. The sample consisted of 150 Portuguese nurses (34 men and 116 women), aged between 22 and 52 years ($M = 32.19$; $SD = 6.405$). The results of multiple linear analysis allowed us to observe that the physical safety climate variable is a predictor of physical safety behaviors. Although burnout presents negative correlations with the physical safety behaviors variable, it did not present a predictive effect. Future studies should reinforce the identification of predictors of safety behaviors, and organizations should develop and promote healthy work environments that aim to increase the physical and psychological well-being of their employees.

KEYWORDS: physical safety climate, burnout, physical safety behaviour, nurses

1. INTRODUÇÃO

A segurança ocupacional desenvolveu-se com o objetivo de reduzir ou, preferencialmente, eliminar incidentes, acidentes e lesões no desempenho do trabalho. A par das deficiências em processos e equipamentos de produção, o desempenho de segurança surge como causa para *outcomes* de segurança negativos. O desempenho da segurança é definido como “os comportamentos dos indivíduos na execução de todas as tarefas e na promoção da saúde e segurança dos trabalhadores, dos clientes, do público e do meio ambiente” (Burke, Sarpy, Tesluk & Smith-Crowe, 2002). Estes comportamentos podem ser de conformidade de segurança ou participação na segurança, por exemplo (Neal & Griffin, 2002; Neal, Griffin & Hart, 2000). Conformidade diz respeito ao cumprimento de normas e procedimentos de segurança e participação refere-se ao apoio aos colegas e na promoção do cumprimento das normas e procedimentos de segurança no local de trabalho (Neal et al., 2000). Entre as variáveis antecedentes dos comportamentos de segurança, destaca-se o clima de segurança, que regula os comportamentos de segurança dos empregados, minorando os comportamentos de risco (Bronkhorst, 2015; Cornelissen, Van Hoof, & De Jong, 2017).

Assim, um reduzido clima de segurança, principalmente em profissões de elevado desgaste, como é o caso dos enfermeiros, pode potenciar determinadas consequências, não só a nível físico, mas também a nível psicológico, como por exemplo, o *burnout*.

O clima de segurança física diz respeito à perceção das políticas, procedimentos e práticas relativas à importância e ao valor que as organizações atribuem à segurança dentro das suas instalações.

Por outro lado, e associado à profissão de enfermagem está o *burnout* (e.g., Gundersen, 2001; Marôco et al., 2016), entendido como o resultado de uma experiência de stresse profissional contínua e prolongada (Maslach & Schaufeli, 1993). Caracteriza-se pela fadiga física e mental extrema e pela exaustão emocional. O *burnout*

apresenta consequências negativas não só para os colaboradores, mas também para as organizações, já que está associado ao absentismo, internamentos hospitalares devido a perturbações mentais e cardiovasculares e fraco desempenho no trabalho (Maslach & Jackson, 1981).

Uma vez que os profissionais de enfermagem se encontram, frequentemente expostos a fatores de risco (e.g., Suñer-Soler et al., 2014) é objetivo deste estudo analisar os efeitos do clima de segurança física e do *burnout*, nos comportamentos de segurança física dos enfermeiros.

2. MATERIAIS E MÉTODO

A amostra deste estudo é composta por 150 enfermeiros, 34 homens e 116 mulheres, com idades compreendidas entre os 22 e os 52 anos ($M = 32,19$; $DP = 6,405$). A maioria dos enfermeiros tem um contrato sem termo ($n = 134$, 89,3%) e trabalha em regime de full-time ($n = 146$, 97,3%). Quanto às habilitações literárias, a maioria possui uma licenciatura ($n = 111$, 74%) e cerca de 56,7% dos participantes são naturais das regiões do Algarve e Alentejo.

Os questionários, em formato digital e aplicados online (através da plataforma Google Drive), garantiram as considerações éticas de confidencialidade e anonimato e contemplavam, para além das questões sociodemográficas, as seguintes escalas:

Escala de Clima de Segurança Física (Physical Safety Climate Scale) – adaptação para a população Portuguesa de Sousa et al. (2017) da escala originalmente desenvolvida por Bronkhorst (2015). Composta por 12 itens ($\alpha = 0,93$) e 4 dimensões (prioridade: $\alpha = 0,82$; empenhamento: $\alpha = 0,95$; comunicação: $\alpha = 0,88$; e participação: $\alpha = 0,70$), avaliados numa escala de Likert de 5 pontos (1 – Discordo totalmente a 5 – Concordo totalmente).

Burnout – escala de Shirom-Melamed Burnout Measure (SMBM) de Shirom e Melamed (2006), composta por 14 itens ($\alpha = 0,96$) e três subescalas:

1) cansaço físico ($\alpha = 0,94$); 2) cansaço cognitivo ($\alpha = 0,97$); e 3) exaustão emocional ($\alpha = 0,94$). Os itens são respondidos numa escala tipo “Likert” de 7 pontos (1 = Nunca; 7 = Sempre).

Escala de Comportamentos de Segurança (Physical Safety Behavior Scale) - desenvolvida por Bronkhorst (2015) e baseada no trabalho de Neal e Griffin (2006). É composta por 6 itens ($\alpha = 0,86$), dividida em duas subdimensões: conformidade ($\alpha = 0,88$) e participação ($\alpha = 0,81$) face à segurança física, avaliadas através de uma escala crescente de 5 pontos (1 – Discordo totalmente a 5 – Concordo totalmente).

Os dados foram analisados com recurso ao software estatístico SPSS (v. 22).

3. RESULTADOS

Na tabela 1 é possível observar as médias e desvios-padrão das variáveis em estudo. Relativamente ao clima de segurança, a dimensão com média mais elevada é o empenhamento ($M = 2,59$; $DP = 0,93$) e a dimensão com média mais baixa é a prioridade ($M = 2,31$; $DP = 0,95$). No que concerne ao *burnout*, o cansaço físico é a dimensão com média mais elevada ($M = 4,15$; $DP = 1,56$) e a exaustão emocional, a dimensão com menor média ($M = 2,70$; $DP = 1,51$). Quanto ao comportamento de segurança, a conformidade apresenta uma média de 3,65 ($DP = 0,71$) e a dimensão participação uma média de 3,31 ($DP = 0,89$).

Tabela 1. Médias e desvios-padrão das variáveis em estudo

	M	DP
Clima Segurança Física	2,42	0,82
Prioridade	2,31	0,95
Empenhamento	2,59	1,12
Comunicação	2,33	0,93
Participação	2,45	0,86
Burnout	3,50	1,40
Cansaço físico	4,15	1,56
Cansaço cognitivo	3,20	1,62
Exaustão emocional	2,70	1,51
Comportamentos Segurança Física	3,49	0,71
Conformidade	3,65	0,71
Participação	3,31	0,89

Uma análise correlacional entre as variáveis permitiu observar que as três dimensões do *burnout* (tabela 2) se correlacionam negativamente com as quatro dimensões do clima de segurança física ($p \leq 0,05$) e com ambas as dimensões do comportamento de segurança física ($p \leq 0,05$). Também as quatro dimensões do clima de segurança se correlacionam positivamente com as dimensões do comportamento de segurança ($p \leq 0,05$).

Tabela 2. Correlações com a variável Burnout

	Burnout	Cansaço Físico	Cansaço Cognitivo	Exaustão Emocional
Clima				
Segurança Física	-0,47**	-0,43**	-0,42**	-0,36**
Prioridade	-0,42**	-0,39**	-0,38**	-0,32**
Empenhamento	-0,40**	-0,36**	-0,35**	-0,35**
Comunicação	-0,47**	-0,44**	-0,42**	-0,37**
Participação	-0,40**	-0,38**	-0,38**	-0,27**
Comportamentos				
Segurança Física	-0,17**	0,14**	-0,15**	-0,17**
Conformidade	-0,13*	-0,11*	0,15**	-0,09*
Participação	-0,17**	-0,15**	-0,12*	-0,22**

** $p \leq 0,01$; * $p \leq 0,05$

A análise linear múltipla apenas permitiu identificar a variável clima de segurança física geral ($\beta = 0,350$; $t_{(147)} = 4,53$; $p = 0,000$) e a sua dimensão comunicação ($\beta = 0,324$; $t_{(141)} = 2,18$; $p = 0,031$) como preditores significativos dos comportamentos de segurança física. Este modelo é estatisticamente significativo, explicando cerca de 14,6% dos comportamentos de segurança ($F_{(8,147)} = 3,45$; $p = 0,002$; $R^2 = 0,146$). Nenhuma das dimensões do *burnout* apresentou resultados estatisticamente significativos enquanto preditores dos comportamentos de segurança.

4. DISCUSSÃO

Este estudo teve como objetivo analisar o efeito preditor do clima de segurança física e do *burnout* sobre os comportamentos de segurança física numa amostra de enfermeiros. Foi possível observar que apenas o clima de segurança física, e a sua dimensão comunicação apresentaram resultados estatisticamente significativos sobre os comportamentos de segurança, contribuindo em cerca de 14,6% para a sua explicação. Contudo, a análise correlacional identificou que o *burnout* (cansaço físico, cansaço cognitivo e exaustão emocional) apresenta uma correlação negativa e estatisticamente significativa, quer com as dimensões do clima de segurança quer com os comportamentos de segurança. Ou seja, quanto mais elevados os níveis de *burnout* menor a percepção de clima de segurança e menor a adoção de comportamentos de segurança por parte dos enfermeiros. Um olhar atento às médias das variáveis em estudo, indica também que a amostra apresenta uma percepção relativamente baixa acerca do clima de segurança promovido pelas suas organizações. Face à importância da regulação dos comportamentos de segurança dos colaboradores, estudos futuros devem reforçar a identificação dos preditores dos comportamentos de segurança e contemplar outras profissões consideradas de risco, tendo em vista um

estudo comparativo. Estudos cross-cultural poderão igualmente ser de interesse.

5. CONCLUSÃO

É fundamental que as organizações desenvolvam e promovam ambientes de trabalho saudáveis, que visem aumentar o bem-estar físico e psicológico dos seus colaboradores, nomeadamente, em profissionais de alto risco, como é o caso dos enfermeiros.

6. AGRADECIMENTOS

Este artigo é financiado por Fundos Nacionais através da FCT - Fundação para a Ciência e a Tecnologia no âmbito do projeto UID/SOC/04020/2013.

7. REFERÊNCIAS

- Bronkhorst, B. (2015). Behaving safely under pressure: The effects of job demands, resources, and safety climate on employee physical and psychosocial safety behavior. *Journal of Safety Research*, 55, 63–72. DOI: 10.1016/j.jsr.2015.09.002
- Burke, M. J., Sarpy, S. A., Tesluk, P. E., & Smith-Crowe, K. (2002). General safety performance: A test of a grounded theoretical model. *Personnel Psychology*, 55(2), 429–457. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1744-6570.2002.tb00116.x>
- Cornelissen, P. A., Van Hoof, J. J., & De Jong, M. D. T. (2017). Determinants of safety outcomes and performance: A systematic literature review of research in four high-risk industries. *Journal of Safety Research*, 62, 127–141. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsr.2017.06.009>
- Gundersen, L. (2001). Physician Burnout. *Annals of Internal Medicine*, 135, 145–148. DOI: 10.7326/0003-4819-135-2-200107170-00023
- Marôco, J., Marôco, A., Leite, E., Bastos, C., Vazão, M., & Campos, J. (2016). Burnout em Profissionais da Saúde Portugueses: Uma Análise a Nível Nacional. *Acta Médica Portuguesa*, 29(1), 24–30. DOI: 10.20344/amp6460
- Maslach, C. & Schaufeli, W. (1993). Historical and conceptual development of burnout. In W. Schaufeli, C. Maslach, & T. Marek (Eds), *Professional Burnout: Recent Developments in Theory and Research* (pp. 1–16). Washington, DC: Taylor & Francis.
- Maslach, C., & Jackson, S. E. (1981). The measurement of experienced burnout. *Journal of Occupational Psychology*, 2, 99–113 DOI: 10.1002/job.4030020205
- Neal, A., & Griffin, M. (2002). Safety Climate and Safety Behaviour. *Australian Journal of Management*, 27, 67–76. DOI:10.1177/031289620202701S08
- Neal, A., & Griffin, M. (2006). A study of the lagged relationships among safety climate, safety motivation, safety behavior, and accidents at the individual and group levels. *Journal of Applied Psychology*, 91(4), 946–953. DOI: 10.1037/0021-9010.91.4.946
- Neal, A., Griffin, M. A., & Hart, P. M. (2000). The impact of organizational climate on safety climate and individual behavior. *Safety Science*, 34(1-3), 99–109. [http://dx.doi.org/10.1016/S0925-7535\(00\)00008-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0925-7535(00)00008-4)
- Shirom, A., & Melamed, S. (2006). A comparison of the construct validity of two burnout measures in two groups of professionals. *International Journal of Stress Management*, 13, 176–200. <http://dx.doi.org/10.1037/1072-5245.13.2.176>
- Sousa, C., Santos, J., Pinto, E., Sousa, A., Zica, J., & Gonçalves, G. (2017). Physical and Psychosocial Safety Climate Scales: Metric Evidence of the Adaptation for the Portuguese Population. *II International Congress Interdisciplinarity in*

Social and Human Sciences, Research Centre for Spatial and Organizational Dynamics (CIEO), Faculdade de Economia, Gambelas, Faro, maio, 11-12 (Poster).

Suñer-Soler, R., Grau-Martín, A., Flichtentrei, D., Prats, M., Braga, F., Font-Mayolas, S., Gras, M. (2014). The consequences of burnout syndrome among healthcare professionals in Spain and Spanish speaking Latin American countries. *Burnout Research*, 1, 82–89. <http://dx.doi.org/10.1016/j.burn.2014.07.004>

Workers in the most vulnerable situations: Working conditions surveillance model

Veiga, Rui^a Stoffel, Susana^b

^aISLA, Santarém, CEPESE, Porto, Portugal

^bISLA, Santarém, Portugal

ABSTRACT

Both the Labor Code and the Law on the Promotion of Safety and Health at Work in Portugal provide a legal framework applicable to groups of workers that, due to age, physical and mental state or other condition, determine situations of greater vulnerability. The legislator did not specify the conditions which could lead to the inclusion in the group of workers in the most vulnerable situations, nor defined how the surveillance of working conditions should be carried out, and in particular the tools, means of communication, listed data and evidence to be produced. The present study aims to fill the identified gaps by elaborating a model for monitoring the working conditions for these groups. The development included bibliographical reviews, consultation of the applicable legislation, identification of stakeholders, tools to be used in the different phases of the monitoring process, and definition of an action model in the diagnosis and surveillance of the working conditions of workers in the most vulnerable situations. The situations identified as the most vulnerable were those of young workers, pregnant women, people with disabilities, migrant, temporary or senior employees, significantly more likely to contract an injury resulting from their activity.

KEYWORDS: Surveillance of working conditions; Workers in more vulnerable situations

1. INTRODUÇÃO

1.1 *Enquadramento legal*

Quer o Código do Trabalho, quer a Lei da Promoção da Segurança e Saúde no Trabalho em Portugal preveem um quadro legal aplicável a grupos de trabalhadores que por força da idade, estado físico, mental ou outra condição determine situações de maior vulnerabilidade. No entanto, o legislador não especificou as condições que podem determinar a inclusão no grupo de trabalhadores em situações mais vulneráveis, não definiu a forma como se deverá realizar a vigilância das condições de trabalho, e em concreto quais os instrumentos, meios de comunicação, evidências e registos a produzir.

1.2 *Objetivos*

O estudo que se apresenta procurou colmatar as lacunas identificadas, nomeadamente: (i) identificar as condições que caracterizam uma maior vulnerabilidade e por consequência os grupos de trabalhadores afetos a essas condições; (ii) identificar os interlocutores para a aplicação dos instrumentos metodológicos de vigilância; (iii) elaborar instrumentos de apoio ao diagnóstico, análise, planeamento, vigilância e registo; (iv) definir e implementar modelo de atuação no diagnóstico e vigilância das condições de trabalho de trabalhadores em situações mais vulneráveis.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a identificação das situações que potencialmente podem constituir maior vulnerabilidade para os trabalhadores foi consultada a legislação portuguesa, e feita revisão da literatura publicada. De seguida identificaram-se quais os intervenientes a integrar a *task-force* no processo de diagnóstico, análise e vigilância e quais os fatores de sucesso para uma boa resposta às situações de vulnerabilidade diagnosticadas. Foram considerados os princípios éticos e constrangimentos

próprios da proteção de dados relativos aos indivíduos identificados nas situações em análise, definiram-se os instrumentos a utilizar para o diagnóstico, a comunicação, o registo da análise, planeamento e vigilância das condições de trabalho dos trabalhadores identificados nas referidas situações. Para terminar foi elaborado e implementado um modelo de vigilância das condições de trabalho de trabalhadores em situações mais vulneráveis, a ser aplicado pelos intervenientes identificados, objeto de diagnóstico, análise, monitorização e registo.

3. RESULTADOS

Apesar de o legislador português não ter especificado detalhadamente, os estudos já realizados indicam de forma inequívoca que as condições consideradas de maior vulnerabilidade estão relacionadas com um risco superior de sofrer uma lesão relacionada com o trabalho (Smith et al., 2015a) por determinados grupos de trabalhadores. Estes estudos compararam as condições de trabalho e / ou relações de trabalho entre grupos "vulneráveis" e grupos não-vulneráveis onde encontram e concluem que essas características explicam muito o aumento do risco de lesão entre os primeiros.

Incluem-se naquele grupo, nomeadamente: pessoas jovens (Ward et al., 2010), (Runyan & Zakocs, 2000) relacionado com a menor experiência e nível de formação (Breslin et al., 2008). Mulheres grávidas, puérperas, lactantes, pela necessidade das condições de trabalho serem adaptadas de forma a garantir a saúde das trabalhadoras através da eliminação ou redução dos fatores de risco, ergonómicos (Morrissey, 1998) entre outros, bem como redobrada a consciencialização das próprias para os riscos (Chin, MacGowan, Jacobson, & Donati, 2014). Pessoas com deficiência, que para além da dificuldade de acederem ao mercado de trabalho, é reconhecida a complexidade na adaptação ao local e equipe de trabalho, no processo de trabalho ou de

comunicação entre trabalhadores e empregador (Fink & Ludíková, 2013). Trabalhadores migrantes (Smith & Mustard, 2009) ou temporários (Quinlan, 1999) que por vezes têm dificuldade em se capacitarem para recusar tarefas inseguras ou simplesmente fazer perguntas ao empregador sobre os riscos percebidos no local de trabalho. Trabalhadores seniores, de idade mais avançada, cujas condições de trabalho tendem a ser enquadradas em função da idade cronológica, mas ao invés, deveriam ser adaptadas em função da depreciação corporal, ou patológica, isto é, em função da idade biológica do trabalhador (Grøn & Ladekjær, 2017).

Foram selecionados como interlocutores a integrar a *task-force* no processo de diagnóstico, análise e vigilância, as chefias, os responsáveis de recursos humanos e os técnicos de prevenção onde se inclui, o técnico de segurança, o médico e o enfermeiro do trabalho.

A discussão gerada com os interlocutores permitiu apurar como fatores de sucesso para uma boa resposta às situações de vulnerabilidade, o diagnóstico ser realizado numa fase embrionária da situação por um ou vários interlocutores, a eficácia do canal de comunicação utilizado, a celeridade e efetividade da análise holística e a vigilância planeada e atenta.

Foram elaborados como instrumentos de suporte ao diagnóstico, listas de verificação que permitem de imediato fazer uma breve triagem das situações que devem passar à fase de análise ou seguir para arquivo, por não corresponderem ao objetivo. Adaptaram-se formulários de avaliação de riscos para permitir registar a adequabilidade da tarefa às vulnerabilidades diagnosticadas. Criaram-se modelos de carta, e-mail e formulários internos a utilizar pelos interlocutores na comunicação, e no registo da análise, planeamento e vigilância das condições de trabalho. Estes formulários e registos foram sofrendo revisões e atualizações fruto da experiência adquirida.

Da aplicação do modelo de vigilância das condições de trabalho dos trabalhadores em situações mais vulneráveis num universo de cerca de duas mil pequenas e médias empresas, a que correspondem aproximadamente 5000 trabalhadores, verificou-se: (i) 90% dos casos reportados dizem respeito a situações de gravidez, devido essencialmente a dúvidas das chefias sobre as atividades que deveriam ser ou não condicionadas; (ii) 3% dos casos dizem respeito a trabalhadores seniores cujas chefias reportaram ter dificuldade em executar a mesma tarefa no mesmo período de tempo, que os restantes trabalhadores; (iii) 2% dos casos analisados resultam de situações de análise da adequabilidade de determinadas tarefas ao tipo e grau de deficiência física ou mental do trabalhador.

Resultante da aplicação do modelo de vigilância, vários trabalhadores tiveram de mudar para um posto de trabalho compatível com a vulnerabilidade detetada, sendo introduzidas alterações das condições de trabalho (por exemplo deixar de estar de pé, para estar sentado) ou alteração dos horários de trabalho (trabalho por turnos para horário normal).

4. DISCUSSÃO

Conforme referem vários autores e estudos, (Keyserling & Smith, 2007), (Laflamme, 1990) não são apenas as condições de trabalho e os atos inseguros que contribuem para um risco superior dos que se encontram numa situação mais vulnerável. A vulnerabilidade resulta não só da exposição a riscos no local de trabalho por parte de grupos específicos de trabalhadores, mas também do nível de perceção e consciencialização por parte destes, das políticas, procedimentos de segurança, e cultura de segurança da Organização (Smith et al., 2015b).

5. CONCLUSÕES

Os estudos permitem concluir (Jones, Latreille, Sloane, & Staneva, 2013), que os trabalhadores pertencentes a grupos nas situações identificadas como de maior vulnerabilidade são significativamente mais propensos a contrair uma lesão resultante do trabalho.

Após um período de dois anos de execução do modelo de vigilância concluiu-se que o protocolo de atuação definido e implementado, e os instrumentos utilizados foram adequados aos objetivos propostos.

Os casos vigiados referem-se essencialmente a situações de adaptação das condições de trabalho a trabalhadoras grávidas, trabalhadores seniores e pessoas portadoras de algum tipo de deficiência física ou mental.

Em próximo estudo seria importante apurar se também em Portugal, se verifica alguma correlação entre as condições de trabalho dos grupos mais vulneráveis e a sinistralidade laboral.

6. REFERÊNCIAS

- Breslin, F. C., Tompa, E., Zhao, R., Pole, J. D., Amick, B. C., Smith, P. M., & Hogg-Johnson, S. (2008). The relationship between job tenure and work disability absence among adults: A prospective study. *Accident Analysis and Prevention*, 40(1), 368–375. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2007.07.007>
- Chin, T. L., MacGowan, A. P., Jacobson, S. K., & Donati, M. (2014). Viral infections in pregnancy: Advice for healthcare workers. *Journal of Hospital Infection*. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2013.12.011>
- Fink, M., & Ludíková, L. (2013). Improving the Quality of Disabled People' Life at Work Via ISO, 9001 Standard. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 106, 1442–1449. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.12.161>
- Grøn, L., & Ladekjær, E. (2017). The Institutional Aging Process. Ethnographic Explorations of Aging Processes and Dimensions in Danish Schools and Eldercare Institutions. *Anthropology & Aging*, 38(1), 1–16. <https://doi.org/10.5195/AA.2017.139>
- Jones, M. K., Latreille, P. L., Sloane, P. J., & Staneva, A. V. (2013). Work-related health risks in Europe: Are older workers more vulnerable? *Social Science and Medicine*, 88, 18–29. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2013.03.027>
- Keyserling, W. M., & Smith, G. S. (2007). Using process control concepts to model conditions required for sudden-onset occupational injuries. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 4(7), 467–475. <https://doi.org/10.1080/15459620701386269>
- Laflamme, L. (1990). A better understanding of occupational accident genesis to improve safety in the workplace. *Journal of Occupational Accidents*, 12(1–3), 155–165.

- [https://doi.org/10.1016/0376-6349\(90\)90094-C](https://doi.org/10.1016/0376-6349(90)90094-C)
- Morrissey, S. J. (1998). Work place design recommendations for the pregnant worker. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 21(5), 383–395. [https://doi.org/10.1016/S0169-8141\(96\)00079-0](https://doi.org/10.1016/S0169-8141(96)00079-0)
- Quinlan, M. (1999). The implications of labour market restructuring in industrialized societies for occupational health and safety. *Economic and Industrial Democracy*, 20(3), 427–460. <https://doi.org/10.1177/0143831X99203005>
- Runyan, C. W., & Zakocs, R. C. (2000). Epidemiology and Prevention of Injuries Among Adolescent Workers in the United States. *Annual Review of Public Health*, 21(1), 247–269. <https://doi.org/10.1146/annurev.publhealth.21.1.247>
- Smith, P. M., & Mustard, C. A. (2009). Comparing the risk of work-related injuries between immigrants to Canada and Canadian-born labour market participants. *Occupational and Environmental Medicine*, 66(6), 361–367. <https://doi.org/10.1136/oem.2007.038646>
- Smith, P. M., Saunders, R., Lifshen, M., Black, O., Lay, M., Breslin, F. C., ... Tompa, E. (2015a). The development of a conceptual model and self-reported measure of occupational health and safety vulnerability. *Accident Analysis & Prevention*, 82, 234–243. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2015.06.004>
- Smith, P. M., Saunders, R., Lifshen, M., Black, O., Lay, M., Breslin, F. C., ... Tompa, E. (2015b). The development of a conceptual model and self-reported measure of occupational health and safety vulnerability. *Accident Analysis & Prevention*, 82, 234–243. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2015.06.004>
- Ward, J. A., de Castro, A. B., Tsai, J. H.-C., Linker, D., Hildahl, L., & Miller, M. E. (2010). An Injury Prevention Strategy for Teen Restaurant Workers. *AAOHN Journal*, 58(2), 57–65. <https://doi.org/10.3928/08910162-20100127-01>

Safety Culture in Canada's Construction Industry: Development and Validation of a Construction Safety Culture Assessment

¹Collins, Bruce; ¹Dixon, Jonathan; ²Smibert, Dylan

¹Construction Safety Nova Scotia, Canada; ²Saint Mary's University, Canada

ABSTRACT

Safety culture is an untapped well of opportunity that can improve employee and organizational safety within the construction industry. Objectives: to develop and validate an organizational safety culture assessment within the context of the construction industry. Further, we hypothesize that the Construction Safety Culture (CSC) assessment will be related to individual and organizational safety outcomes. Methodology: best practices in scale development were used when the CSC assessment was developed. A definition of safety culture was developed by construction industry stakeholders and was adopted to help guide the deductive item-generation process. The generated items were then distributed to a random sample of 225 construction employees to assess the factor structure, reliability, and safety outcomes (criterion validity). Open-ended questions were included to provide context to the quantitative scores. Results: three factors emerged, Leadership, Coworkers, Communication which had reliabilities of $\alpha = .93$; $\alpha = .82$; $\alpha = .81$, respectively. The scale correlates with the self-report safety performance indicators safety knowledge, compliance, participation, and motivation ($r = .18$ to $.74$, $p < .01$), self-report injuries ($r = -.22$, $p < .01$) and safety events ($r = -.26$, $p < .01$). The results indicate the CSC assessment has stable psychometric properties as a three-factor solution, reliable structure, and shows significant relationships with self-report safety performance. Conclusion: The following study is an important first step in the quantitative validation of the CSC assessment. This initial validation shows promise, but further validation is required. Future studies will examine the psychometric factor structure using a confirmatory factor analysis method, and we will look at organizational outcomes like lost-time claims. Integration of short-answer analysis will also be examined further in the future.

KEYWORDS: Safety Culture; Safety Climate, Construction Industry, Scale Development, Scale Validation

1. INTRODUCTION

1.1 *Safety culture and climate*

Over the last century, there have been drastic improvements in organizational safety in developed nations (AWCBC, 2017). The introduction of safety-related legislation, safety design and engineering, and unions lead to the reduction of reported injuries, accidents, and fatalities (Reilly, Paci, & Holl, 1995). However, in past few decades, a gestalt (whole) view of safety had become more popular which included the study of safety culture and climate (Schneider, Roma, Ostroff, & West, 2017). Investigators of the catastrophic events of Chernobyl Nuclear meltdown, the Challenger shuttle explosion, and the Deep Horizon blowout identified safety culture and climate as contributing factors in these incidents (Antonsen, 2009; Board, 2012; Hecker & Goldenhar, 2014; IAEA, 1986). The concept of safety climate (employee perceptions of the attitudes management hold towards safety in the organization) was introduced by Zohar in 1980, whereas the term safety culture was introduced in 1986 after the Chernobyl investigation (IAEA, 1986). Initially, there was controversy over which approach was the "best" to understand an organization, but recently researchers have begun to appreciate the combined value of both approaches (Ehrhart, Schneider, & Macey, 2014). Further, practitioners and researchers have pursued climate and culture because of the relationship to outcome variables related to safety (Christian, et al., 2009; Probst, Brubaker, & Barsotti, 2008, Zohar & Polachek, 2014).

The construction industry has recently begun to invest in safety climate and culture research (NIOSH/CPWR, 2013); however, there are practical barriers to assessment within the industry. For example, most firms are disconnected and small (less than five employees). Given this challenge, a provincial construction safety association is in the best position to access the extensive network of firms in Nova Scotia.

Measuring and defining safety climate and culture has been one of the greatest challenges for researchers (Neal & Griffin, 2004). In 2013, a group of construction industry stakeholders (contractors, employer associations, labor organizations, academics, consultants, and insurance firms) was asked to develop definitions that align with safety culture and climate within the construction industry. From this exercise, a single definition was developed for each that best-reflected safety culture and climate in the construction industry, while still encompassing the broadly accepted definitions from the literature.

Safety culture is a "deeply held but often unspoken safety-related beliefs, attitudes, and values that interact with an organization's systems, practices, people, and leadership to establish norms about how things are done in the organization." (NIOSH/CPWR, 2013, p.14).

Safety climate is "the shared perceptions of safety policies and procedures by members of an organization at a given point in time, particularly regarding the adequacy of safety and consistency between actual conditions compared to espoused safety policies and procedures" (NIOSH/CPWR, 2013, p.14).

Defining the constructs is the first step to valid measurement. Based on these definitions, our research group developed a safety culture/climate assessment tool (named the Construction Safety Culture assessment for simplicity) to measure the constructs validly and reliably. This technical report outlines the initial development and validation of the Construction Safety Culture (CSC) assessment tool.

2. MATERIALS AND METHODS

Hinkin's (1995) best practices for development of a psychometrically valid scale was followed when developing the safety culture assessment. Hinkin emphasizes the importance of assessing reliability and validity to provide theoretical and practical support for the newly developed measure. Using the definition of safety culture identified by construction industry safety stakeholders, a deductive item-generation methodology resulted in an item-pool of 52- safety culture items. The 52-items were then reviewed by a team of five safety subject matter experts within the construction industry of Nova Scotia. The experts were asked to rate the extent that each item represented the construct of safety culture. If the item did not receive 80% agreement among the experts, it was removed from the item-pool. After the rating process, 36-items remained in the item-pool. The quantitative questions had two rating scales, a frequency scale, "Indicate, on average, how often each statement occurs from 0% (never) to 100% (always) in your workplace." The second type is an agreement scale, "When imagining your current job and employer, please indicated the extent to which you agree or disagree with each of the following statements (1 – strongly disagree to 5 – strongly agree)." Qualitative short answer questions capture employee's perceptions on how to improve the safety of their workplace, the difference between contractors, workplace drug use, and what prevents them from reporting near-miss incidents or injuries.

Next, a group of 225 randomly selected construction industry employees from a variety of positions and sectors completed the 36-item scale, along with measures of safety climate, self-reported injuries and safety performance indicators. The participants signed an informed consent form that outlined the important ethical considerations of research as defined by the Canadian Tri-Council policy on research involving humans.

Safety performance was measured using Neil and Griffins' validated safety performance scales (2006). There are four factors of safety performance (compliance, participation, motivation, and knowledge) that act as leading, rather than lagging, indicators of organizational safety. The analysis of the responses identified the best performing items in relation to construct, content, and criterion related validity, which lead to the reduction of 36-items to a stable three-factor structure consisting of 16-items. The three culture factors represent perceptions of leaders, coworkers, and communication (See appendix for items).

3. RESULTS

The responses from the 225 employees were analyzed to assess reliability, factor structure, and criterion validity.

Principle component analysis was used to identify the structure of the items. Three-factors were retained with Eigenvalues greater than 1. Items were retained if they had a factor loading of greater than .40 and did not display cross-loading on multiple factors. Factor one (leadership) accounted for 49% of the variances, factor two (coworkers) 13%, and factor three (communication) 8%.

In examining the reliability of the factors, factor one (Leaders) consists of 7-items and has an internal consistency of $\alpha = .93$, factor two (Coworkers) has 5-items and an internal consistency of $\alpha = .82$, and factor three (Communication) consists of 4-items with an internal consistency of $\alpha = .81$. Furthermore, the scale correlates significantly with Neil and Griffin's climate measure, Leaders ($r = .74, p < .01$), Coworkers ($r = .37, p < .01$) and Communication ($r = .53, p < .01$), which supports the convergent validity of the scale.

The relationships between the three safety culture assessment factors and safety outcomes were assessed using Pearson correlation coefficients. The leadership factor displayed significant correlations with Safety Knowledge ($r = .45, p < .01$), Safety Compliance ($r = .64, p < .01$), Safety Participation ($r = .50, p < .01$), Safety Motivation ($r = .50, p < .01$), Self-reported Safety Events ($r = -.26, p < .01$) and Self-reported Injuries ($r = -.22, p < .01$). The coworker factor was correlated to Safety Knowledge ($r = .25, p < .01$), Safety Compliance ($r = .30, p < .01$), Safety Participation ($r = .30, p < .01$), Safety Motivation ($r = .18, p < .01$), but not Self-reported Safety Events and Self-reported Injuries. The communication factor was correlated with Safety Knowledge ($r = .52, p < .01$), Safety Compliance ($r = .65, p < .01$), Safety Participation ($r = .61, p < .01$), Safety Motivation ($r = .55, p < .01$), but not Self-reported Safety Events and Self-reported Injuries.

4. DISCUSSION

The goal was to validate and develop a safety culture/climate assessment that can be used within the context of the construction industry. Although validation is an ongoing process, our results support the initial reliability and validity of the Construction Safety Culture assessment.

The stable and reliable factor structure displayed in the principle components analysis provides a promising outlook for the future use of this safety culture assessment. However, to further support the assessment structure, a confirmatory factor analysis (CFA) should be run with a new sample of participants. The CFA will either support or refute the results from the current principle components analysis.

Furthermore, the assessment has shown significant correlations to important safety performance outcomes. These relationships provide support for the utility of the assessment and can help support the use of safety interventions to improve safety performance outcomes.

Future analysis could use hierarchical regressions to identify which of the three factors are most important to safety outcomes. For this report, we felt this analysis was not necessary.

The addition of the qualitative items in the assessment provides context to the quantitative scores. Further, these items capture items that were identified as contextually important to safety culture but may not have the quantitative loading strength to create a unique factor.

5. CONCLUSIONS

Overall, we have found initial support for the reliability and validity of the Construction Safety Culture assessment. Safety culture and climate is an untapped well of opportunity that can improve employee and organizational safety within the construction industry.

6. REFERENCES

- Antonsen, S. (2009). Safety culture and the issue of power. *Safety Science*, 47(2), 183-191.
- Association of Workers' Compensation Boards of Canada (AWCBC). (2017). Key statistical measures. http://awcbc.org/?page_id=9755
- Board, M. (2012). *Macondo Well Deepwater Horizon Blowout: Lessons for Improving Offshore Drilling Safety*. National Academies Press.
- Christian, M. S., Bradley, J. C., Wallace, J. C., & Burke, M. J. (2009). Workplace safety: A meta-analysis of the roles of person and situation factors. *Journal of Applied Psychology*, 94, 1103-1127.
- Ehrhart, M. G., Schneider, B., & Macey, W. H. (2014). *Organizational climate and culture: An introduction to theory, research, and practice*. New York, NY: Routledge.
- Hinkin, T. (1995). A review of scale development practices in the study of organizations. *Journal of Management*, 21(5), 967-988.
- Hecker, S. and Goldenhar, L. (2014). Understanding safety culture and safety climate in construction: Existing evidence and a path forward. *Safety Culture and Climate Workshop*, Washington, DC.
- International Atomic Energy Agency (IAEA). (1986). Summary Report on the Post-Accident Review Meeting on the Chernobyl Accident. International Safety Advisory Group, Safety Series 75-INSAG-1. Vienna, IAEA. Retrieved from: http://www.pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub913e_web.pdf
- National Institute for Occupational Safety (NIOSH) and Health and The Centre for Construction Research and Training (CPWR). (2013). Report of the safety culture and climate in construction: Bridging the gap between research and practice. Retrieved from www.cpwr.com/safety-culture.
- Neal, A., Griffin, M. A., & Hart, P. M. (2000). The impact of organizational climate on safety climate and individual behaviour. *Safety Science*, 34(1-3), 99-109.
- Probst, T. M., Brubaker, T. L., & Barsotti, A. (2008). Organizational injury rate underreporting: The moderating effect of organizational safety climate. *Journal of Applied Psychology*, 93, 1147-1154.
- Reilly, B., Paci, P., and Holl, P. (1995). Unions, safety committees and workplace injuries. *British Journal of Industrial Relations*, 33(2), 275-288.
- Schneider, B., González-Romá, V., Ostroff, C., & West, M. A. (2017). Organizational climate and culture: Reflections on the history of the constructs in the Journal of Applied Psychology. *Journal of Applied Psychology*, 102(3), 468-482.
- Zohar, D. (1980). Safety climate in industrial organizations: Theoretical and applied implications. *Journal of Applied Psychology*, 65, 96-102.
- Zohar, D., & Polachek, T. (2014). Discourse-based intervention for modifying supervisory communication as leverage for safety climate and performance improvement: A randomized field study. *Journal of Applied Psychology*, 99, 113-124.
- Sample of Construction Safety Culture Assessment *For full-scale www.constructionsafetyculture.com
- 1My direct supervisor is quick to resolve safety issues on the job site.
- 1My direct supervisor provides the appropriate amount of discipline when a safety rule or procedure has been broken.
- 1My direct supervisor prioritizes safety over everything else.
- 2My coworkers care about my safety when we are working together.
- 2How often do your coworkers receive positive feedback when acting safely.
- 3If I saw something dangerous or unsafe condition. I would talk to my coworkers about it.
- 3I feel comfortable reporting safety concerns even if it means the job will be delayed.

Avaliação do des(conforto) térmico numa nave industrial de peixe congelado – um estudo de caso

Evaluation of (dis)comfort in an industrial section of frozen fish - a case study

Mário Talaia ¹, Leonor Teixeira ¹, Isabel Tavares ¹, Marta Silva ¹

¹ Universidade de Aveiro, Aveiro Portugal

ABSTRACT

The thermohigrometric characteristics of a thermal environment for a workplace may affect the well-being, the fatigue and the productivity of the worker. This paper aims to verify that a section can be defined by the air temperature pattern maps, relative humidity air, and thermal sensation and by the worker's dissatisfaction. The indexes ITH, EsConTer and PPD_{adp}, and the comfort diagram of World Meteorological Organization (WMO) were used. The results show that from the standard maps is possible to identify the most vulnerable workplaces and assert the dissatisfaction of workers.

KEYWORDS: Cold thermal environment, EsConTer, ITH, PPD_{adp}, WMO

1. INTRODUÇÃO

Segundo Lamberts (2011) os ambientes podem ser divididos em ambientes térmicos quentes e em ambientes térmicos frios. É necessário conhecer as condições ambientais que conduzem a stress térmico, ou seja, qual o tipo de trabalho e o tempo exposto a esta situação, para se poderem estabelecer, caso necessário, ações preventivas e corretivas.

De acordo com a *American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers*, o conforto térmico pode ser definido como “o estado de espírito em que o indivíduo expressa satisfação em relação ao ambiente térmico” (ASHRAE, 2004). De salientar que esta definição implica um certo grau de subjetividade e pressupõe a análise de dois aspetos: (i) os aspetos físicos que se relacionam com o tipo de ambiente térmico; e (ii) os aspetos subjetivos que estão associados ao estado de espírito do indivíduo. A satisfação de todos os indivíduos, inseridos num ambiente térmico é uma tarefa “quase” impossível, pois um ambiente termicamente confortável para uma pessoa, pode ser desconfortável para outra. Logo, o ideal seria a criação de um ambiente térmico que satisfaça o maior número possível de pessoas.

O ambiente térmico é o resultado do conjunto das variáveis térmicas que influenciam as trocas de energia sob a forma de calor entre o indivíduo e o meio onde este se insere. Assim sendo, em contexto laboral, estas variáveis referem-se ao local do posto de trabalho, podendo influenciar o organismo do trabalhador a nível da saúde e do bem-estar, afetando o seu desempenho e produtividade.

Quando o corpo se torna frio (particularmente mãos, pés e face) podem ocorrer algumas lesões, cuja gravidade depende da natureza do frio e do tempo de exposição. Essas lesões resultam normalmente de uma ação local e prolongada do frio sobre zonas do corpo não protegidas, ou por falhas na termorregulação (Miguel, 2010).

Na escolha do vestuário para um ambiente frio devem ser tidos em consideração a proteção contra o vento, a temperatura e a humidade relativa do ar, além da evaporação do suor.

Os índices de conforto térmico foram desenvolvidos a partir da necessidade de se conhecer a sensação térmica

vivenciadas pelos indivíduos expostos às variáveis ambientais e pessoais. Assim, é possível avaliar a condição de conforto térmico de um ambiente através de um índice que represente o efeito combinado de variáveis que influenciam no conforto térmico.

Neste trabalho são usados os índices ITH (Nieuwolt, 1977), EsConTer (Talaia & Simões, 2009), PPD (ISO 7730, 2005) e o diagrama da Organização Mundial de Meteorologia (WMO, 1987). É ainda utilizado uma escala de cores térmica para registar a sensação térmica real indicada pelos indivíduos (Talaia & Rodrigues, 2008).

O índice ITH, temperatura – humidade, conhecido por índice de desconforto foi desenvolvido por Thom (1959) e posteriormente modificado Nieuwolt (1977). Este é calculado a partir a expressão 1.

$$ITH = 0,75 + T_a \left(\frac{HR}{T_w} \right) \quad (1)$$

onde T_a representa a temperatura do ar (°C) e HR a humidade relativa do ar (%). A interpretação deste índice é feita de acordo com Talaia, Meles & Teixeira (2013).

O índice EsConTer (Talaia & Simões, 2009; Morgado, Talaia & Teixeira, 2017) baseia-se numa escala de sensação térmica (Es), considera a sensação de conforto (Con), é térmico (Ter) e valoriza o conhecimento da temperatura do ar e da temperatura do termómetro húmido, sendo calculado com a aplicação da expressão 2.

$$EsConTer = -3,75 + 0,103(T + T_w) \quad (2)$$

onde T representa a temperatura do ar registada no termómetro seco (°C) e T_w a temperatura registada no termómetro húmido (°C).

O índice EsConTer numa gama de valores traduzido pelas cores, permite mostrar a sensação térmica prevista de um ambiente muito frio (-3) a muito quente (+3). A grande vantagem deste índice é a facilidade de interpretação.

Instrumentos de medida normalmente registam a temperatura do ar, humidade relativa do ar, temperatura do termómetro húmido e temperatura do ponto de orvalho. No entanto, se o instrumento de medida apenas registar a temperatura do ar e a humidade relativa do ar facilmente se calcula a temperatura do termómetro

húmido através da fórmula de *Sprung*. A temperatura do termómetro húmido para cada nível isobárico indica a saturação de uma massa de ar e a temperatura do ponto de orvalho indica a quantidade de água presente no ar húmido.

Numa escala de cores como se pode observar na Figura 1 os indivíduos são convidados a expressarem a sua sensação térmica vivida no momento da observação através da colocação de uma “cruz” numa posição da escala. O valor é posteriormente determinado por escala métrica.

Na escala de cores, representada na Figura 1, a cor azul escura na extremidade esquerda identifica -3, a cor vermelha escura na extremidade direita identifica +3

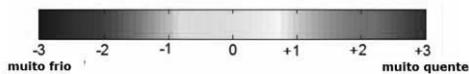


Figura 1 - Escala de cores baseada na escala sétima de ASHRAE (Talaia & Rodrigues, 2008)

O índice PPD (*Predicted Percentage of Dissatisfied Vote*) estabelece a percentagem de pessoas termicamente insatisfeitas com o ambiente e é determinado a partir do conhecimento do índice PMV (*Predicted Mean Vote*) (ISO 7730, 2005).

É impossível obter num ambiente uma combinação das variáveis meteorológicas e pessoais que satisfaça plenamente todos os indivíduos de um grande grupo. O valor do índice PPD nunca é inferior a 5%.

O índice PPD pode ser determinado analiticamente usando a expressão 3.

$$PPD = 100 - 95e^{-(0,0335EsConTer^3 + 0,2179EsConTer^2)} \quad (3)$$

Neste trabalho usou-se uma escala de cor para a sensação térmica (ESC) sentida pelo indivíduo e dado esta ter a mesma escala do índice PMV fez-se a substituição na expressão (3) de PMV para ESC, obtendo-se PPD_{adp}

$$PPD_{adp} = 100 - 95e^{-(0,03353ESC^3 + 0,2179ESC^2)} \quad (4)$$

O diagrama da WMO (1987) usa como entrada duas variáveis, a temperatura e a humidade relativa do ar. A sua grande vantagem é a interpretação imediata do local de trabalho em termos de condições térmicas e a sugestão de estratégias de intervenção, se necessário.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a determinação do padrão da nave, numa primeira fase identificaram-se os postos de observação em número de 26. Definiu-se o trajeto de observação. Foram registados, usando o instrumento de medida “Center 317 – temperature humidity center, valores da temperatura e da humidade relativa do ar. Em cada observação o instrumento de medida foi colocado a 1,10m acima do pavimento (ISO 7726, 2001).

Construiu-se um algoritmo em MatLab e foram gerados mapas padrão de temperatura do ar, de humidade relativa de ar, do índice EsConTer e da insatisfação de trabalhadores.

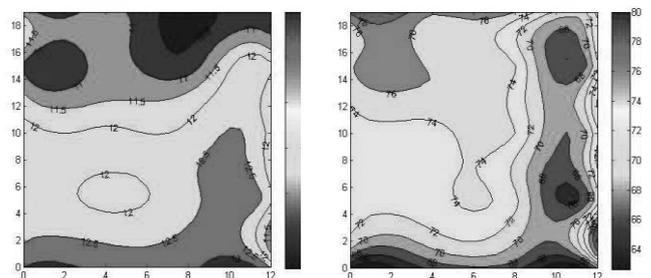
Os trabalhadores identificaram na escala de cores a sua sensação térmica real.

O diagrama da WMO (1987) foi usado para a interpretação das condições termohigrométricas dos locais de trabalho para o ambiente térmico.

3. RESULTADOS

Na Figura 2 é apresentada a variável temperatura do ar, a humidade relativa do ar, o índice EsConTer e o índice PPD_{adp}. Em cada imagem a abcissa (0-12) e a ordenada (0-19) indicam, em metros, a largura e o comprimento da secção. A coluna a cores indica os valores das linhas de padrão traçadas na secção, para cada variável investigada. A observação das imagens mostra concordância de padrões entre a temperatura do ar e humidade relativa do ar, ou seja, quando a temperatura do ar aumenta a humidade relativa do ar diminui e vice-versa. O padrão do índice EsConTer permite conhecer as zonas da secção com maior desconforto térmico e o padrão do índice PPD_{adp} mostra a percentagem prevista de trabalhadores insatisfeitos no local de trabalho. Na imagem do padrão do índice PPD_{adp} indicam-se círculos de postos de trabalho função do tipo de embalamento. A indicação de letra no interior do círculo mostra o posto de trabalho que se encontra a operar. A interpretação dos padrões dos índices EsConTer e PPD_{adp} permite afirmar que a zona com os postos de trabalho A, B e G é de ambiente quase frio com uma insatisfação acima de 60%.

A Figura 3 mostra o resultado quando se aplica o diagrama da WMO aos dados registados, e a sua observação indica que, a partir da temperatura do ar e da humidade relativa do ar é possível conhecer o tipo de ambiente térmico e estratégias de intervenção para melhorar as condições ambientais. Estes resultados estão em concordância com os padrões determinados para o índice EsConTer e PPD_{adp}, ou seja, indicam uma localização que exige estratégias de intervenção, desumidificação e aquecimento. Na prática, os círculos a vermelho assinalados na Figura 3 mostram inequivocamente que o ambiente é, no geral, demasiado húmido a necessitar de aquecimento.



Temperatura do ar

Humidade relativa do ar

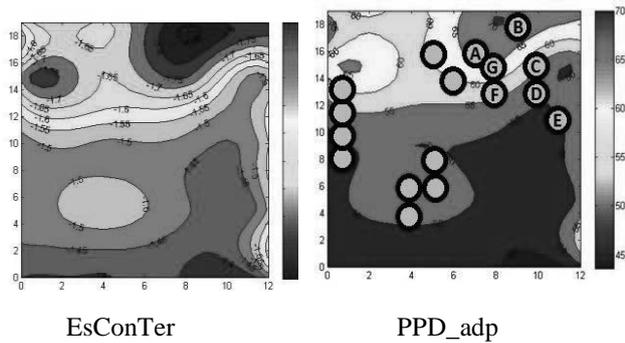


Figura 2 – Padrões de temperatura, humidade relativa do ar, índices EsConTer e PPD_adp para um tipo de embalagem

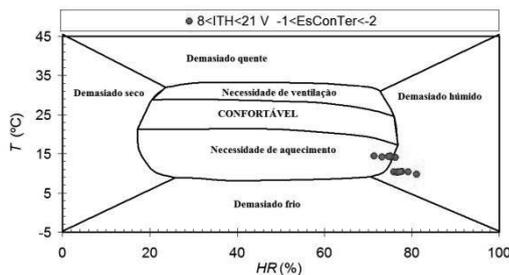


Figura 3 – Estratégias de intervenção segundo o Diagrama da Organização Mundial de Meteorologia (adaptado de WMO, 1987)

4. CONCLUSÕES

Os resultados mostraram que o índice EsConTer, a escala térmica de cor e o índice PPD adaptado (PPD_adp) são ferramentas a serem valorizadas para a avaliação de um ambiente térmico.

O diagrama da WMO (1987) e os índices EsConTer e ITH mostraram concordância de informação e podem complementar informação para a definição de estratégias de melhoria de um ambiente térmico.

A Direção da Qualidade da empresa em causa valorizou as conclusões do estudo e está sensibilizada para adotar algumas estratégias que passam por: (i) reduzir a humidade relativa; e (ii) estudar um isolamento térmico de vestuário, em unidades *clo*, para as fardas dos trabalhadores, de modo a sentirem-se mais confortáveis. Estas medidas não só poderão contribuir para uma diminuição da fadiga, como também poderão resultar num aumento da produtividade.

5. REFERÊNCIAS

- ASHRAE. (2004). Standard 55-2004 *Thermal environmental conditions for human occupancy*. Atlanta.
- ISO 7726 (2001). In: British st (Ed.), *Ergonomics of the thermal environment -- Instruments for measuring physical quantities* International Organization for Standardization.
- ISO 7730. (2005). *Ergonomics of the thermal environment—Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria*. International Organization for Standardization.
- Lamberts, R. (2011). *Conforto e Stress Térmico*. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil.
- Morgado, M., Talaia, M. & Teixeira, L. (2017). A new simplified model for evaluating thermal environment and thermal sensation: An approach to avoid occupational

disorders. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 60:3-13.

Miguel, A.S. (2010). *Manual de Higiene e segurança no trabalho* (11ª ed.): Porto Editora.

Nieuwolt, S., 1977. *Tropical Climatology*. London.

Talaia, M., Meles, B., Teixeira, L., 2013. Evaluation of the thermal comfort in workplaces e a study in the metalworking industry. In: Arezes, P., Baptista, J.S., Barroso, M.P., Carneiro, P., Cordeiro, P., Costa, N., Melo, R., Miguel, A., Perestrelo, G. (Eds.), *Occupational Safety and Hygiene*. Taylor & Francis Group, London, pp. 473-477.

Talaia, M., & Rodrigues, F. (2008). *Conforto e stress térmico: uma avaliação em ambiente laboral*. In Gomes et al. Edição INEGI (Ed.), CLME'2008 II CEM. 8o Congresso Luso-Moçambicano de engenharia e 2o Congresso de Engenharia de Moçambique, Maputo, p. 15.

Talaia, M., Simoes, H., 2009. *EsConTer: um índice de avaliação de ambiente termico*. In: V Congresso Cubano de Meteorologia. Somet-Cuba, Sociedade de Meteorologia de Cuba, pp. 1612-1626.

Thom, E. C. (1959). The Discomfort index. In *Weatherwise* (pp. 57–60). Boston.

WMO. (1987). *World Climate Program Applications*, Climate and Human Health. World Meteorological Organization.

Evacuação de locais com indivíduos portadores de deficiência

Emergency evacuation of people with disabilities

Veiga, Rui; Pires, Cristina
ISLA, Santarém, Portugal

ABSTRACT

Emergency evacuation is one of the basic strategies to ensure the safest and most efficient evacuation of people. In this context, it is necessary to understand how humans react to the threat and the influence of other factors in the evacuation. Evacuation routes and emergency exits shall be clearly signed. Emergency assistance must be designed in such a way that disable people can be assisted in a safe way. This process involves emotion and cognition, which needs to be coordinated with the physical condition and limitations of the occupants. Based on the literature, it was possible to compare the simultaneous evacuation of individuals with disabilities (physical or mental) with people without any limitation, and to conclude that individuals with disabilities significantly delay the evacuation process. The impact of building conditions where individuals with disabilities live on the evacuation plan was characterized by a case study according to the Technical Regulation of Fire Safety. The evacuation time was calculated based on the Spanish technical note NTP 436 as well as in the amendment accepted by Miguel (2012) for the evacuation time. Moreover, multiple conditions were defined to minimize the consequences of these emergencies and to protect the human life. Our goal in the future is to continue this study by using the simulacrum to explore occupant's decision making and escape behavior and to calculate the real evacuation times and compare these results with the ones described in the literature.

KEYWORDS: Building evacuation, Disabled people, Evacuation time

1. INTRODUÇÃO

São ainda escassos os estudos que relacionam as características estruturais dos edifícios com as necessidades especiais dos indivíduos com deficiência, embora se reconheça que a arquitetura do espaço construído pode contribuir significativamente para o sucesso e eficiência do processo de evacuação de um edifício (Koo, Kim, Kim, & Christensen, 2013).

As pessoas com deficiência representam um número significativo, mas frequentemente negligenciado da população afetada em situações de emergência e a elaboração dos procedimentos de emergência é crítica (Christensen & Sasaki, 2008).

Os indivíduos com deficiência são significativamente mais propensos a não estar preparados para responder a uma situação de emergência (Smith & Notaro, 2009).

A partir destes pressupostos desenvolvemos um estudo que pretende investigar as dificuldades e o tempo de evacuação de um local ocupado maioritariamente por indivíduos com deficiência física e ou mental.

2. OBJETIVOS

Problematizar as dificuldades de um processo de evacuação durante uma situação de emergência face às características dos indivíduos com deficiência física e ou mental.

Foram definidos os seguintes objetivos específicos: (i) caracterizar a população residente nos tipos de edifício em estudo; (ii). Estimar o tempo para a evacuação de um edifício de primeiro andar destinado a lar de 25 indivíduos portadores de deficiência em Portugal, aplicando dois métodos distintos; (iii). Enunciar as medidas preventivas resultantes da revisão de literatura e que no futuro deveriam ser adotadas nos edifícios que acolhem indivíduos portadores de deficiência.

3. REVISÃO DE LITERATURA

A evacuação não depende apenas da arquitetura do edifício ou da forma como a gestão da segurança se encontra organizada, mas, primordialmente, do comportamento humano perante uma ameaça de incêndio (Hofinger, Zinke, & Künzer, 2014). O desempenho de resposta corresponde à capacidade humana de perceber e interpretar sinais de perigo e de tomar e levar a cabo decisões, visando a sobrevivência (Freitas, 2012). A percepção do risco de incêndio é influenciada por fatores psicológicos, sociais, físicos, culturais e legais ou normativos (Tancogne-Dejean & Laclémence, 2016) e tem sido estudada para melhorar os processos de evacuação de edifícios (Tomek, Seidl, & Bucová, 2014). Ao organizar a evacuação de edifícios, é necessário considerar que as condições físicas e limitações dos ocupantes podem influenciar a evacuação pelo que se deve considerar as características dos indivíduos: com e sem deficiência (Sørensen & Dederichs, 2014). Estas pessoas podem estar desproporcionalmente em risco aquando de uma situação de emergência (Smith & Notaro, 2009). Devido ao seu estado físico e mental, mais de 1/3 dos indivíduos com deficiência não sabem como agir após ouvir o alarme de incêndio e por isso tendem a pedir ajuda aos funcionários da instituição (Jiang, Zhang, Shang, & Tian, 2014). A ocorrência por vezes gera confusão tornando o processo mais demorado (Kuligowski, Peacock, Wiess, & Hoskins, 2015).

Os modelos atuais, de cálculo do Tempo de Evacuação (TE), não abordam indivíduos com deficiência, ou então simulam o comportamento de um indivíduo «padrão» com deficiência, normalmente limitando a sua velocidade de movimento, uma abordagem que não representa a população com deficiência (Christensen & Sasaki, 2008).

A desorientação mental devido à variação brusca de emoções a partir do reconhecimento de perigos inespera-

dos aumenta os tempos médios de evacuação até 25%, dependendo da complexidade das vias de evacuação dos edifícios e do tipo de deficiência dos indivíduos (Koo et al., 2013), mas (Sørensen & Dederichs, 2014) refere um aumento da velocidade do grupo de deficientes quando existe auxílio por parte de adultos sem deficiência.

Daamena & Hoogendoorn, (2010) mencionam que em edifícios com pessoas debilitadas o tempo de evacuação é entre 10% a 20% mais lento, em comparação com pessoas saudáveis.

4. ESTUDO DE CASO

Para o presente estudo foi considerado o 1º piso de um edifício, onde se insere um lar para deficientes, dotado de 22 quartos com um total de 25 camas. O edifício foi caracterizado de acordo com a legislação vigente em Portugal, Regulamento Técnico de Segurança contra incêndios em Edifícios (Portaria n.º 1532/2008 de 29 de dezembro), sendo uma UT V de 2ª categoria de risco, com um efetivo de 25 pessoas e classificado como local de risco D. O edifício dispõe de vias de evacuação horizontais e verticais do tipo escada. Conforme referido pretende-se calcular previamente o tempo previsível de evacuação do edifício.

4.1 Metodologia e método

A variável tempo no âmbito da evacuação de edifícios em recinto coberto pode seguir várias metodologias, utilizando-se no presente estudo o modelo estruturado pela nota técnica NTP 436: Modelo estatístico de vias e tempos de evacuação (Guerrero, 1996) e a referida por Miguel (2012).

A NTP 436 considera que o tempo de evacuação global é determinado pelo tempo estritamente necessário desde a primeira manifestação de uma situação de emergência até que os ocupantes alcancem um espaço seguro, caracterizado pelo somatório de quatro períodos diferentes, conforme expressão seguinte:

$$T_E = T_D + T_A + T_B + T_{PE}$$

T_D - Tempo de deteção; T_A - Tempo de alarme; T_B - Tempo de pré-movimento; T_{PE} - Tempo de movimento dos ocupantes na evacuação.

(Miguel, 2012), contabilizou no tempo de evacuação a velocidade média de circulação numa situação normal (vias horizontais: 0,6 m.s⁻¹; escadas: 0,3 m.s⁻¹) e em situações de pânico (vias horizontais: 0,2 m.s⁻¹; escadas: 0,15 m.s⁻¹), considerando a seguinte expressão:

$$T_E = \frac{P}{A \times C} + \frac{L_m}{V}$$

P – Número de ocupantes; A – Largura total das vias de evacuação; C – Coeficiente de circulação (valor médio: 1,8 pessoas.m⁻¹.s⁻¹); L_m – Comprimento total a percorrer na evacuação desde o ponto mais desfavorável do edifício; V- velocidade de circulação.

A metodologia baseou-se em duas fases distintas:

1ª Fase: consistiu na consulta e análise do maior número de referenciais normativos e bibliográficos, em matéria de segurança durante a evacuação de edifícios ou recintos e, portanto, concernentes à legislação em vigor referente à

segurança contra incêndios em edifícios, por forma a possibilitar a caracterização das instalações e a identificar as limitações dos indivíduos durante a evacuação.

2ª Fase: determinou-se com base nos modelos selecionados, o tempo de evacuação global do edifício em estudo, de uma distância máxima a percorrer até ser atingida a saída de emergência mais próxima para o exterior.

5. RESULTADOS

Considerando que o edifício e lar em estudo dispõe de equipamento de deteção automática de incêndio, o T_D , será de aproximadamente 1s, mas como devemos considerar a hipótese de deteção humana nesse caso o T_D , é de 10s. Os tempos estimados, de acordo com a NTP 436 são:

$$T_E = 10s + 60s + 300s + 84s$$

$$T_E = 454s$$

Esta nota técnica, considera que uma pessoa adulta sem dificuldades físicas se desloca a uma velocidade de 1 m.s⁻¹ num percurso horizontal, e a 0,5 m.s⁻¹ num caminho vertical (escada). Desta forma teríamos desde o ponto mais distante até à saída mais próxima (20 m) e uma distância em escada exterior (32 m):

$$T_{PE} = \text{espaço} / \text{velocidade} = (20 \text{ m} / 1 \text{ m.s}^{-1}) + (32 \text{ m} / 0,5 \text{ m.s}^{-1})$$

$$T_{PE} = 84s$$

Sabendo que no edifício em causa, existe um colaborador por cada três indivíduos deficientes, temos uma elevada proporção de portadores de deficiência, pelo que se deve considerar um atraso significativo na evacuação.

Com base nos resultados obtidos do $T_E = 454s$ e na teoria de Daamena & Hoogendoorn, (2010) considerando um aumento entre 10 a 20% o Tempo de evacuação seria de [499s ; 545s].

Utilizando a expressão de Miguel, 2012 foram realizados os seguintes cálculos:

- a) Velocidade de circulação em situação normal:

$$T_E = 177,13s$$

- b) Velocidade de circulação em situação de pânico:

$$T_E = 350,46s$$

Se aos resultados apresentados, considerarmos também um aumento entre 10 a 20% o Tempo de evacuação seria de [195s;213s] numa situação normal e de [386;421] em situação de pânico.

6. CONCLUSÕES

Os tempos de evacuação obtidos resultaram da aplicação de duas expressões teóricas em que os resultados da NTP 436 se aproximam dos de Miguel, 2012, quando se considera a velocidade em situação de pânico.

No futuro pretende-se confirmar e comparar os resultados obtidos com os do simulacro a realizar na instituição, dando seguimento ao presente estudo.

A revisão da literatura permitiu definir um conjunto de medidas que deveriam ser implementadas nos edifícios onde se encontrem indivíduos com deficiência de forma a reforçar as exigidas pelo Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndios em Edifícios:

-Espaços compartimentados e resistentes ao fogo, com um número superior de saídas, portas de abertura fácil, mesmo para pessoas de cadeira de rodas;

- Zonas de refúgio uma vez que os utilizadores com cadeiras de rodas não podem sair sozinhos, através de escadas íngremes durante a ocorrência de uma emergência, podendo aguardar a chegadas dos elementos das equipas de segurança (Koo et al., 2013);
- Instalação de elevadores mais seguros que possam ser usados mesmo em situação de emergência, (com energia de gerador, cablagens mais resistentes ao fogo, insuflação de ar novo e exaustão de fumos);
- Controlo do alarme de emergência regulando o fluxo de utilizadores nos caminhos de evacuação, minimizando a possibilidade de congestionamentos (Koo et al., 2013);
- Estabelecer meios de comunicação fácil entre os locais onde permanecem os indivíduos portadores de deficiência e outros agentes na comunidade próxima que possam acorrer em seu auxílio (Smith & Notaro, 2009);
- Capacitar os indivíduos com deficiência para se envolverem na preparação de resposta a uma situação de emergência (autoproteção).

- Tancogne-Dejean, M., & Laclémence, P. (2016). Fire risk perception and building evacuation by vulnerable persons: Points of view of laypersons, fire victims and experts. *Fire Safety Journal*, 80, 9–19. <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2015.11.009>
- Tomek, M., Seidl, M., & Bucová, G. (2014). Transport safety at evacuation for people with disabilities. *Kontakt*, 16(3), e195–e202. <https://doi.org/10.1016/j.kontakt.2014.08>.

7. REFERÊNCIAS

- Christensen, K., & Sasaki, Y. (2008). Agent-Based emergency evacuation simulation with individuals with disabilities in the population. *Jasss*, 11(3), 1–13.
- Daamena, W., & Hoogendoorn, S. (2010). Capacity of doors during evacuation conditions. *Procedia Engineering*, 3, 53–66. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2010.07.007>
- Freitas, D. R. (2012). *Fatores que influenciam a evacuação de edifícios*. Universidade do Minho, Portugal. Retrieved from <http://hdl.handle.net/1822/19586>
- Guerrero, A. P. (1996). NTP 436: Cálculo estimativo de vías y tiempos de evacuación. Espanha: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Retrieved from http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp_436.pdf
- Hofinger, G., Zinke, R., & Künzer, L. (2014). Human factors in evacuation simulation, planning, and guidance. *Transportation Research Procedia*, 2(0), 603–611. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2014.09.101>
- Jiang, Z. M., Zhang, P. H., Shang, R. X., & Tian, X. L. (2014). Investigation and simulation on human evacuation behaviour in large hospital building in Shenyang. *Procedia Engineering*, 71, 101–106. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.04.014>
- Koo, J., Kim, Y. S., Kim, B. I., & Christensen, K. M. (2013). A comparative study of evacuation strategies for people with disabilities in high-rise building evacuation. *Expert Systems with Applications*, 40(2), 408–417. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.07.017>
- Kuligowski, E., Peacock, R., Wiess, E., & Hoskins, B. (2015). Stair evacuation of people with mobility impairments. *Fire and Materials*, 39(4), 371–384. <https://doi.org/10.1002/fam.2247>
- Miguel, A. S. (2012). *Manual de Higiene e Segurança do Trabalho* (12th ed.). Porto: Porto Editora.
- Smith, D. L., & Notaro, S. J. (2009). Personal emergency preparedness for people with disabilities from the 2006–2007 Behavioral Risk Factor Surveillance System. *Disability and Health Journal*, 2(2), 86–94. <https://doi.org/10.1016/j.dhjo.2009.01.001>
- Sørensen, J. G., & Dederichs, A. S. (2014). Evacuation from a complex structure - The effect of neglecting heterogeneous populations. *Transportation Research Procedia*, 2, 792–800. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2014.09.089>

Instalações elétricas e legislação brasileira sobre segurança contra incêndio

Electrical installations and Brazilian legislation on fire safety

Raduns, Caroline Daiane; Bolina, Fabricio Longhi

Unijui – Univerisdade Regional do Noroeste do Estado do RS, Brasil

ABSTRACT

This article refers to the study of the legislation of fire brigades in Brazil, focusing on approaches related to electrical installations. All Brazilian corporations were surveyed, totaling 27. The justification for the survey is the number of fires that have their beginning in the electrical installations. In the legislations researched, we tried to create lines of analysis, mainly seeking normative instructions that exclusively address the electrical installations. We found three corporations that have documentation related to this focus. The extension to other corporations of this type document is one of the suggestions for the expansion of knowledge in the field of fire prevention.

KEYWORDS: technical standards; fire safety; electricity

1. INTRODUÇÃO

Desenvolvimento econômico, tecnológico e social são três efeitos da utilização da energia na rotina da população mundial. No contexto de energia, as inúmeras formas trouxeram evolução, mas a energia elétrica conseguiu agregar às residências, comércios e indústrias maior versatilidade, pelas características que ela apresenta.

Mas, a popularização do uso da energia elétrica também traz os efeitos negativos, caso a instalação que conduz a energia até as cargas elétricas não possuir correto dimensionamento. Nos Estados Unidos, no período entre 2005 e 2014, a terceira maior causa de incêndios não intencionais catalogados, em edificações residências, foi o mau funcionamento das instalações elétricas. Em instalações comerciais e industriais dos Estados Unidos o mau funcionamento das instalações elétricas também ocupa a terceira posição nas causas de incêndios. Tornar as instalações elétricas mais seguras e adequadas às necessidades da edificação contribuiria na redução do número de incêndios apresentados pelo departamento nacional de combate a incêndio dos Estados Unidos (USFA, 2017).

A USFA (2017) estimou que em 2014 a perda nos Estados Unidos devido a incêndios ocasionados por instalações elétricas inadequadas ultrapassou \$9.000.000,00.

No Brasil não há dados compilados de todo o território brasileiro sobre incêndios e seus motivos. Existem pesquisas isoladas de institutos, associações e Corpos de Bombeiros. Um exemplo de banco de dados existente no Brasil é do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal, o qual publica um anuário estatístico de ocorrências atendidas por esta corporação. A última publicação trouxe dados de 2014, e mostra que foram realizados 4017 atendimentos visando o combate a incêndios na área urbana (CBMDF, 2017). A Abracopel – Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade, é outra entidade que desde 2007 levanta dados estatísticos sobre acidentes com eletricidade. Segundo a Abracopel, no Brasil o número de incêndios gerados por curto circuito e sobrecarga está crescendo. No ano de 2014 a associação levantou 295 ocorrências de

incêndio devido a curto circuito ou sobrecarga. No ano de 2015 foram 411 fatos com esta característica. O acréscimo nas ocorrências desta natureza também fez o número de mortes em incêndios ocasionados por questões elétricas subir 66% no ano de 2015, comparado a 2014 (ABRACOPEL, 2016).

Este estudo tem como objetivo principal a promoção do tema: instalações elétricas seguras e adequadas às necessidades da edificação visando a redução do número de incêndios. Os objetivos específicos estão centrados em demonstrar como os documentos base de elaboração de projetos no Brasil fazem a abordagem das instalações elétricas e as medidas visando a segurança contra incêndio neste sistema, e como é a efetiva exigência do cumprimento destas medidas por parte dos Corpos de Bombeiros. Serão abordados os documentos técnicos da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), associação esta que tem abrangência nacional, e da legislação dos Corpos de Bombeiros do Brasil, os quais tem atuação estadual.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo faz uso da abordagem qualitativa para a busca dos objetivos. Os objetivos específicos utilizam as seguintes técnicas para a obtenção dos resultados:

(a) Estudo das normas brasileiras sobre instalações elétricas e a abordagem de segurança contra incêndio: Nesta etapa é realiza a verificação das normas brasileiras e documentos oficiais que têm as instalações elétricas como objeto principal, e de que forma estes documentos abordam a segurança contra incêndio.

(b) Diagnóstico da legislação dos Corpos de Bombeiros do Brasil, que aborda instalações elétricas: A pesquisa investiga dados em todos os Corpos de Bombeiros do Brasil, totalizando 26 estados, mais o distrito federal, totalizando 27, tendo cada corporação gerência sobre o seu estado. Para o levantamento de dados, o instrumento de coleta é constituído por uma série ordenada de ações, sendo elas:

1ª ação: Verificação da existência de legislação própria de cada corporação sobre segurança contra incêndio. Para a obtenção deste resultado, consultou-se os

sites das corporações, e aqueles endereços eletrônicos onde não houve a constatação de documentos, buscou-se contato via telefone questionando a existência de legislação própria sobre segurança contra incêndio.

2ª ação: Verificação das exigências nas leis e decretos sobre segurança contra incêndio, próprias de cada corporação, relacionadas às instalações elétricas.

3ª ação: Verificação da existência de resolução normativa, instrução técnica ou instrução normativa relacionada diretamente às instalações elétricas, considerando os seguintes temas: iluminação de emergência, subestações, proteção contra descargas atmosféricas e inspeção das instalações elétricas;

4ª ação: Apresentação dos dados coletados, com enfoque no diagnóstico das legislações dos Corpos de Bombeiros que trazem exigências sobre instalações elétricas.

3. RESULTADOS

Quando o tema instalações elétricas de baixa tensão é abordado no Brasil, a norma que deve ser considerada é a ABNT NBR 5410 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão. Esta norma estabelece às condições que devem atender as instalações elétricas de baixa tensão, com o objetivo de garantir a segurança de pessoas e animais, o funcionamento adequado da instalação e a conservação dos bens (ABNT, 2005). Sob o ponto de vista da segurança contra incêndio, a ABNT NBR 5410 traz em seu texto itens específicos sobre o assunto, porém a segurança contra incêndio é intrínseca a todas as matérias abordadas nesta norma. Caso houver descumprimento das condições estipuladas, haverá condições propícias que darão origem à incêndios. O item da norma que aborda diretamente o tema é o 5.2.2 - Proteção contra incêndio. O item 6.2.9.6 também discute o assunto, contemplando as barreiras corta fogo.

Quando o assunto é proteção contra incêndio, as descargas atmosféricas também devem ser consideradas. A ABNT NBR 5419 - Proteção Contra Descargas Atmosféricas, traz em seu texto o incêndio como um dos principais efeitos das descargas atmosféricas em grande parte das estruturas. Ainda, a norma comenta que as medidas de proteção para redução de danos físicos causados pelas descargas atmosféricas estão baseadas na instalação de um sistema de proteção contra descargas atmosféricas e medidas que limitem o desenvolvimento e propagação de fogo, como compartimentos à prova de fogo, extintores, hidrantes, instalações de alarme de incêndio e extinção de fogo (ABNT 2015). Portanto, o correto dimensionamento e instalação da proteção contra descargas atmosféricas inclui uma medida de proteção contra incêndio às edificações.

Outro documento que faz apontamentos sobre segurança contra incêndio é a ABNT NBR 15575 - Desempenho das Edificações Habitacionais. No que diz respeito a segurança contra o fogo, a norma estabelece uma estreita relação com a proteção contra descargas atmosféricas e as fontes de ignição nas instalações elétricas. A norma aponta que os riscos relacionados a ignição vindos de descargas atmosféricas e instalações

elétricas devem ser cuidadosamente tratados com a aplicação da ABNT NBR 5410 e ABNT NBR 5419 (ABNT, 2013).

Ainda abordando os documentos que tem abrangência nacional, a Norma Regulamentadora 10 - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade, possui um item que cita a proteção contra incêndio e explosão. Nesse texto, a ênfase é dada às instalações elétricas de ambientes com atmosferas potencialmente explosivas. Uma das exigências é a instalação de dispositivos de proteção, como alarme e seccionamento automático para prevenir sobre tensões, sobre correntes, falhas de isolamento, aquecimentos ou outras condições anormais de operação do sistema elétrico. Além disso, os processos ou equipamentos susceptíveis de gerar ou acumular eletricidade estática devem dispor de proteção específica e dispositivos de descarga elétrica. E ainda, os serviços em instalações elétricas nas áreas classificadas somente poderão ser realizados mediante permissão para o trabalho com liberação formal (BRASIL, 2016).

A pesquisa nos Corpos de Bombeiros do Brasil foi realizada em todas as corporações, somando 26 estados, mais o distrito federal, totalizando 27. Com base nas etapas do objetivo, chegou-se aos resultados sobre os Corpos de Bombeiros e suas legislações com as devidas abordagens sobre instalações elétricas. O Quadro 1 compila os resultados da pesquisa.

Item avaliado	Possui *	Não possui **
Site	27	0
Legislações própria sobre segurança contra incêndio	22	5
Lei ou decreto sobre segurança contra incêndio que descreve a necessidade do cumprimento das normas da ABNT relacionadas a instalações elétricas	22	5
Lei ou decreto que exige a apresentação de anotação de responsabilidade técnica para comprovar o cumprimento das normas da ABNT relacionadas a instalações elétricas	5	22
Instrução técnica sobre iluminação de emergência	8	17

Continua

Continuação Quadro 1

Instrução normativa sobre proteção contra descargas atmosféricas	3	24
Instrução normativa sobre subestações de energia	5	22
Instrução normativa sobre inspeção das instalações elétricas e atestado de conformidade	3	24

* Corporações que possuem

** Corporações que não possuem

Quadro 1 – Corpos de Bombeiros e legislações sobre instalações elétricas.

4. DISCUSSÕES

Com base na atividade desenvolvida, inicialmente notou-se a dificuldade de encontrar as legislações nos *sites* dos Corpos de Bombeiros. Comumente há um agrupamento de documentos e legislação referente a segurança, prevenção e proteção contra incêndio e leis não pertencentes a este tema, o que torna a pesquisa morosa. Sobre a legislação de forma geral, nota-se que as leis e decretos possuem falhas por fazerem menção a instruções normativas indisponíveis ou inexistentes. Essa situação dificulta o entendimento sobre a real necessidade daquela exigência.

Sobre as 3 instruções normativas relacionadas a proteção contra descargas atmosféricas, constatou-se a não adequação às normas atuais sobre o assunto. Os documentos abordam apenas o sistema de proteção contra descargas atmosféricas – SPDA, e deixa uma lacuna no aspecto de proteção contra surtos elétricos, os quais são tema da atual NBR 5419, norma brasileira sobre proteção contra descargas atmosféricas.

As 3 (três) instruções normativas sobre inspeção das instalações elétricas são claras em seus objetivos, e solicitam a apresentação do resultado de inspeção através de parecer técnico, o qual deve descrever no mínimo os seguintes itens: condição dos condutores elétricos, sistema de proteção contra sobrecorrente e choque, barreiras e invólucros, sistema de aterramento, tomadas, quadros de distribuição, proteção contra descargas atmosféricas, característica dos circuitos elétricos, e anotação de responsabilidade técnica do sistema elétrico. Esse método de apresentação de parecer técnico é uma ferramenta de controle e medida de proteção efetiva contra incêndio, pois engloba os principais componentes das instalações elétricas. Seria de valia a implantação desta exigência em todos os Corpos de Bombeiros do Brasil.

5. CONCLUSÃO

Trazer a tona os conceitos relacionados a é uma das tarefas dos profissionais que atuam na área técnica.

As discussões e debates sobre proteção contra incêndio e sua relação com as instalações elétricas tem a função de orientar a sociedade, os profissionais e os órgãos competentes no âmbito prevencionista. Conhecer as características do sistema e procurar orientações de

profissionais técnicos da área são pilares da prevenção, e uma das soluções ao problema inicialmente exposto, o qual aborda a relação entre incêndios e instalações elétricas inseguras e inadequadas.

6. REFERÊNCIAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5410:2005**. Instalações Elétricas de Baixa Tensão.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5419:2015**. Proteção Contra Descargas Atmosféricas.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15575:2013**. Desempenho de edificações habitacionais.
- ABRACOPEL. **Anuário Estatístico de Acidentes de Origem Elétrica/2013-2016**. 2017. Disponível em: <<http://p.abracopel.org/anoario-download/>>. Acesso em 06 de Novembro de 2017.
- BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 10: segurança e instalações e serviços em eletricidade**. Brasília, DF, 2016. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR-10-atualizada-2016.pdf>>. Acesso em: 25 de janeiro de 2017.
- CBMDF. **Anuário Estatístico 2016**. 2017. Disponível em: <<https://www.cbm.df.gov.br/>>. Acesso em 06 de Novembro de 2017.
- USFA. **Fire in the United States 2005-2014**. 18th Edition. January 2017. Disponível em: <<https://www.usfa.fema.gov/downloads/pdf/publications/fiuls18th.pdf>>. Acesso em 06 de Novembro de 2017.

Work-related disabilities due to occupational diseases in Spain

Marti-Amengual G.; Sanz-Gallen P.; Calvo-Cerrada B.; López-Guillén A.

Unidad de Medicina Legal, Laboral y Toxicología Department of Medicine, Faculty of Medicine and Health Sciences, University of Barcelona, Barcelona, Spain.

ABSTRACT

Occupational diseases are rarely reported in Spain, and in fact the rate of reporting has decreased in the last 10 years. One of the reasons is that employers very often declare these pathologies as work-related accidents, unaware that this may leave them liable to strong economic sanctions. In work-related accidents employers are no obliged to move the worker to another post, while this is mandatory in occupational diseases. But in the case of a work-related accident the worker may qualify for permanent total disability, with the right to considerable administrative and judicial compensation that the employer would be obliged to pay.

KEYWORDS: disability, work disability and occupational disease

1. INTRODUCTION

In Spain, the number of occupational diseases declared represents only a small part of the real figure, since employers are fearful of inspections and sanctions in cases of non-compliance with regulations (Martí-Amengual et al. 1988, Martí-Amengual & Corbella 1997, García Gómez et al. 2017). Here we study the frequent errors that hinder the reporting of temporary incapacity due to occupational diseases and the declaration of permanent disability. One of these errors is the reporting of an occupational disease (for example, one caused by contact with toxic substances) as a work-related accident. As the victim of a work-related accident, the worker may be declared permanently disabled due to contact with toxins; if the instance had been correctly reported as an occupational disease, the worker would not be declared permanently disabled and the employer would not be liable.

2. MATERIALS AND METHODS

We study the annual declarations of occupational diseases from 1989 to 2016 and compare them with work-related accidents declared in the same period. We explore how the legal regulations in Spain penalize companies that declare occupational diseases, and how this deters them from making declarations in order to avoid sanctions. When an employer reports an occupational disease, his/her business almost always undergoes an inspection.

3. RESULTS

In Spain, article 116 of the 2007 General Social Security Act defines occupational diseases as those "contracted as a result of the work performed on behalf of another in the activities specified in the table approved by the provisions of application and development of this Act and caused by the action of the elements or substances indicated in said table for each occupational disease". The new table of occupational diseases published in 2006 (BOE.2006, BOE.2007), notably increased the number of occupational diseases. Surprisingly, the rate of reporting occupational diseases has fallen since then (see table 1 and figure 1).

Table 1. Number of work accidents and occupational disabilities for professional diseases per year in Spain.

Year	Work accidents		Occupational disabilities for professional diseases		Active working population in Spain N
	n	%*	n	%**	
1989	651,576	5.16	3,356	0.03	12,638,220
1990	706,713	5.46	3,844	0.03	12,954,930
1991	693,310	5.31	4,338	0.03	13,057,080
1992	635,213	4.95	4,465	0.03	12,822,320
1993	537,848	4.37	4,849	0.04	12,293,790
1994	537,625	4.40	4,804	0.04	12,207,640
1995	589,661	4.71	5,838	0.05	12,512,040
1996	616,237	4.79	7,069	0.05	12,871,350
1997	676,644	5.07	8,440	0.06	13,345,580
1998	752,882	5.41	10,428	0.07	13,904,180
1999	869,161	5.91	13,615	0.09	14,715,965
2000	935,274	6.02	15,461	0.10	15,534,468
2001	946,590	5.86	17,896	0.11	16,162,428
2002	937,188	5.64	20,722	0.12	16,630,302
2003	874,724	5.06	23,722	0.14	17,295,940
2004	871,724	4.85	24,047	0.13	17,970,845
2005	890,872	4.70	24,524	0.13	18,973,223
2006	911,561	4.62	18,511	0.09	19,747,667
2007	924,981	4.54	11,425	0.06	20,356,013
2008	804,959	3.97	11,504	0.06	20,257,635
2009	617,440	3.27	9,691	0.05	18,887,958
2010	569,523	3.04	8,765	0.05	18,724,500
2011	512,584	2.78	8,805	0.05	18,421,400
2012	408,537	2.32	7,466	0.04	17,632,700
2013	404,284	2.36	7,599	0.04	17,139,000

2014	424,625	2.45	8,112	0.05	17,344,200
2015	458,023	2.56	9,073	0.05	17,866,000
2016	489,065	2.67	9,886	0.05	18,341,500

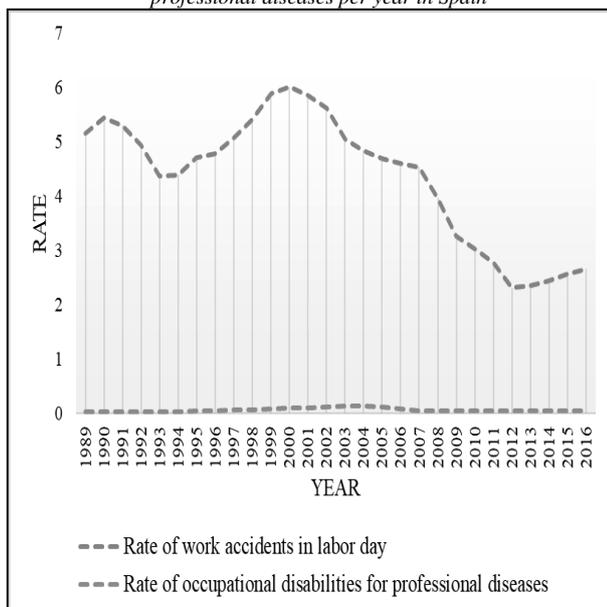
*(work accidents per day/active working population)x100;
 **(occupational disabilities for professional diseases/active working population)x100

But in Spain there is an antecedent which we believe contributes greatly to its underreporting. This is the fact that, when an occupational disease ended in death or permanent disability, the Department of Social Security (which depends on the government) was liable. This is the reason for this special surveillance of the possible causes of occupational diseases, and the fact that an inspection is carried out whenever an employer has reported an occupational disease

(Marti-Amengual et al. 2006, Marti-Amengual 2011, Martín-Fumado et al. 2014).

This practice of declaring an occupational disease as a work-related accident at work means that many pathologies that should not have incapacitated the worker eventually lead to permanent disability. We have observed this in numerous cases that have reached judicial sentences. The reason for this is that in Spain, when an occupational disease may lead to a permanent disability, the company must move the worker to another post so that s/he does not become permanently disabled; if on the other hand the firm declares the case as a work-related accident, it is not under the obligation to move the worker who is more likely to become permanently incapacitated.

Figure 1. Rate of work accidents and occupational disabilities for professional diseases per year in Spain



4. DISCUSSION

Occupational disease in Spain is a much less common cause of temporary disability than work-related accidents. Whereas in 1989 there were 651.576 work-related

accidents requiring sick leave, there were only 3.356 related to occupational disease. Since then, the highest figure for occupational disease was recorded in 2005 with 24.524 cases.

The new table of occupational diseases published in 2006 dramatically increased the number of reportable occupational diseases. However, the number of cases reported fell to 11.425 in 2007, and continued its downward trend until 2016 when 9,886 cases. One of the reasons that we believe also contributes to this under-declaration is the excessive complexity of the procedure; the format is very inflexible and very few firms finally complete the declaration.

5. CONCLUSIONS

We have identified the following reasons for the underreporting of occupational diseases in Spain:

- 1) The unfamiliarity with occupational diseases of doctors who are not specialists in the field;
- 2) Only 2% of medical records in Spain provide detailed information on patients' occupations: this means that workers' pathologies are only rarely related to the risks inherent in their jobs;
- 3) Most workers and union representatives do not distinguish between work-related accidents and occupational disease;
- 4) Employees are fearful of reporting an occupational disease because of the strong likelihood that they will undergo an inspection and will be fined;
- 5) The complexity of the declaration, the employers' unawareness of the obligation to report occupational disease, or in other cases their refusal to do so.

6. REFERENCES

- BOE. (2006) "Real Decreto 1299/2006, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro. Boletín Oficial del Estado, 10 de noviembre de 2006.
- BOE. (2007) Orden del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales 1/2007, de 2 de enero, que establece el modelo de parte de enfermedad profesional, y se dictan normas para su elaboración y transmisión creándose el correspondiente fichero de datos personales." Boletín Oficial del Estado, 4 de enero 2007.
- García Gómez M, Castañeda López R, Herrador Ortiz Z, López Menduina P, Montoya Martínez LM, Álvarez Maeztu E et al. Estudio epidemiológico de las enfermedades profesionales en España (1990-2014). Madrid: Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad; 2017.
- Ley 40/2007, de medidas en materia de Seguridad Social, de 4 de diciembre, BOE de 5 de diciembre de 2007.
- Marti-Amengual, G.; Duch Bordas F, Uauy Rabie PA B.; Duch Mestres F.(1988) "Estudio de los accidentes oculares en la industria metalúrgica". Anales de la Sociedad Ergofoftalmológica Española 17:105-111.
- Marti-Amengual, G.; Corbella, J. "La simulation des accidents de travail en Catalogne", actas XIXèmes Journées Internationales Méditerranéennes de Médecine du Travail, Marseille 1997.
- Marti-Amengual, G.; Puig-Bauxili, LL.; Gomez-Montoro, J.; Jimenez-Jimenez, A.J.(2006) Aspectos médico legales de las incapacidades laborales. Med Clin (Barc) 26 (17) 671-5.

Marti-Amengual G. Aspectos médico-legales de las incapacidades laborales en Aspectos Medico-legales de la práctica neurológica, Luzan 5 SA, 2011:23-36.
Martin-Fumado, C.; Marti-Amengual, G.; Puig-Bausili, LL.; Arimany-Manso, J (2014). La incapacidad temporal y sus implicaciones legales Med Clin (Barc) 142 (2):37-42..

Complacência e Automatismo

Complacency and Automatism

Martins, Edgard Thomas¹; Martins, Isnard Thomas²

¹Universidade Federal de Pernambuco, Brazil

²Universidade Estácio de Sá, Brazil

ABSTRACT

Studies of worldwide accident control and prevention agencies such as the NTSB (National Transportation Safety Board, USA), CENIPA (Center for Research and Accident Prevention, Brazil) often report that a complacent attitude by aircraft pilots contributes to the occurrence of an accident. With increasingly automated *cockpits*, this problem has become even more serious as the pilot tends to delegate too much of the aircraft's operation to these automatisms. It is common, for example, to see pilots during the descent or ascent to look at the landscape for long moments, as if they were simple passengers. Alternatively, they start performing other tasks that are not relevant to the flight, leaving the aircraft flying by itself for a few moments. They have their attention turned to flight only through control signals of the pilot system like "altitude alert", significant changes of power or calls in the communication between external flight control, called phony. The automatism has also caused several pilots to forget that their basic function is to fly an aircraft. These seem to avoid at all costs the decision to operate the aircraft manually, since the airplane allows this automatic procedure where the flight control functions are assumed by computerized and mechanical systems. But often the use of this component of automation in good weather conditions, without fog, visibility of 8 km, does not need to use the AP (AutoPilot). It is verified in a report of the AVIATION SAFETY of the Brazilian Civil Aviation Agency ANAC in Brazil, an excessively relaxed attitude of a commander led pilots to the loss of what is known as "Situational Awareness", which can be translated as "lack of situational awareness". This was made clear by the many times he had to resort to the co-pilot to know his position, the level he was allowed to descend, the configuration of the navigational instruments and whether he was allowed to approach. He lost control of attitude and referential in relation to the purpose of that moment of the flight, which prevented him from accompanying the development of the flight, which was clear from his comment about the ILS (Instrument Landing System) indications shortly before the collision.

KEYWORDS: Automation, Aircraft pilots, Aviation ergonomics

1. INTRODUÇÃO

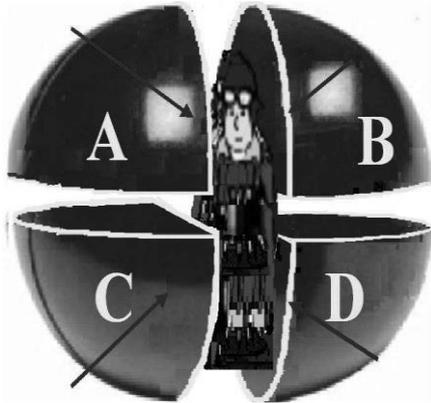
É senso comum no meio da aviação que a maior parte dos importantes estudos sobre acidentes com aeronaves com alto grau de automação foi realizado nestes últimos 10 anos e esta tecnologia progrediu muito neste tempo. Como resultado, ocorreram modificações na mesma proporção, na tarefa de pilotos e no posto de trabalho nos *cockpits*. Acreditamos que seja necessário um re-estudo e uma nova definição de componentes de erro para estabelecer uma nova visão da participação do trabalho dos pilotos no enfrentamento da automação crescente nas aeronaves, tomando como base os princípios e modelo de resultados dos trabalhos destes cientistas.

De acordo com publicações do CENIPA (2000 a 2015), da lista de causas originada por erro de tripulação de bordo (erros humanos), as causas de acidente provenientes de erro humano estão presentes em cerca de 80% das investigações relacionadas com acidentes e incidentes aéreos, sendo, as mais comuns: cansaço/ sono/ fadiga, sub-qualificação, incapacitação, erro de julgamento (velocidade, altitude, atitude da aeronave), navegação, problemas de comunicação, linguagem, distração no cockpit, desorientação. O próprio fabricante recomenda que, havendo mudança na rota prevista quando abaixo de 10.000 pés, os pilotos passem a usar marcações convencionais de navegação, justamente para evitar distrações à baixa altura com o sistema de navegação computadorizado.

Segundo Vilela (2004), a análise dos laudos obtidos das investigações de causas de acidentes graves e fatais do trabalho efetuadas pelo Instituto de Criminalística Regional de Piracicaba, de forma geral, e não apenas na aviação, e 71 laudos analisados de acidentes de trabalho nos fazem concluir que 80% dos acidentes investigados são causados por "atos inseguros" cometidos pelos próprios trabalhadores ou pelos seus mentores, enquanto que a falta de segurança ou "condição insegura" responde por 15,5% dos casos. Nossos estudos para elaboração da monografia para obtenção de grau de Mestre e dos estudos para elaboração da Tese de doutorado, apresentam direcionamento de culpabilidade com percentuais de culpabilidade direta de pilotos, diferentes destes tradicionalmente informados.

Nossos estudos tratam da contradição aos tradicionais mapas de inclusão do piloto nas causalidades dos acidentes. O percentual em questão indica hoje, nos relatos de acidentes, cerca de 80% da participação do piloto nestas investigações oficiais e internacionais. Os estudos da nossa Tese, tese sob olhar sistêmico que incluem prevalência da falhas, influência do trabalho e da saúde, onde apontam valores diferentes para a participação da culpabilidade tradicional de pilotos nos acidentes que tem sido imputados 80% mas nos nossos estudos citados, mostram que, com justificativa efetiva: 41,89% antes da automação e 32,85% após a automação. O olhar complexo e sistêmico proposto para esta tese nos proporciona uma visão ampla

e generalizada do piloto na aviação moderna e pode ser metaforizada pela figura 1. Esta figura revela que os vetores saúde e trabalho tem fortes componentes.



- | |
|---|
| <p>(F_e) – Vetores relacionados com a área
 {Ergonomia e fisiologia}</p> <p>(F_j) - Vetores relacionados com a área
 {Contexto jurídico, trabalhista, social}</p> <p>(F_m) - Vetores relacionados com a área
 {Medicina aplicada ao trabalho e à aviação}</p> <p>(F_t)- Vetores relacionados com a área
 {Tecnologia da informação,</p> |
|---|

Figura 1- Os vetores saúde e trabalho atuam significativamente nas inseparáveis vidas profissional e social do piloto

O que se passa realmente na mente do piloto, como de qualquer ser humano, é difícil e pouco possível avaliar, principalmente no ambiente de trabalho. A complexidade da distribuição de tarefas entre humanos e computadores não tem promovido uma substancial melhoria nos acidentes, como podemos constatar nos estudos da tese

A responsabilização das vítimas ocorre mesmo em situações de elevado risco onde não são adotadas mínimas condições de segurança, com repercussão favorável ao interesse dos empregadores. . . . Observa-se que estas conclusões refletem os modelos explicativos tradicionais, reducionistas, onde os acidentes são fenômenos simples, de causa única e centrados via de regra nos erros e falhas das próprias vítimas. A despeito das críticas que tem recebido nas duas últimas décadas no meio técnico e acadêmico, esta concepção mantém-se hegemônica no Brasil, prejudicando o desenvolvimento de políticas preventivas.

Vide na figura 2, no Airbus A-380, o aspecto dos novos postos de trabalho nos mais modernos aviões.



Figura 2 - O cockpit do Airbus A-380

Estes postos de trabalho exigem muito mais esforços cognitivos dos pilotos: este é, também, o estado da arte na aviação.

2. CONSIDERAÇÕES

Abbot (2015) registra que problemas podem ser gerados, eventualmente, pela automação ou por aspectos de percepção de falhas quando esta tecnologia não funciona como planejado. Entretanto, ao aprofundar análises efetuadas sobre vários destes acidentes, estes autores constataram que esta afirmação muitas vezes encobre problemas sérios inerentes a toda a aviação (Simões, 2010). A Civil Aviation Authority, órgão responsável pela aviação civil inglesa concluiu em um de seus estudos em 2016 que os riscos de uma colisão em vôo são os mesmos de 1946 a 1976, enquanto o número de mortes dobrou, em parte devido ao advento de aviões de grande porte. Aos pilotos foram creditados 56% da culpabilidade destes acidentes, pois não exerceram vigília adequada durante o vôo FAA (2015). Porém dois fatores mudaram substancialmente neste período:

1. O número de tripulantes na cabine foi reduzido à metade, limitando os sensores humanos disponíveis para monitorar o cenário de vôo.
2. Em 40 anos, a velocidade dos aviões aumentou em 100% e a velocidade de aproximação para pouso em 200%, devido à modificação aerodinâmica dos modernos aviões que não admitem velocidades muito reduzidas de aproximação para pouso.

O estado de alerta e a vigilância permanente dos pilotos nos aviões, durante o vôo, um fator preponderante para a impedir e prevenir acidentes, enquanto condicionante fundamental de segurança. Estudos desta natureza, com ampla divulgação e representatividade no meio acadêmico e aeronáutico, apresentam claramente que a usabilidade é uma questão importante.

A ergonomia cognitiva precisa ser um item prioritário para se determinar a migração para as inovações. Estas preocupações poderão contribuir para a redução de acidentes aeronáuticos, enquanto a tecnologia se ocupa com a construção de instrumentos e da automaticidade de dispositivos auxiliares de correção de vôo (Paterson, 2015).

3. MÉTODO

O presente autor tem devotado tempo considerável de estudos da correlação entre aumento da automação e culpabilidade de seres humanos em acidentes na aviação onde verificamos uma progressiva e incontável adoção de técnicas de substituição pela robótica de procedimentos que exigem intervenção manual. Os conflitos de ações de pilotagem e critérios de segurança programadas nos computadores e as ações realizadas pelos humanos encarregados de pilotagem são cada vez mais numerosos.

Para registrar estas conclusões, foram extraídas correlações, em seus estudos de doutorado, entre o avanço da automação e as exigências fisiológicas e o comportamento cognitivo dos tripulantes na moderna aviação. Estas exigências deveriam ser reduzidas, mas na realidade, apresentam um grande aumento cognitivo devido a requerimento de novas e freqüentes alterações técnicas na pilotagem e da constatação de novas formas de controle e de monitoração constante dos instrumentos computadorizados.

Um sistema chamado Data Aviation elaborado por este autor tem produzido correlações que conduzem a estas conclusões (MARTINS, 2010).

Foi registrado nestas pesquisas acima citadas nos estudos de elaboração da Tese de Doutorado, um número significativo de acidentes com origem complacência e falta de vigilância e confiança excessiva no automatismo.

4. RESULTADOS E CONCLUSÕES

Além da segurança e dos desafios tecnológicos, é necessário um redesign razoável da infra-estrutura aeronáutica, desde o desenvolvimento de aeronaves dispendiosa e atualmente inexistente para um novo sistema de controle de tráfego aéreo. Custaria dezenas de bilhões de dólares e muitos anos para se desenvolver. E ainda seria necessário pilotos para operar estas aeronaves, embora estivessem situados a partir de um local remoto. Podemos pensar que o piloto não pode suportar a perspectiva de ver a sua profissão seguir o caminho de um operador de computador.

Também é verdade que, ao contrário de muitos daqueles que poderiam contrariar estas afirmações, somos levados a crer em uma sólida compreensão das complexidades da aviação comercial, e das complicações que estes esforços futuristas implicaria. Os pilotos já são operadores de computadores. So alteraria o local de trabalho. Devemos estar menos preocupado com o futuro do que sobre o presente: Se o transporte aéreo sem piloto se tornar uma realidade, que assim seja. Até lá, no entanto, estamos vivendo em um mundo em que quase todo mundo viaja de avião, e o público merece ter um sentido preciso de como os aviões realmente voam do que como os pilotos realmente devam fazer para ganhar a vida.

As estatísticas monitoradas pela Regional Airline Association mostram que o número de certificações de pilotos se reduziu em mais de 50% desde que os *cockpits* começaram a transportar dois, em vez de três, pilotos.

O emprego do transporte aéreo nos EUA caiu mais de 27% desde 2000. O maior gargalo será como os reguladores decidirão qual a rapidez com que empresas e consumidores podem adotar tecnologia sofisticada. Pode haver pouco incentivo para que a indústria da aviação se pronuncie e reaja.

5. REFERÊNCIAS

- Abbot, Kathy. (2015) Aviation Safety/ Automation. Janeiro 10.
- Cenipa- Simpósio sobre CRM – (03 Agosto 2014)
- FAA –(2015) Information for Safety Purposes.” Aviation Daily. <http://www.faa.gov/> (Fevereiro 10, 2010). (acessado em 15 de março.)
- Martins, Edgard, (2010) “Study Of The Implications For Health And Work In The Operationalization And The Aeronaut Embedded In Modern Aircraft In The Man-Machines Interactive Process Complex,” “Thesis, Fundação Oswaldo Cruz, Pernambuco: Brasil, Aug. Pp. 567-612.
- NTSB- National Transportation Safety Board. (2014) Stall and Loss of Control on Final Approach, Atlantic Coast Airlines, Inc./United Express Flight 6291, Jetstream 4101, N304UE, Columbus, Ohio, Janeiro 7, 2014. Accident Report, (Outubro 6).
- Paterson Alex (2016) Aspects of aircraft design that enhancesafety http://www.vision.net.au/~apaterson/aviation/aircraft_desig n.htm (acessado em 20 março de 2016)
- R.W. Mann & Company, Inc. (2016) Airline Industry Analysis and Consulting 85 Muray Avenue Port Washington, NY 11050, <http://www.rwmann.com/>
- Simões, Eduardo & Vilela, M. (2010) Aviação em revista, Editora Gazeta Mercantil, São Paulo.
- Vilela, R. A. G. (2004) Culpa da vítima, um modelo para perpetuar a impunidade nos acidentes do trabalho. Cad.Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 20, n. 2, , p. 570-579.

Tripulação de Aeronaves: A Fadiga, o Ritmo Corporal e o Descanso

Aircraft Crew: Fatigue, Body Rythm and Rest

Martins, Edgard¹; Martins, Isnard²; Augusto, Lia Giraldo³

¹Universidade Federal de Pernambuco, Brazil

²Universidade Estacio de Sá, Brazil

³Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, Brazil

ABSTRACT

The health aspects of flight professionals are always present, but without any emphasis, in the official reports of official aviation accident investigators around the world. Only in the last decade has the Federal Aviation Administration recorded in its reports on aircraft research findings pilots' health problems as a causal factor. Problems related to fatigue, stress, physiological and psychosocial problems correspond to 19% of the causal factors involved in aircraft accidents. Airplanes of all sizes cross the skies carrying passengers, luggage, products, documents and, above all, a crew that, even though they love to fly, shows signs of fatigue due to the stressful work in the air. The crew is also worried about safety in the country's airplanes. The relations between worker and organization are bad, having as background the work with ergonomic deficit. The society should know the deviations committed by the organization of work in civil aviation. Through drastic and authoritarian measures, companies are putting at risk the safety of people transported: passengers and crew on domestic and international flights by companies of all nationalities. In addition to the daily difficulties faced by the crew to make each "flight as pleasant as possible to the passenger" there is a regiment of civil aviation agencies around the world that in practice reduces the number of stewards on commercial airplanes. These regulations vary from country to country, changing the criteria for calculating the number of commissioners required. In this way, the number of flight attendants of an Airbus generally drops from 8 to 5 crew members; in the Boeing 737 is reduced from 4 to 3 crew (simple crew) and in the case of the old MD-11, the reduction was a crew member. Physiological requirements at the pilot's work station that are present in the cockpit are obtained in reports of civilian and military pilots or found in review of literature of the scientific sources.

KEYWORDS: Automation, Fatigue, Body Rythm, Rest, Aircraft Crew

1. INTRODUÇÃO

Considerando que a ergonomia objetiva conceber um meio de trabalho considerando conforto, segurança e eficiência, o CENIPA defende que nem sempre estes sempre são seguidos. Frequentemente estes princípios se chocam com outros fatores externos:

- Turnos de trabalho não compatíveis com o descanso necessário às tripulações;
- Economia de espaço orientado a *pay-loads* (máximo espaço destinado à carga transportada), atrofiando os espaços destinados ao cockpit e ao resto da tripulação;
- Necessidade de manter as aeronaves no ar para uma máxima performance econômica e retorno dos investimentos, porque as aeronaves foram projetadas para utilização nestas condições de uso máximo e contínuo. O ser humano não;
- Regimes de trabalho estressantes no processo de treinamento de pilotos, principalmente na área militar;

Frequente falta de equipamentos de treinamento mais apropriado como simuladores de voo e outros que deveriam ser adquiridos na chegada de novas aeronaves. As exigências fisiológicas são origens de algumas das principais causas de erros, tendo como consequência acidentes na aviação civil ou militar. Estão abaixo listadas problemas com tripulação de bordo (e que estão presentes em no mínimo 80 por cento das investigações dos acidentes e incidentes aéreos):

- Drogas, alcool,
- Condição mental desfavorável,
- Não seguimento de regulamentos,
- Cansaço/ sono/ fadiga,
- Sub-qualificação,
- Incapacitação,
- Erro de julgamento (velocidade, altitude, atitude da aeronave),
- Erro de navegação,
- Problemas de comunicação, linguagem,
- Distração no cockpit,
- Desorientação.

O sono e seus transtornos

Uma das revelações encontrada com frequência nos relatos dos aviadores, foi à falta de sono, a dificuldade de se criar uma rotina de sono ou até mesmo o termo "tenho 'insônia' por causa do meu trabalho". Sousa (2010) define como insônia o excesso de vigília, ou a incapacidade se começar a dormir ou de se manter o sono, a mesma não é considerada uma doença, mas sim um sinal de que estamos com algum problema em nosso organismo. Partindo da constatação de que a quase totalidade dos seres humanos dormem todos os dias cerca de 1/3 do tempo, sugere-se que o sono deve satisfazer uma necessidade biológica básica do organismo humano. Ainda, segundo este autor, a privação do sono, pode provocar efeitos tais como:

- Perda da eficiência no funcionamento mental e físico;
- Irritabilidade e descontrole emocional;
- Tendências para distorção perceptiva;
- Confusão ideacional.

Algumas vezes, é difícil de se compreender por que uma pessoa tem necessidade de dormir. Certas partes do corpo, como o coração, nunca descansam embora sejam capazes de funcionar durante toda a vida. Um valor psicológico do sono parece ser o de restabelecer um equilíbrio adequado da excitabilidade, entre as várias partes do sistema nervoso. À medida que a pessoa vai ficando cada vez mais fatigada, algumas partes de seu sistema nervoso perdem mais excitabilidade do que outras, de modo que uma parte pode desequilibrar as outras. Na verdade, a fadiga nervosa extrema pode desencadear graves distúrbios psicóticos. Entretanto, após o sono prolongado, todas as partes do sistema nervoso terão, normalmente readquirido seus níveis normais de excitabilidade e retornado ao estado de serenidade (GUYTON, 2013).

Com relação à aviação militar, entretanto, deve-se considerar que a busca de segurança caminha, paradoxalmente, com o perigo iminente, decorrente de sua finalidade mesma, determinando, assim, uma prática de seleção, acompanhamento e treinamento que visem a promoção da capacidade humana de enfrentamento, superação e ajustamento. A figura 1 mostra o posto de trabalho do piloto de caça, que muitas vezes é submetido a vestimentas que reduzem movimentos dos membros, da visão, da audição e dificultam a respiração normal.



Figura 1- O piloto de caça e seu posto de trabalho (Fonte: foto cedida pelo Cmte Julio Bastos em 2015).

A manifestação de cansaço ou medo ou estresse não se apega à esta profissão. As maiores causas de afastamento do trabalho são mentais e veladas. Ainda assim. Este piloto é responsável pela operação de uma máquina complexa submetida a um vôo de formação onde os movimentos da aeronave são críticos e pondo em risco de vida em todo o processo de vôo. O piloto militar, especialmente o piloto de caça, diferentemente do piloto civil é levado ao seu limite e preparado para que esse limite se amplie, de modo a encontra-lo pronto para reagir de forma operacional, perfeitamente adaptada a máquina,

e a despeito das condições ambientais do momento. Na figura 1 apresentada vemos o pequeno habitáculo (*cockpit*) de um avião de caça. Entender as particularidades que levam o ser humano a enfrentar esse desafio, como ainda a busca-lo ativamente, transformando-o, para além da prática profissional, em seu objetivo de vida, impõe-se como uma questão ainda em aberto no campo da Psicologia. A mera configuração de um contexto adverso ao ser humano não significa, necessariamente, existir uma resposta desfavorável, entendida como mal-adaptativa ou de ajustamento patológico.

2. MÉTODO

Nos estudos realizados por este autor para obtenção dos graus de Mestre e Doutor, é apresentada uma grande correlação entre a falha na resposta à necessidade de descanso de tripulações e incidentes e acidentes com aeronaves na aviação civil e militar. Um sistema computadorizado chamado DATA AVIATION foi elaborado para extração de correlações e dados estatísticos tendo como fonte as bases de acidentes principais do planeta como NTSB, CAA, ZAA DOS Estados Unidos, Canadá e França. Pesquisamos o aumento da automação e culpabilidade de seres humanos em acidentes na aviação onde verificamos uma progressiva e incontrolável adoção de técnicas de substituição de procedimentos que exigem intervenção manual pela robótica. Muitos procedimentos em nome da automação estabelecem forte exigência cognitiva com consequências importantes no desempenho de trabalhadores a bordo de aeronaves na moderna aviação. Registramos em nossa Tese de doutorado, a correlação direta do vetor trabalho quando ocorre a participação do piloto nos acidentes e incidentes com a incidência do vetor saúde em 88,89%, fato que reforça a hipótese que a pressão trabalho promove alterações na performance do trabalho. O vetor trabalho pressiona 50,84% dos acidentes onde existe participação do piloto de alguma forma. Igualmente o vetor saúde está presente com 49,03% nesta forma de estudo. Este é o componente saúde tem a intensidade mais alta nestes estudos (MARTINS, 2010).

3. CONCLUSÕES

Em geral, o ciclo circadiano e suas alterações estão acopladas à periodicidade de 24 horas da rotação da Terra, de forma que muitas vezes chegou-se a pensar que a periodicidade animal e humana seria uma reação passiva do organismo à periodicidade do meio ambiente. Experiências mostraram, porém, que essa periodicidade continua após a exclusão de todos os fatores do meio ambiente. A causa dessa periodicidade não é portanto o meio ambiente e sim processos endógenos próprios do cérebro. E prosseguem estes autores, o ritmo circadiano é sincronizado com a periodicidade das 24 horas do dia através dos sincronizadores de tempo externos. Cipolla (2012) registra que o mais potente destes sincronizadores é o ciclo dia-noite, outros importantes fatores igualmente sincronizadores são: as condições sociais, barulho e

temperatura. O primeiro substrato anatômico e funcional do ritmo biológico a ser identificado foi o núcleo supraquiasmático, que se localiza na base do cérebro. Posteriormente foi evidenciada a presença de outros relógios biológicos. Ao se extrair o núcleo supraquiasmático em animais e em humanos submetidos ao isolamento tem se demonstrado a falta de sincronização de dois grupos de funções rítmicas; um grupo que acompanha o ciclo sono-vigília e o outro acoplado ao ritmo circadiano da temperatura corporal. Por exemplo, em um indivíduo em condições constantes de isolamento, seus ritmos circadianos mudam de 24 horas para uma média de 25 horas. Entretanto, funções vegetativas como a temperatura corporal e a secreção de cortisol não seguem um ciclo de 32 horas, que parece estar localizado nos núcleos ventromediais e na área lateral hipotalâmicos. Finalmente registra que alguns distúrbios transitórios do sono e da vigília podem estar associados a mudanças abruptas dos sincronizadores exógenos, por exemplo: uma viagem transmeridiana. A síndrome de mudança rápida do fuso horário se caracteriza por sonolência diurna, insônia com dificuldade de dormir no novo horário e queda do desempenho nas diversas tarefas mentais e físicas. As consequências médicas destas mudanças podem ser classificadas em: os produzidos de forma transitória e os produzidos de forma crônica. Se estas mudanças ocorrem de forma sistemática, os sintomas se agravariam a ponto de ter risco de várias doenças como distúrbios neurológicos, sonolência excessiva e/ou insônia, problemas cardiovasculares e gastrintestinais.

3.1 O cenário da profissão do piloto

Várias teses tem tratado de assuntos relacionados com a atividade dos pilotos inclusive relacionadas com a saúde mas poucas se referem à participação e às implicações do papel dos pilotos nos acidentes na aviação. Igualmente não tratam as vulnerabilidades institucionais no cenário jurídico-trabalhista dando por concluído a análise do problema sem estas considerações. É necessário ter em vista que um aprofundamento destes temas arrolando com muita agregação e coerência, muitos campos do saber e disciplinas pertinentes a várias ciências é uma maneira mais ampla de realizar estudos para este complexo tema. Estarão aí incluídos todos os assuntos de pilotagem, a perspectiva e estabilidade mental dos indivíduos inseridos neste cenário e as tecnologias aplicadas às aeronaves na área da ergonomia e da tecnologia da informação que permeia a comunicação entre indivíduos, as regras trabalhistas e legais que se mesclam e às condições biopsíquicas e que ao final ficam reduzidas a um monolítico resultado econômico-social. Os pilotos que realizam as grandes rotas transcontinentais estão sujeitos de maneira crônica a esse mal, cruzando muitas vezes por semana vários fusos horários em uma só viagem,desafiando o seu próprio organismo. Isso explica em parte, o porquê de certos estudos apontarem as doenças cardiovasculares como a principal causa de perda de licença para pilotar e de mortalidade não-traumática entre os comandantes (MARTINS, 2010).

No que se refere as ciencias humanas e da saude, grande enfase se deu, ao longo de varios anos, a inevitabilidade do estresse em ambiente de aviação. Grande quantidade de pesquisas, englobando todos os aspectos das alterações psicofisiologicas e tambem sociais, desencadeadas peio estresse típico da pratica da atividade aerea, levaram a evolução de conceitos tecnologicos e ergonômicos, os quais atualmente minimizam significativamente o impacto que o contexto adverso exerce sobre esses profissionais. Ao mesmo tempo, incursões na area de recursos humanos trouxeram modelos de seleção e acompanhamento de pilotos e tripulações, no sentido de favorecer, ou desenvolver, formas de organização mais favoraveis ou que diminuam o impacto das incertezas.

4. REFERÊNCIAS

- Cenipa- Simpósio CRM – (03 Agosto 2014)
 Cipolla (2012) Airline Industry Analysis and Consulting 85 Muray Avenue Port Washington, NY 11050, <http://www.rwmann.com/>
 FAA -Information for Safety Purposes.” Aviation Daily. <http://www.faa.gov/> (Fevereiro 10, 2010). (e março 2015
 Guyton, Alex. Aspects of aircraft design that enhancesafety http://www.vision.net.au/~apaterson/aviation/aircraft_design.htm (março de 2013) .
 Martins, Edgard, (2010) “Study Of The Implications For Health And Work In The Operationalization And The Aeronaut Embedded In Modern Aircraft In The Man-Machines Interactive Process Complex,” “Thesis, Fundação Oswaldo Cruz, Pernambuco: Brasil, Aug. Pp. 450.
 NTSB- National Transportation Safety Board. Stall and Loss of Control on Final Approach, Columbus, Ohio, , 2014. Accident Report, (Outubro 6, 2014, 2016).
 Sousa, A. Aviação em revista, Editora Gazeta Mercantil, São Paulo (2010).

Just Culture and the New Aviation

Martins, Edgard¹; Martins, Isnard²

¹Universidade Federal de Pernambuco, Brazil

²Universidade Estacio de Sá, Brazil

ABSTRACT

Under Just Culture conditions, individuals are not blamed for ‘honest errors’, but are held accountable for intentional violations and negligence. Only a very small proportion of human actions that are unsafe are deliberate as criminal activity, substance abuse, use of controlled substances, reckless noncompliance, sabotage, and as such deserve sanctions of appropriate severity. A blanket amnesty on all unsafe acts would lack credibility in the eyes of employees and could be seen to oppose natural justice. A “no-blame” culture per se is therefore neither feasible nor desirable. The Security Management System (SGS) programs have been recently developed and implemented by airlines, airports, manufacturers, civil aviation authorities and air traffic control units around the world. The International Civil Aviation Organization (ICAO) emphasized the implementation of procedures by January 2009 on all airlines. Air traffic control providers, Aviation Maintenance Organization (AMO) and airports implement a Safety Management System (SMS). The FAA (Federation Aviation Administration) is also developing SGS regulations based on the proposed regulations issued in 2009. A description of SGS with specific safety factors for aviation organizations and requirements / solutions. The implementation of the program follows the aviation safety management doctrine and has shifted an outdated traditional reactive base to a modern proactive and organizational focus. Air crashes have become statistically rare events. This does not mean, however, that there is room for improvement. SGS employs advanced systems management theory and practice to drive the rate of occurrence of serious security events to an even lower level. In aviation, public opinion awaits the discovery of a culprit for an accident and pilots are always the main target for causality, even if there is reasonable doubt of their actual contribution to the accident. Usually a person who breaks the law or breaches a regulation or company procedure through a deliberate act or gross negligence cannot expect immunity from prosecution. However, if the offence was unpremeditated and unintentional, and would not have come to light except for the report, he/she should be protected from punishment or prosecution. The purpose of this paper is to discuss and try to attenuate the criminal, social attribution of aircraft pilots in relation to accident versus true culpability.

KEYWORDS: Culture of Punishment, Security, True Negligence

1. INTRODUCTION

A safety definition must be provided to understand the fundamental concepts of safety and can be defined as the state in which the risk of harm to persons or damage to property is reduced and maintained at or below an acceptable level through a continuous process of identification and risk management. The terms risk and risk also need to be defined. Danger is the condition or circumstance that can lead to physical damage or material damage and the risk is the consequence of a hazard measured in terms of probability and severity.

2. FUNDAMENTATION

Research shows that only a small percentage (10%) of all accidents are caused by unsafe conditions; and the highest percentage (about 90%) of all accidents are the result of organizational and human factors in which latent conditions combine with active failures to produce an accident. we know that the biggest threats to aviation safety stem from organizational issues. Making the system even more secure will require a fundamental requirement of Organizations. The International Civil Aviation Organization (ICAO, 2013) has identified a number of areas where certain elements of aviation security programs can be further enhanced and supported by Security Management Systems (SGS).

A Security Management System is defined as a formal organizational system for managing security. It integrates a variety of security management tools, including senior

management appointments, hazard identification, risk management, security reporting, incident investigation, corrective action, and education.

An effective security management system creates an improved security culture and provides the management environment required for an organization to promptly identify and resolve system security issues.

An important principle of the Security Management System is attention to the culture of organizational security.

Uttal (1983) defines organizational culture as "shared values (what is important) and beliefs (how things work) that interact with an organization's structures and control systems to produce behavioral norms (the way we do things out there)".

3. METHOD

Our doctoral studies were devoted to reassessing human participation and error in aviation accidents. An extensive work that translated into accidents with aircraft where the human factor was always present and imputed in guilt, established through taxonomic algorithms and correlations of external factors that the real and effective participation of humans in the fault of accidents did not surpass 45%, where the traditional analyzes present more than 80% of pilots fault.

4. DISCUSSION

Organizations can be distinguished along a line from pathological to generative:

- Pathological: The organization cares less about safety than about not being caught.
- Reactive: The organization looks for fixes to accidents and incidents after
- Calculative: The organization has systems in place to manage hazards, however the system is applied mechanically. Staff and management follow the procedures but do not necessarily believe those procedures are critically important to their jobs or the operation.
- Proactive: The organization has systems in place to manage hazards and staff and management have begun to acquire beliefs that safety is genuinely worthwhile.
- Generative: Safety behavior is fully integrated into everything the organization does. The value system associated with safety and safe working is fully internalized as beliefs, almost to the point of invisibility.

FOUR CRITICAL ELEMENTS OF SAFETY CULTURE/ JUST CULTURE: An organization's culture is defined by what the people do. Figure 1 shows the diagram.

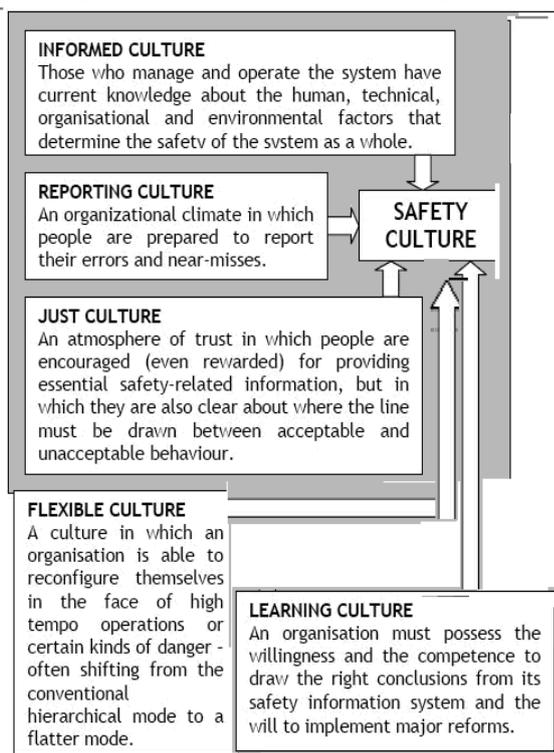


Figure 1- Four Critical Elements of Safety Culture /Just Culture
<http://www.coloradofirecamp.com/just-culture/images/safety-culture.jpg>
 21 sept 2009

The decisions people make reflects the values of the organization. The following are four critical elements of safety culture, these activities would make up an "informed culture" - one in which those who manage and operate the systems have current knowledge about the

human. Technical, organizational and environmental factors determine the safety of the system as a whole. (CAA, 2009)

4a- REPORTING CULTURE

People are encouraged to voice safety concerns, report their errors or near-misses. When safety concerns are reported, they are analyzed and appropriate action is taken.

4b- FLEXIBLE CULTURE

A culture capable of adapting effectively to changing demands. Ability to change from bureaucratic and centralized mode to a more decentralized and professional way.

4c- LEARNING CULTURE

People are encouraged to develop and apply their own skills and knowledge to enhance organizational safety. Staffs are updated on safety issues by management. Safety reports are fed back to staff so that everyone learns the lessons.

4d- JUST CULTURE

People are encouraged, even rewarded, for providing essential safety-related information. Errors must be understood but intentional violations cannot be tolerated. The workforce knows and agrees on what is acceptable and unacceptable.

Open Dialogue About Human Error.

When employees make mistakes, the normal response in many organizations is to not discuss it openly. The reasons seem rather clear: the most obvious being the idea of making the people involved uncomfortable by "singling them out" is contrary to a non-punitive safety culture. But in fact the opposite is true. Practicing an open dialogue about safety issues, without judgment, makes several things about errors very clear:

- Valuable insights into the SMS program's vulnerabilities;
- A key safety learning opportunity and;
- A natural part of any program.

An old manager used to tell me that the mistakes aren't a problem so long as you don't repeat them, and having open dialogues about human error stresses the same points. If anything, not openly discussing safety issues in fear of making employees uncomfortable actually has some rather insidious side effects. For one, it communicates to employees that mistakes are unacceptable. More importantly, it implies that management may be hiding safety information. This is another way of saying "lack of transparency". The Conditions for Just Culture, according with ICAO (International Civil Aviation Organization, 2013) are not blamed for 'honest errors', but are held accountable for intentional violations and gross negligence. People are less willing to inform the organization about their own errors and other safety problems or hazards if they are afraid of being punished or prosecuted. Such lack of trust of employees prevents the management from being properly informed of the actual risks. Managers are then unable to make the right decisions in order to improve safety. However, a totally "no-blame" culture is neither feasible nor desirable. Most people desire some level of

accountability when a mishap occurs. In an attempt to solve that problem, J. Reason described a “Just Culture” as an atmosphere of trust in which people are encouraged, and even rewarded, for providing essential safety-related information, but in which they are also clear about where the line must be drawn between acceptable and unacceptable behavior. Hence, a Just Culture supports learning from unsafe acts in order to improve the level of safety awareness through the improved recognition of safety situations and helps to develop conscious articulation and sharing of safety information. Consequently, a Just Culture can be regarded as an enabler, and even indicator of, (a good) Safety Culture. People are understandably reluctant to report their mistakes to the organization that employs them or the government department that regulates them. To encourage them to do so, these organizations should publish statements summarizing the fundamental principles of a just culture which they will follow. Additionally, they must ensure that these principles are applied at all levels of their organizations. Such a statement should cover the following matters:

5. REFERENCES

- Aviation Safety (accessed on aug 2016):
<http://aviationsafetyblog.asms-pro.com/blog/characteristics-effective-aviation-safety-culture>.
- <http://www.coloradofirecamp.com/just-culture/images/safety-culture.jpg> sept 2009
- Civil Aviation Authority of New Zealand (2009) *Safety Management System* Retrieved on 18 Sep 2009
- Icao Doc 9859 - Safety Management Manual, 3rd Edition - 2013
- Uttal, 1983, *The corporate culture vultures* Fortune, 17 Oct
- Von Thaden, T. L., Zhang, H., Wiegmann, D. A., Gunjan, S., & Mitchell, A. A. (2012). *Safety culture: A concept in chaos*. Retrieved 18 Sep 2009
- Hudson, p (2011) *Safety Culture: The Ultimate Goal* Flight Safety Australia. Retrieved on 18 sept
- Perez GonzalesJD. 2014, *Safety Culture* Massey University, NZ.

Risk factors in manual handling loads: Analysis of a packaging workplace

Sousa, Marta¹; Carneiro, Paula²; Colim, Ana²

¹School of Engineering, University of Minho, Portugal

²ALGORITMI Centre, School of Engineering, University of Minho, Portugal

ABSTRACT

The constant concern with the risk of developing musculoskeletal disorders motivated by the manual material handling leads to studies to evaluate this risk and consequent reflection on improvement actions to eliminate or minimize it. The present study focused on this topic, evaluating this risk in a packaging workplace of a metalworking industry, through NIOSH'91 Equation, and reflecting on control measures, through concepts of anthropometry and solutions offered by the current market, focusing on risk reduction and working conditions improvement.

KEYWORDS: Ergonomics, Anthropometry, Manual handling loads, Musculoskeletal injuries

1. INTRODUCTION

In the present century, load-lifting workers still do not have optimal working conditions in the field of logistics, production and service, specially concerning processes that involve lifting and carrying high amounts of weight and that represent a high load on the human body (Mittelstädt *et al.*, 2015).

Tasks related to manual handling loads (MHL) have been considered one of the major causes of occupational injuries and illnesses (Zurada, 2012).

Portuguese legislation - Decree-Law no. 330/93, of 25th September - establishes the minimum safety and health requirements for manual handling loads. This diploma defines as manual handling loads any operation of transport and support of a load, by one or more workers, who, due to their characteristics or unfavorable ergonomic conditions, carries risks to them, namely in the dorsolumbar region.

The mentioned Decree-Law imposes on the employer the obligation to carry out the evaluation of the risks associated to MHL, considering the characteristics of the load and the physical effort required. However, there is no reference in Portuguese legislation to any methodology for assessing these risks. For this purpose, it is frequent to use risk assessment methods mentioned in bibliography, such as checklists, questionnaires filled out by employees and observational methods.

One of these methods consists in the application of an equation with different multipliers, the NIOSH'91 equation, which was the method selected in the present study to evaluate the risk in a packaging workplace of a metalworking industry (Waters *et al.*, 1993).

Portuguese legislation also requires the employer to implement appropriate measures to eliminate or, if not possible, to reduce risks. In this field, it is possible to use specific anthropometric data for the population under evaluation and to design a workplace suitable for its users, or at least to the majority of them.

The main goal of this study was not only to quantify the risk of work-related musculoskeletal disorders (WRMSD) to which employees are currently exposed to, but also to achieve corrective measures to be implemented in the workplace, in order to minimize risk and improve the working conditions, reducing the risk of developing musculoskeletal injuries.

2. MATERIALS AND METHODS

With the intention of evaluating the manual lifting of loads carried out in the packaging workplace, performed with both hands, the NIOSH'91 equation was applied. This equation allows the calculation of the Recommended Weight Limit (RWL) and the Lifting Index (LI), which allows the identification of tasks for which some or most workers are at risk (Waters *et al.*, 1993).

The RWL is an estimated maximum weight for the load handled during a task, considering that it fulfills some assumptions, namely that around 99% of men and 75% of women can carry out over a considerable period of time without increasing the risk of musculoskeletal injuries. In addition, this equation also respects biomechanical (maximum compression force on the intervertebral disc L5 / S1 is 3.4 kN) and physiological criteria (maximum energy expenditure between 2.2 and 4.7 kcal / min).

This RWL is designated by load constant (LC), which assumes the value of 23 kg. Applying the equation, this value is adjusted by different multipliers (horizontal, vertical, distance, frequency, asymmetry and coupling multipliers), which penalize the RWL as the conditions of the load moves away from the optimal ones (Waters *et al.*, 1993), according to the represented equation

$$RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times FM \times AM \times CM \quad (1)$$

The value of each multiplier may vary from 0 to 1.

After solving NIOSH'91 equation it is possible to determine the Lifting Index (LI), which is the result of the quotient between the actual load and the RWL. When this value exceeds the unit, it is possible to verify that there is a risk of developing WRMSD. Several experts consider that a lifting index greater than 3 is equal to severe injury risks for many individuals (Helander, 1995).

To develop this case study, it was necessary to collect several data in the workplace studied, namely: work plans heights, liftings ranges, loads dimensions, among others. It was also needed visual observation and video recording of the tasks performance. Some additional information was obtained by interviews to the workers.

After data treatment and application of the NIOSH'91 equation, the results lead to the existence or non-existence of risk of injury. The methodology defined for this study

dictated that if there was risk, measures would be proposed to minimize it, through the application of anthropometry concepts to the workplace, in order to satisfy 95% of the population of both genders, based on the anthropometric data of the Portuguese population collected by Minho University in 2002.

3. RESULTS

3.1 NIOSH'91 equation

The tasks carried out at the workplace consists on placing boxes with 4.4 kg in sets of four small boxes inside a larger one (with 18kg), that is placed on a conveyor belt, according to figure 1.

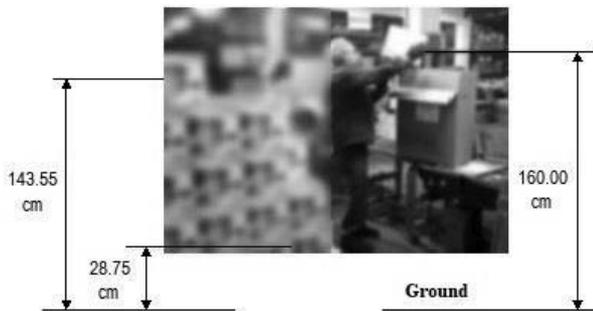


Figure 1. Photograph of the workplace with indication of lifting heights considered.

The NIOSH'91 equation was applied in two tasks considered the most unfavorable: manual handling of the highest and most distant box (task 1 - T1), as well as the lowest and furthest box (task 2 - T2), as shown in Figure 2. The same figure illustrates some data collected *in loco*, namely the heights of the boxes, the conveyor belt, the pallet and the total height of the stack of boxes.

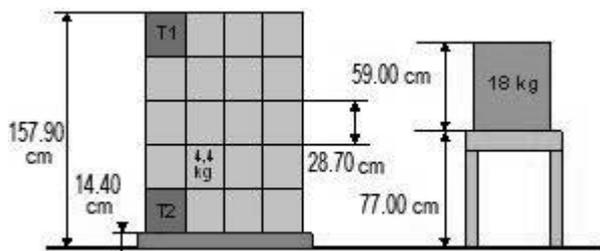


Figure 2. Schematic representation of the workplace under analysis.

The results of the application of the NIOSH'91 equation for tasks 1 and 2 are presented in Table 1, showing risk of WRMSD.

Table 1. Results obtained through the NIOSH'91 equation.

Task	Multipliers						RWL (kg)	LI
	HM	VM	DM	AM	CM	FM		
Task 1	0.743	0.794	1.095	0.904	1.00	0.30	4.03	1.09
Task 2	0.743	0.861	0.854	0.904	1.00	0.30	3.41	1.29

3.2 Improvements to be implemented at the workplace to reduce risks

Some improvement measures for the workplace were considered to reduce the LI and, consequently, the risk. Given the high values of the distance multiplier, the impact of reducing the height of the conveyor belt was evaluated for a height that would satisfy 95% of the population of both genders, based on the anthropometric data of the Portuguese population collected by Minho University in 2002. To do so, it was defined that the operators could not raise their hands above the level of their shoulders, and therefore could not exceed 1.206 meters. This led to the conclusion that the conveyor belt should have a maximum of 61.60 centimeters in height instead of the current 77.00 centimeters.

In addition to this improvement measure, the initial height of the boxes should be corrected to 114.85 centimeters, limiting the vertical storage of the boxes to a four-level stack instead of the current five-level. To reduce risk, a pallet truck with a hydraulic lift system or similar auxiliary device should also be available at the workplace, because it would allow the initial height to remain constant (114.85 cm), preventing operators from lowering themselves to reach the bottom level of boxes and perform the second task.

Lastly, training and awareness-raising are also fundamental recommendations for improvement, focusing on reducing the angle of rotation and obtaining postural and movement improvements, as well as staff rotation and the evaluation of break times between tasks.

3.3 Reassessment of the risk after improvement measures implementation

In order to evaluate the impact of the suggested measures, the RWL and LI were recalculated assuming the implementation of the improvement actions previously mentioned, obtaining the values in table 2.

It should be highlighted that the auxiliary mechanical device would allow the initial height to be kept constant, so the characteristics of tasks 1 and 2 would be similar, which is why a single task was evaluated. The final height was corrected by the smaller height of the conveyor belt, which causes a visible improvement in the distance multiplier.

Table 2. Results obtained in the application of the NIOSH'91 Equation after improvement implementation.

Task	Multipliers						RWL (kg)	LI
	HM	VM	DM	AM	CM	FM		
Task	0.743	0.880	1.603	0.904	1.00	0.30	6.54	0.67

4. DISCUSSION

Based on the application of NIOSH'91 equation to the real conditions of the evaluated workplace it is possible to verify that, since the lifting index is between 1 and 3, there is risk for some employees, during the performance of both tasks. The second task is more critical mostly because the distance multiplier is lower since the initial lift height is smaller. Both tasks, although considered frequent, are done by handling loads with less than 20 kg,

which according to Portuguese legislation are tasks that represent no risk. Therefore, it is possible to understand how important it is to rely on the results of risk assessment methods.

After implementing the suggested measures to improve the workplace, the reassessment of the risk allows a lower value of LI to be achieved, significantly reducing the risk for values that are not of concern.

This result was obtained by the impact of the control measures on the vertical and distance multipliers by calculating a more appropriate initial and final height.

Through this example it is possible to accomplish that one of the advantages of using NIOSH'91 equation is that it allows the user to clearly see the multipliers with the lowest values and adjust some workplace conditions that influence those multipliers, in order to obtain a higher value.

This particular manipulation made it possible to obtain a LI of 0,67 for this MHL task.

In fact, it is possible that the suggested measures, such as training, staff rotation and the evaluation of different break times between tasks, could have an impact on the asymmetry and frequency multipliers, although this was not considered on the recalculation of the NIOSH'91 equation.

5. CONCLUSIONS

The application of NIOSH'91 equation in this case study allowed to conclude the existence of WRMSD risk in the packaging workplace. Through the measures suggested in the present study, particularly those based on concepts of anthropometry, as well as through the subsequent reassessment of the risk, it was possible to conclude the possibility of significantly reducing risk in this workplace, achieving trivial levels of risk.

Lastly, it should be noted that there are boxes handle in the workplace with different characteristics from the evaluated ones, ranging from weight, size and type of packaging required by the client. Thus, as a recommendation for future work, it is suggested to study the impact of the changes proposed in the present study, namely the adjustment of the height of the conveyor carpet, on other tasks performed on this workplace, evaluating if there is risk of developing WRMSD when carrying out the remaining tasks performed.

6. ACKNOWLEDGMENTS

The authors gratefully acknowledge the support of the metal working company involved, and all of those who represent it that allowed this case study to be developed.

7. REFERENCES

- Portuguese State (1993). Decree-Law no. 330/93 – Minimum safety and health requirements for manual handling loads. Republic Journal, no. 226, Serie I, Part A from 1993-09-25.
- Barroso, M. P., Arezes, P. M., da Costa, L. G., & Miguel, A. S. (2005). Anthropometric study of Portuguese workers. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 35(5), 401-410. doi:10.1016/j.ergon.2004.10.005.
- Helander, M. (1995). *A Guide to the Ergonomics of Manufacturing*. Taylor & Francis.

- V. Mittelstädt, P. Brauner, M. Blum & M. Ziefle. (2015). Lifting activities in production and logistics of the future - Cardiopulmonary Exercise Testing (CPET) for analyzing physiological stress. *Procedia Manufacturing 6th International Conference On Applied Human Factors And Ergonomics and the Affiliated Conferences*, 3, 354-362
- Waters, T.R., Putz-Anderson, V., Garg, A. & Fine, L.J. (1993). Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks. *Ergonomics*, 36 (7), 749-776.
- Zurada, J. (2012). Classifying the risk of work related low back disorders due to manual material handling tasks. *Expert Systems with Applications*, 39 (12), 11125–11134.

Azole-resistance screening in occupational exposure assessments to mycobiota

L. Aranha Caetano^{1,2}, Miguel Zegre¹ & C. Viegas^{1,3}

¹ Environment and Health Research Group (GIAS) Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa, ESTeSL, Instituto Politécnico de Lisboa, Lisboa, Portugal.

² Research Institute for Medicines (iMed.Ulisboa), Faculty of Pharmacy, University of Lisbon, Lisbon, Portugal

³ Centro de Investigação e Estudos em Saúde Pública, Escola Nacional de Saúde Pública, ENSP, Universidade Nova de Lisboa, Lisbon, Portugal

ABSTRACT

Exposure to azole-resistant fungal species in workplaces represents a health risk for workers. This study describes the prevalence of azole-resistant mycobiota in three occupational environments, namely, Bakeries, Waste industry, and Swine farms, and it proposes complementary sampling methods for the evaluation of occupational exposure to azole-resistant mycobiota at critical worksites. Azole-resistant species, including *Aspergillus* sp. and Mucorales order, were identified in the three occupational settings in 40 out of 91 (44%) samples collected by passive methods in 15 out of 17 assessed units. Further studies comprising both culture-based methods and molecular analysis of azole-resistant target species should be developed in order to improve the assessment of occupational exposure to resistant mycobiota and characterization of risk factors for workers. Thus, different sampling methods and analyses approaches contribute for the acquisition of more detailed information enabling industrial hygienists to perform better risk characterization.

KEYWORDS: Azole-resistance; occupational exposure; Bakeries; Waste industry; Swine; *Aspergillus*; Mucorales

1. INTRODUCTION

In the last decades, there has been an increasing concern related to the emergence of microbial drug resistance, a well-known threat to public health (Nucci et al., 2005). Although bacterial resistance to antibiotics is extensively described, scientific knowledge is generally scarce about fungal drug resistance and its effects.

A large number of fungal species can cause severe infections, especially among immunocompromised patients and/or patients with granulocytopenia and diabetes (Springer et al., 2016). Increasing resistance to antifungal drugs leads to fewer therapeutic options, and is now a major concern for *Candida* and *Aspergillus* infections (Nature Microbiology, 2017), and also for Mucorales order (Springer et al., 2016).

Development of resistant fungal species in the environment is commonly suspected to be associated to fungal exposure to azole fungicides, often designated as DMI (14-alpha demethylase inhibitors), through selection pressure mechanisms. Cross-resistance to antifungal drugs can develop, since their molecular structure is similar to medical triazoles (Jeanvoine et al., 2017). Azole fungicides are used in crop and plant protection, preservation of materials, livestock production, and to prevent postharvest spoilage. Thus, employees from these occupational environments may be at risk of being exposed to fungal resistant strains (Viegas et al., 2017).

The genus *Aspergillus*, including *Aspergillus* section *Fumigati*, is ubiquitous in nature and one of the most prevalent in crops and cereals, such as used in baking industry (Gisi, 2013), and in several highly contaminated occupational environments, such as waste treatment (Hameed et al., 2007; Viegas et al., 2015a) and animal production (Sabino et al., 2012; Viegas et al., 2013).

It is currently discussed whether azole-resistance in environmental strains of *Aspergillus* section *Fumigati* can be caused by fungal selection pressure exerted by agricultural triazole fungicide use, such as in crop protection

(Verweij et al., 2009), due to the structure similarity of clinical triazoles with triazole fungicides (Caetano et al., 2017). It is also likely that azole-resistance could develop in environments where azoles and organic matter coexist, such as in waste piles, or even in animal production facilities where feed of cereal origin are used or composting practices are performed, as *Aspergillus* section *Fumigati* isolates cultured from soil and compost have already been described to be cross-resistant to azole fungicides, and genetically related to clinical resistant isolates (Verweij et al., 2009).

The presence of azole-resistant strains of *Aspergillus* section *Fumigati* in patients and indoors, such as dwellings and occupational environments, has already been described (Lavergne et al., 2016; Caetano et al., 2017). In a recent study conducted in Eastern France, azole-resistant *A.* section *Fumigati* isolates were identified in sawmills, reinforcing an emerging concern also in the occupational health perspective (Jeanvoine et al., 2017).

Strategies to limit the development of azole-resistant strains, such as the development and marketing of new antifungal drugs or improved protocols for fungicide application, must be implemented, in order to prevail against this emergent public health and occupational issue (Viegas et al., 2018).

Since data related to azole-resistance in occupational environments in Portugal is barely known, the main goal of the present study was to describe the presence of azole-resistant fungal species in different occupational settings: Bakeries, Waste industry, and Swine farms.

2. MATERIALS AND METHODS

Different samples were collected by passive methods from three distinct occupational settings around Lisbon (Portugal) between January and July 2017 (Table 1).

Settled dust samples were obtained from 10 bakeries by collecting the floor dust with the help of a sterilized bag, as previously described (Caetano et al., 2017). Elec-

trostatic dust cloths (EDCs), effective at collecting dust, were also collected from bakeries, by allowing dust to settle for, at least, 15 days (Caetano et al., 2017; Viegas et al., 2018 a). Air conditioning filters from 16 fork lifters operating in waste industry were collected and analyzed after processed and extracted with distilled water (Viegas et al., 2017).

Bedding material and feed samples from 5 swine farms, and raw materials from the bakeries, were also collected and processed as follows: 4.4 g of each (not oven-dried prior to processing, thus retaining natural water content) were extracted and 150 µL of this suspension was inoculated (Caetano et al., 2017; Viegas et al., 2018b).

The prevalence of azole resistance was determined for all samples in azole-supplemented media by seeding 150 µL of the wash suspension on Sabouraud agar supplemented with 4 mg/L itraconazole, 1 mg/L voriconazole, or 0.5 mg/L posaconazole, according to the EUCAST guidelines (The European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing, 2017).

After incubation at 27 °C for 5 to 7 days, fungal densities (colony-forming units (CFU) per 1 m² of filter/EDC area, or per 1 gram of settled dust/raw material/bedding/feed) were calculated, and fungal species were identified microscopically using tease mount or Scotch tape mount and lactophenol cotton blue mount procedures.

3. RESULTS

Azole-resistant species, including *Aspergillus* sp. and Mucorales order, were identified in the three occupational settings in 40 out of 91 (44%) samples collected by passive methods in 15 out of 17 assessed units, as follows: in 15 EDC (including one contaminated with *Aspergillus* section *Circumdati*) and in 2 raw materials (contaminated with *Rhizopus* sp. and *Mucor* sp.) from 8 bakeries; in 15 forklifters air-conditioning filters (including 10 contaminated with *Aspergillus* sp. and 2 contaminated with Mucorales) from the 2 waste treatment units; in 3 bedding material (including one contaminated with *Rhizopus* sp.) and in 5 feed samples from all the assessed swine farms (Table 1). No azole-resistance was detected in settled dust samples from bakeries.

Among target species (*Aspergillus* sp. and Mucorales) most isolates identified in azole-supplemented media were non-susceptible to 1 mg/L voriconazole, the most prevalent being *Rhizopus* sp. (24,931 isolates in bakeries; 500 isolates in fork lifters; 1 isolate in swine farms), followed by *Aspergillus* section *Nigri* (2,009 isolates in fork lifters filters) and *Aspergillus* section *Circumdati* (50 isolates in bakeries). Additionally, isolates of *Aspergillus* sections *Nigri* (3,418 isolates), *Circumdati* (17 isolates), *Candidi* (14 isolates) and *Aspergilli* (1 isolate), and of *Syncephalastrum racemosum* (500 isolates) were identified as non-susceptible to 4 mg/L itraconazole in fork lifters filters.

Of note, *Aspergillus* section *Nigri* was isolated in three different azole-supplemented media, suggesting a possible cross-resistance mechanism to azoles present at fork lifters operation setting.

Table 1. Azole-resistant fungal burden in samples collected by passive methods from all the assessed units

Setting	Samples collected		Number of samples with azole-resistant isolates		
	Sample type	N	Total	<i>Aspergillus</i> sp.	Mucorales
Bakeries (10 units)	Settled dust	7	0	0	0
	EDC	27	15	1	2
	Raw materials	26	2	0	1
Waste industry (2 units)	Filters from forklifters	16	15	10	2
Swine farms (5 units)	Bedding material	5	3	0	1
	Feed	10	5	0	0
Total		91	40	11	6

4. DISCUSSION

This study reports the presence of azole-resistant fungal species in three different occupational settings in Portugal; Bakeries, Waste industry, and Swine farms.

Although there is guidance for the identification of *Aspergillus* species in clinical settings, it lacks for occupational exposure purposes either in clinical or other occupational settings. Moreover, there is a lack of standardized protocols for the screening of azole-resistance in environmental samples, due to the heterogeneity of such matrices (Dudakova et al., 2017).

In this study, passive sampling methods (EDCs, air-conditioning filters, bedding material) were used to collect environmental samples in the different occupational settings, in order to collect contamination from a longer period compared with the active methods (Viegas et al. 2015b; Viegas et al. 2017). Fungal species not-susceptible to azole drugs were identified in three different azole-supplemented media, using the EUCAST clinical guidelines as reference due to the lack of specific guidelines for environmental samples.

The presence of azole-resistant fungal species in the three surveyed workplaces, in particular, azole-resistant *Aspergillus* sp. in the waste industry, and, to a lower extent, in bakeries, may potentially place these workers at high health risk, as exposure to resistant fungi may reach infectious levels within a confined space more readily. Noteworthy, azole-resistant *Aspergillus* sp. were identified in EDC samples from bakeries, and in air-conditioning filters from waste fork lifters, thus, highlighting the effectiveness of the applied passive sampling methods and sample matrices treatment to determine the resistant mycobiota in the environment at distinct workplaces.

The identification of Mucorales in all the analyzed settings is also of concern since invasive fungal diseases due to this order are increasing (Kontoyiannis et al., 2005; Bitar et al., 2009; Auberger et al., 2012). Mucorales are not susceptible to voriconazole, the first-line antifungal drug for invasive aspergillosis. Moreover, the dominant and fast growth of these species in voriconazole screening

media may hinder the presence of *Aspergillus* genera and other species with clinical relevance (Springer et al., 2016; Caetano et al. 2017).

The presence of resistant mycobiota in air-conditioning filters and in bedding material seems to be closely associated with a need to replace filters, or bedding material, more frequently in fork lifters and at swine farms, respectively, in order to avoid the proliferation and re-aerosolization of resistant mycobiota. The presence of resistant mycobiota in EDC suggest the need for improved cleaning procedures at bakeries.

Azole-resistant fungal species were also detected in raw materials (bakeries) and feed (swine farms). Global warming is increasing the prevalence of crop fungal pathogens, and may also increase the prevalence of fungal disease in humans as fungi adapt to survive in warmer temperatures. It is, therefore, of the utmost importance to characterize azole-resistance in specific workplaces where high fungal load and azole pressure might be expected (Nature Microbiology, 2017).

Therefore, fungal resistance to azole drugs should be addressed in exploratory studies to assess occupational exposure to total fungal burden, and to specific *Aspergillus* sp. and Mucorales order burden baseline at specific workplaces, in order to achieve an adequate risk characterization (Viegas et al., 2016; Viegas et al., 2017).

5. CONCLUSIONS

The EDC, air-conditioning filters, and bedding material proved to be sampling devices and matrices suitable for the assessment of occupational exposure to resistant mycobiota in Bakeries, Waste industry, and Swine farms, respectively.

The use of passive methods allows collecting contamination from a larger period in workplaces when compared with active air sampling, unveiling critical worksites.

Further studies comprising both culture-based methods and molecular analysis of azole-resistant target species should be developed in order to improve the assessment of occupational exposure to resistant mycobiota and characterization of risk factors for workers. Thus, different sampling methods and analyses approaches contribute for the acquisition of more detailed information enabling industrial hygienists to perform better risk characterization.

6. ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are grateful to Instituto Politécnico de Lisboa, Lisbon, Portugal for funding the Projects "Waste Workers' Exposure to Bioburden in the Truck Cab during Waste Management - W2E Bio-burden"(IPL/2016/W2E_ESTeSL) and Bacterial Bioburden assessment in the context of occupational exposure and animal health of swine productions (IPL/2016/BBIOR_ESTeSL) and also to Portuguese Authority for Working Conditions for funding the Project "Occupational exposure assessment to particulate matter and fungi and health effects of workers from Portuguese Bakeries"(005DBB/12) and also to Occupational Health Services from the industries covered in the different studies..

7. REFERENCES

- Auberger, J., Lass-Flörl, C., Aigner, M., Clausen, J., Gastl, G. & Nachbaur, D. 2012. Invasive fungal breakthrough infections, fungal colonization and emergence of resistant strains in high-risk patients receiving antifungal prophylaxis with posaconazole: real-life data from a single-centre institutional retrospective observational study. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*. 67: 2268–2273.
- Bitar, D., Van Cauteren, D., Lanternier, F., Dannaoui, E., Che, F.D., Desenclos, J. & Lortholary, O. 2009. Increasing incidence of zygomycosis (mucormycosis), France, 1997–2006. *Emerging Infectious Diseases*. 15: 1395–1401.
- Caetano, L.A., Faria, T., Batista, A., Viegas, S. & Viegas, C. 2017. Assessment of occupational exposure to azole resistant fungi in 10 Portuguese bakeries. *AIMS Microbiology*. 3(4): 960–975.
- Dudakova, A., Spiess, B., Tangwattanaachuleeporn, M., Sasse, C., Buchheidt, D., Weig, M., Groß, U. & Bader, O. 2017. Molecular Tools for the Detection and Deduction of Azole Antifungal Drug Resistance Phenotypes in *Aspergillus* Species. *Clinical Microbiology Reviews*. 30(4):1065-1091.
- Gisi, U. 2013. Assessment of selection and resistance risk for DMI fungicides in *Aspergillus fumigatus* in agriculture and medicine: a critical review. *Pest Management Science*. 70: 352–364.
- Hameed, A.A.A., Habeebuallah, T., Mashat, B., Elgendy, S., Elmorsy, T. & Elseroug, S. 2007. Airborne fungal pollution at waste application facilities. *Aerobiologia*. 31(3):283–293.
- Jeanvoine A., Rocchi, S., Reboux, G., Crini, N., Crini, G. & Millon, L. 2017. Azole-resistant *Aspergillus fumigatus* in sawmills of Eastern France. *Journal of Applied Microbiology*. 123: 172–184.
- Kontoyiannis, D.P., Lionakis, M.S., Lewis, R.E., Chamilos, G., Healy, M., Perego, C., Safdar, A., Kantarjian, H., Champlin, R., Walsh, T.J. & Raad, I.I. 2005. Zygomycosis in a tertiary-care cancer center in the era of Aspergillus-active antifungal therapy: a case-control observational study of 27 recent cases. *Journal of Infectious Diseases*. 191(8): 1350–1360.
- Lavergne, R., Chouaki, T., Hagen, F., Toubanc, B., Dupont, H., Jounieaux, V., Meis, J., Morio, F. & Le Pape, P. 2016. Home Environment as a Source of Life-Threatening Azole-Resistant *Aspergillus fumigatus* in Immunocompromised Patients. *Clinical Infectious Diseases*. 64: 76–78.
- Nucci, M., Marr, K. 2005. Emerging Fungal Diseases. *Clinical Infectious Diseases*. 41: 521–526.
- Nature Microbiology. (2017) Stop neglecting fungi. *Nature Microbiology*; 25(2):17120.
- Sabino, R., Faisca, V., Carolino, E., Veríssimo, C. & Viegas, C. 2012. Occupational exposure to *Aspergillus* by swine and poultry farm workers in Portugal. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A* 75:1381–1391.
- Springer, J., Lackner, M., Ensinger, C., Risslegger, B., Morton, C.O., Nachbaur, D., Lass-Flörl, C., Einsele, H., Heinzl, W.J. & Loeffler, J. 2016. Clinical evaluation of Mucorales-specific real-time PCR assay in tissue and serum samples. *Journal of Medical Microbiology* 65: 1414–1421.
- The European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing, Breakpoint tables for interpretation of MICs and zone diameters, version 7.1, 2017. Available from: <http://www.eucast.org>.
- Verweij, P.E., Snelders, E., Kema, G.H., Mellado, E. & Melchers, W.J. 2009. Azole resistance in *Aspergillus fumigatus*: a side-effect of environmental fungicide use? *Lancet Infectious Disease*. 9(12): 789–795.
- Viegas, C., Carolino, E., Sabino, R., Viegas, S. & Veríssimo, C. 2013. Fungal contamination in swine: a potential occupational health threat. *Journal of Toxicology and Environmen-*

- tal Health, Part A 76: 272–280.
- Viegas, C., Faria, T., dos Santos, M., Carolino, E., Gomes, A.Q., Sabino, R., Viegas, S. 2015a. Fungal burden in waste industry: an occupational risk to be solved. *Environmental Monitoring and Assessment*. 187(4): 199.
- Viegas C., Faria T., Monteiro A., Aranha Caetano L., Carolino E., Quintal Gomes A., Viegas S. (2018b) A Novel Multi-Approach Protocol for the Characterization of Occupational Exposure to Organic Dust—Swine Production Case Study. *Toxics*, 6, 5; doi:10.3390/toxics6010005
- Viegas, C., Monteiro, A., Aranha Caetano, L., Faria, T., Carolino, E., Viegas, S. (2018a) Electrostatic Dust Cloth: A Passive Screening Method to Assess Occupational Exposure to Organic Dust in Bakeries. *Atmosphere*, 9, 64; doi:10.3390/atmos9020064
- Viegas, C., Pinheiro, C., Sabino, R., Viegas, S., Brandão, J. & Veríssimo, C., editors. 2015b. *Environmental Mycology in Public Health. Fungi and mycotoxins risk assessment and management*. Academic Press.
- Viegas, C., Ramalho, I., Alves, M., Faria, T., Caetano, L. & Viegas, S. 2017. Electrostatic dust cloth - A new sampling method for occupational exposure to bioaerosols. *International Symposium on Occupational Safety and Hygiene SHO2017*, Arezes, P. et al.. Portuguese Society of Occupational Safety and Hygiene: 40-41.

Toluene Exposure in a Chemical Industry Plant

Barros, L. Miguel¹; Silva, Francisco²; Viegas, Susana^{3,4}

¹ Escola de Tecnologias e Engenharia, Instituto Superior de Educação e Ciências de Lisboa

² Centro Tecnológico da Cerâmica e do Vidro

³ Environment and Health Research Group, Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa, Instituto Politécnico de Lisboa;

⁴ Centro de Investigação em Saúde Pública, Escola Nacional de Saúde Pública, Universidade NOVA de Lisboa, Portugal

ABSTRACT

Introduction: The occupational use of chemical substances is a worldwide reality, being a growing public health problem. Several work activities are related with handling of chemicals contributing to the exposure of workers to these substances. Toluene is a non-polar organic solvent, easily absorbed by lipid-rich tissues, and is suspected of damaging fertility, or the unborn child, and may be fatal if swallowed and enters airways. **Objectives:** The aim of the study was to assess the occupational exposure to toluene, in a chemical industry, through environmental monitoring. Additionally, the study also aimed identifying the main factors that influence the exposure. **Methodology:** Active sampling was performed on 11 exposed workers, during 3 specific operations of the production process. Samples were analysed by gas chromatography with flame ionization detector. With the results of the toluene concentration, the time-weighted average exposure was calculated for 8 hours of activity and compared with the toluene indicative occupational exposure limit value for the same period. **Results and Discussion:** All results were below the reference value, ranging from 0.07 to 2.24 ppm for a time-weighted average exposure of 8 hours a day. The operation with the highest exposure level was the filling operation, with a value of 11.51 ppm, whose value approaches the exposure limit established by the Portuguese Standard NP 1796:2014 and by the American Conference of Governmental Industrial Hygienists (20 ppm). This exposure is due to the absence of a closed system and a local exhaust ventilation near the emitting source, that allows the removal of toluene vapours after emission. **Conclusions:** The results support the need to implement a closed system and, if not possible, apply engineering measures at the handling sites.

KEYWORDS: Toluene, occupational exposure, local exhaust ventilation

1. INTRODUCTION

The occupational use of chemicals is a worldwide reality and is a growing public health problem. The adverse effects that may arise from the handling of these substances promote the in-depth investigation of the interactions between substances, the human organism and the exposure scenario. Most liquid chemicals volatilize easily (Yasar et al., 2016), contributing to a deterioration of the workplace air quality and, consequently, to the exposure of workers to these substances. These enter the body through inhalation (Forster et al., 1994), being incorporated in the organic tissues where they trigger their harmful effects, being later metabolized through detoxification processes. Toluene is a non-polar organic solvent (HSE, 2004) and is used in industrial paints (HSE, 2004; Fiequimetal, 2010), adhesives, coatings, dyes (HSE, 2004), cleaning products (HSE, 2004; Prista & Uva, 2002), glues (Prista & Uva, 2002; Fiequimetal, 2010), printings, automotive and shoemaking industry (Moro et al., 2012; Akgür et al., 2001). It is a lipophilic hydrocarbon (Prista & Uva, 2002; Forster et al., 1994), and is easily absorbed by lipid-rich tissues such as the brain, myelin, bone marrow, liver, kidneys, nervous and adipose tissues (Prista & Uva, 2002; Forster et al., 1994), and is suspected of damaging fertility, or the unborn child, and may be fatal if swallowed and enters airways.

Decreto-Lei n.º 24/2012, of February 6th, which transposes European Directive 98/24/EC of April 7th, stipulates the employer should assess the risks and verify the existence of hazardous chemical agents in the workplace (Moro et al., 2012) and establishes the

indicative occupational exposure limit value for a time-weighted average (TWA) exposure for 8 hours of activity of 50 ppm for toluene. However, Portuguese Standard NP 1796:2014, Occupational Health and Safety, Occupational exposure limits and biological indices to chemical agents, and the American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) establish the reference value of 20 ppm for the same type of exposure.

Exposure assessment allow to assess the risk of exposed workers, set priorities for intervention, and identify the most appropriate exposure control measures (Siqueira & Paiva, 2002). The aim of the present study was to evaluate the occupational exposure to toluene in workers of a chemical industry plant, through environmental monitoring, identifying the main factors that influence exposure.

2. MATERIALS AND METHODS

The study was developed in a Portuguese chemical industry that has its own health and safety service. There are 124 workers, of whom 76 are plant workers that perform their activities in one of the 2 plants belonging to the industrial complex. The 76 workers are allocated to 8-hour shifts (from 00:00 to 08:00, from 08:00 to 16:00, from 16:00 to 00:00), working 7 days a week. Breaks are also rotatable. The plant workers are distributed in several jobs titles namely: Shift Responsible, Technician of Production and Analysis, Reactor Operator, Weighing Operator and Filling Operator. The activities studied are developed in specific areas of the resin plant, in certain

stages of the production process, which involve direct contact with toluene. Previously, the company has performed some air monitoring campaigns on this

shifts, in a total of 4 shifts, corresponding to a complete work cycle with toluene.

When calculating the exposure in each workplace, it

Table 1 – Concentration Results and Weighted Average Exposure Calculation

Function	Operation	Operation Duration (hours)	Sampling Time (hours)	Concentration (ppm)	TWA (ppm)
Reactor Operator	Preparation of Primer Solution	00:10	00:05	75	0.78
Filling Operator		01:30	01:00	6	0.75
Filling Operator		01:30	00:57	7	0.83
Reactor Operator	Adjustment and Filtration	01:30	00:59	7	1.64
Production and Analysis Technician		01:30	01:08	8	1.51
Shift Responsible		01:30	00:54	18	2.24
Production and Analysis Technician		02:00	02:00	0.8	0.2
Reactor Operator	Filling	02:00	01:05	0.5	0.07
Filling Operator		02:00	01:03	14	1.84
Shift Responsible		02:00	01:24	0.6	0.11
Filling Operator		02:00	01:05	85	11.51

substance, however without the degree of detail of the present study.

To access the concentration of toluene, active samplings were carried out through personal samplers during operations performance (Forster et al., 1994). Samples were collected on all workers of 2 different shifts (morning and evening), in a group of 11 workers, from a total of 20 exposed workers, in 3 specific operations of the production process: Preparation of Primer Solution, Adjustment and Filtration by Recirculation and Filling. Workers were distributed in the aforementioned operations, where the handling of toluene occurs.

The procedures adopted for the collection and analysis of the air samples were those recommended in the NIOSH 1501 method – Hydrocarbons, Aromatic, 2003. Subsequently, the results of toluene concentration in the ambient air were used to calculate the TWA for 8 hours of activity. This result was later compared to the reference values of toluene in the Portuguese Standard and ACGIH.

For the statistical analysis, Microsoft Excel™ software, belonging to Microsoft Windows™ 10, was used.

Workers, and their respective sector managers, were informed through acknowledgement sessions on the objectives of the study and necessary materials. The study protocol was analysed by the Legal and Insurance Department of the company where the study was carried out and approved for its development. Individuals who declared that were not interested in participating were excluded from the study population.

3. RESULTS

Concerning the operations performed, about 60% of workers should use personal protective equipment during their working hours. Air monitoring was carried out in 2

was considered the individual exposure of each worker in every operation they perform throughout the workday. The concentration of toluene in the air in each operation and the respective exposure durations were added, and divided by 8 hours of workday to calculate the TWA. During the rest of the workday it was considered, based on previous operations observations, that workers were not exposed to toluene.

The results of the samplings were extrapolated to the remaining shifts since operations are performed by workers in a similar way and risk management measures are the same, confirmed through direct observation of the production activities.

The results are shown in Table 1. All results were below the reference value, ranging from 0.07 ppm to 2.24 ppm for a TWA of 8 hours. The workplace with the highest exposure level was the filling operator, during filling operation, with a time-weighted average value of 11.51 ppm.

4. DISCUSSION

The results show that, under the conditions studied, the TWA values are below the reference values (20 and 50 ppm). The workplace with the highest exposure level was the filling operator, during the filling operation, with 11.51 ppm, whose value approaches the exposure limit established by the Portuguese Standard NP 1796:2014 and by the ACGIH (20 ppm). However, we should also consider that a concentration of 85 ppm was obtained during 2 hours and, in some cases, this might surpass the 60 ppm reference value (3 times TLV-TWA) during more than 30 minutes per shift. If this situation occurs, we are facing an inconformity that needs immediate action.

Specifically, in the filling operator job title, during the filling operation, there is a significant difference between workers. Despite being the same job title, workers

performed the operations in a different manner, since one of the workers carried out the filling and the gradual replacement of empty containers for this operation, moving away from the exposure zone, while the other filling operator carried out only the filling of containers, resulting in an exposure of 1.84 ppm and 11.51 ppm, respectively. This supports the fact that exposure can be very variable, and the way operations are developed directly influence the exposure. Only with detailed observation of operations before and during sampling it was possible to recognize which variables affect exposure and to understand the different exposure values obtained during the performance of the same operations (Viegas, Almeida-Silva, Faria, Dos Santos, & Viegas, 2016; Viegas, Faria, Dos Santos, & Carolino, 2016).

Although most of the production process operations took place in a closed circuit, the filling of packages is carried out in an open system, allowing the release of vapours. The resulting exposure is due to this open system and the absence of engineering controls, namely local exhaust ventilation (LEV) near the emitting source, allowing the removal of toluene vapours after emission, avoiding workers exposure. Like in other studies (American Conference of Governmental Industrial Hygienists [ACGIH], 1998; Jafari et al., 2009; Mohammadyan & Baharfar, 2015) and, if well installed and maintained, LEV should contribute to reduce/eliminate workers exposure.

The results of “Shift Responsible” job title, during the adjustment and filtration operation, also had shown exposure values higher than most workplaces. Since this worker often plays the role of other operators, there is a cumulative exposure related with the entire shift. An additional aspect that should be considered is the fact that workers are exposed, during their daily operations, to other substances. Therefore, it might be important to consider potential interaction, in particular additive or synergetic effects that can result in harmful health effects being observed below the reference values of each substance.

The company managers considered the study very important and considering the implementation of suggested risk management measures.

5. CONCLUSIONS

The results obtained support the need to redefine the workplace. It is suggested the implementation of a closed system and, if not possible, the application of engineering measures, specifically dedicated to the filling operation, promoting the extraction of toluene vapours from the working atmosphere.

6. REFERENCES

Akgür, S. A., Öztürk, P., Kurtulmus, Y., Karali, H., & Ertürk, S. (2001). Medicolegal Aspects of Blood-Urine Toluene and Urinary Ortho-Cresol Concentrations in Toluene Exposure. *Turkish Journal of Medical Sciences*, 31, pp. 415-419.

American Conference of Governmental Industrial Hygienists. (1998). *Industrial Ventilation - A Manual of Recommended Practice* (23rd Edition ed.). Cincinnati, Ohio, United States

of America: American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Inc.

Fiequimetal. (2010). *Riscos Químicos*. Lisboa: Fiequimetal.

Forster, L. M., Tannhauser, M., & Tannhauser, S. L. (1994). Toxicologia do tolueno: aspectos relacionados ao abuso. *Revista de Saúde Pública*, 2, pp. 167-172.

Fundacentro - Ministério do Trabalho e Emprego. (2007). *Princípios Básicos para o Controle das Substâncias Nocivas à Saúde em Fundições*. São Paulo: Fundacentro.

Fundacentro - Ministério do Trabalho e Emprego. (2014). *Manual de Orientação sobre Controle Médico Ocupacional da Exposição a Substâncias Químicas*. São Paulo: Fundacentro.

HSE. (2004). *A step by step guide to COSHH assessment*. Surrey: HSE Books.

Jafari, M. J., Azari, M., & Karimi, A. (2009). The Challenges of Controlling Organic Solvents in a Paint Factory due to Solvent Impurity. *Industrial Health*, 47, pp. 326-332. doi:10.2486/indhealth.47.326

Mohammadyan, M., & Baharfar, Y. (2015). Control of workers' exposure to xylene in a pesticide production factory. *International Journal of Occupational and Environmental Health*, 21(2), pp. 121-126. doi:10.1179/2049396714Y.0000000098

Moro, A. M., Brucker, N., Charão, M., Bulcão, R., Freitas, F., Baierle, M., . . . Garcia, S. C. (2012). Evaluation of genotoxicity and oxidative damage in painters exposed to low levels of toluene. *Mutation Research*, 746, pp. 42-48.

Prista, J., & de Sousa Uva, A. (2002). *Aspectos Gerais de Toxicologia para Médicos do Trabalho* (1º Edição ed., Vol. 6). Lisboa: Obras Avulsas.

Siqueira, M. P., & Paiva, M. N. (2002). Hippuric acid in urine: reference values. *Revista de Saúde Pública*, 6, pp. 723-727.

Viegas, S., Almeida-Silva, M., Faria, T., Dos Santos, M., & Viegas, C. (2016). Occupational exposure assessment to particles with task-based approach. (Arezes et al, editors.) *Occupational Safety and Hygiene IV*, pp. 1-6.

Viegas, S., Faria, T., Dos Santos, M., & Carolino, E. (2016). Task-based approach importance for the occupational risk assessment: the case of particles exposure in feed industry. (Arezes et al, editors.) *International Symposium on Occupational Safety and Hygiene – SHO2016*, pp. 380-382.

Yasar, S., Yildirim, E., Koklu, M., Gursoy, E., Celik, M., & Yuksel, U. C. (2016). A case of reversible cardiomyopathy associated with acute toluene exposure. *Turkish Journal of Emergency Medicine*, 16, pp. 123-125.

(Post)Academic Courses On Occupational And Process Safety, How To Manage Its Quality And An Example From Holland

Paul Swuste, Simone Sillem

Safety Science Group Delft University of Technology, the Netherlands

INTRODUCTION

From the 1970s onwards some European countries organised post graduate courses on safety, sometimes combined with health and/or environment. At Delft University of Technology (TUDelft), such a program was started 1988 under the title 'Management of Safety, Health and Environment, Risk Assessment and Control (MoSHE-RAC)'. This article focusses on the quality system developed for the MoSHE course. The following research questions have been leading:

1. How postgraduate programs on safety, health and environment did come about in and beyond Europe?
2. How was educational quality defined, and measured at the MoSHE course?
3. Which activities ensure the required quality of future MoSHE courses?

DEVELOPMENT OF POSTGRADUATE COURSES SHE IN EUROPE AND THE NETHERLANDS

Surprisingly, postgraduate safety courses do have a history. In literature, sixty years ago these types of educational programs were mentioned for the first time, which was seen as an important step towards a recognition of industrial safety as a separate domain (Heinrich, 1956). This was an important issue, due to the high incidence of occupational accidents during WWII production (Gulijk et al., 2009). Heinrich, the author, considered safety as a 'state, free from danger'. Because such a state is almost unreachable, he suggested to use the term 'accident prevention'.

Requirements for (post) academic courses on safety

The 1978 symposium 'University Education and Research in Safety', organised at THDelft was exerting pressure to organise an academic group on safety. One year later the Safety Science Group was established. The Symposium concluded with the statement that a separate and comprehensive course on safety at university level was necessary. 'University level, because other experts in working conditions, like the occupational physician, and the occupational hygienist were academically trained'. And 'comprehensive, because safety experts should cooperated with many disciplines, as he or she should be able discuss from a safety point of view arguments with other disciplines' (THDelft, 1978).

The 90s of the last century showed a steady production of scientific papers on (post)academic safety education, boosted by the 1994 Amsterdam International Conference 'Education and Training in Occupational Health: the Gateway to Quality in Occupational Health and Safety', and a corresponding special issue of safety Science (1995). The title of the conference suggested a focus on 'occupational', but safety of high-tech-high-hazard industries was addresses as well. Three topics were dominant in this period, tasks of professional safety and health experts, certification of these experts, and including occupational safety, and high-tech-high-hazard safety in

regular academic programs, mainly at technical universities.

Tasks of professional safety and health experts in companies in various European countries were investigated by ISSA, the International Social Security Association. This overview was a major input for the second MoSHE-RAC course design (Hale, 1995; Storm and Hale, 1995). Next to duties and tasks of professional experts, certifying bodies also had their demands (Oortman-Gerlings and Hale, 1989a,b). Due to budget cuts and, more in general to a withdrawing government, certification of persons, and courses was a means of government to keep some level of control on safety in companies (Swuste et al., 2016a). Certification of courses had a major disadvantage, concerning the topics addressed in the course. From universities one might expect they kept track of the state of the art in their domain, or were a major player. Lacking this overview, certification bodies could put different emphases. Another disadvantage of certification was the demarcation of disciplines, allowing compartmentalization of safety professionals which was inconsistent with a desired flexibility in the fast-changing world of market forces, technology development and regulation (Hale and Storm, 1996; Swuste, 2008).

Resistance of universities against educating safety related topics was not only related to overcrowded programs, but also with the low quality of the academic safety research. Safety research was too descriptive and hardly analytical (Nolan, 1991; Grossel, 1992; Gute et al., 1993). This changed in the 1980s, a time with a series of catastrophic major accidents in high-tech-high-hazard sectors with extensive media coverage. Slowly a socio-technical approach entered the analyses of occupational and major accidents, moving away from a solely psychological, or technical explanation of causes. After the Bhopal disaster in 1984 the American Institute of Chemical Engineers (AIChE) established in 1986 the Center for Chemical Process Safety (CCPS). In the Netherlands risk analysis, and assessment became dominant, and research resulted in the series of so-called 'coloured books' on risk analysis, failure mechanisms and damage models. (Lees, 1980; CCPS

1988; Oostendorp et al, 2016;. Swuste et al, 2010, 2014, 2015, 2016a-b, 2017, 2018a-b.).

At the 1994 Amsterdam Congress, a plea was held for an academic course of safety experts. The argument was not so much the status of the professional safety expert with respect to the occupational hygienist and occupational physician, as was concluded during the aforementioned 1978 symposium. The argument was the quality of the safety expert. The ever-changing technology, and aggressive market forces, urged companies for a need of professional safety, health and environment experts, able to analyse problems and provide solutions to situations not yet occurred before. Rule following behaviour would be less appropriate in such a context (Saari, 1995; Burdorf, 1995).

QUALITY OF EDUCATION

Enablers	Activity
leadership	Develop a vision on: 1) the future of the course in and outside TUDelft; 2) the position and relation with other safety courses; 3) the goal and content of the course; 4) the quality and quality assessment of the course.
people	Course management can guard and adjust the quality of the course. There is an adequate division between lecturers addressing practical and academic topics.
strategy	The purpose, design and assessment of quality requirements of the course are formulated and, if necessary the course can be adjusted.
resources	Financial means are present for an adequate quality assessment.
processes, products & services	Structural communication between module leaders, course management and advisory board guarantee the knowledge and competencies presented in the course are up to date and in line with quality requirements.
Result	Activity
module leaders	Module leaders adjust the content of their module, and their homework to the goals and quality requirements of the course.
didactical format	Variations in didactical formats will enhance a critical reflection amongst course members.
appreciation by module leaders	Evaluation by module leaders of each course year.
appreciation by course members	Evaluation by course members of each module, and each course year.
appreciation by companies	Evaluation by companies, which have send their employees to the course.
result	Graduated course members will enhance the level of safety of their companies.
learn and improve	Adjustment of the course, based upon in- and external sources.

Table 1 Ideal typical quality control of MoSHE courses

MoSHE 18 - 19²⁰¹³⁻²⁰¹⁷

Number of course members and educational goals

Although course members were positive about MoSHE year 18, there was a substantial decline in the number of course members. Instead of a usual 20 participants, the course started with 12 participants. The reason for this decline was not entirely clear. Governmental budget cuts had put a stop on potential course members and possibly for companies a similar argument (the economic crisis) applied.

Structure of course

The structure and organization of the course was changed again. The reason was threefold. First there was a lack of cohesion between the different blocks of the previous course. Secondly, topics such as process safety and risk decisions of the course, only had a limited depth. And finally the balance between theory and practice was limited as well as learning objectives of the program blocks and sessions. An external consultant, which was attached as co-leader of one of the modules, led to the changes. As a starting point for the revision a future course member was defined, expecting to have 5-10 years of experience with SHE in one or more small, medium or large companies or

To establish educational goals is a first step towards educational quality. Around World War II many publications appeared upon the quality of products and production and this provides opportunities to use a similar approach to education. The Americans Shewhart, Deming and Juran, were the pioneer of quality control (Shewhart and Deming, 1939; Juran, 1951; Deming, 1982). They shifted control from the end product to the manufacturing process. This process optimization involved a learning capacity of the organization. Employees and customers were assigned a major role in the quality control. The European Foundation for Quality Management (EFQM) in Brussels has drawn up a management model along these lines. For this study an ideal-typical quality control of the MoSHE organization was based upon EFQM management model (Table 1).

organizations. A MoSHE graduate would have sufficient knowledge and skills to function as SHE manager. He or she would be able to:

- provide functional leadership to risk management SHE processes;
- establish, implement, support relevant policies, standards, procedures, processes and techniques;
- act as a direct advisor to the CEO;
- implement together with colleagues a proactive SHE management and improvement programs;
- be responsible for the quality of SHE advice and have access to relevant SHE expertise;
- have an understanding of cross-border influences;
- be independent.

Competence in this approach would have two complementary aspects, both the academic knowledge and also practice skills. Both aspects were prerequisites for adequate competence. The structure of the program is shown in Figure 1.

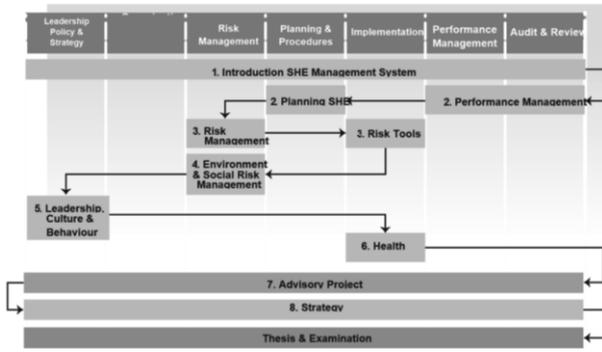


Figure 1 Structure of MoSHE years 18-19

The structure of the different blocks followed basic elements of a risk management system. Strangely enough, the health module was placed in the ‘implementation’ column. ‘Risk management’ is a logical place for this module.

MoSHE years 18-19, organization of course

Changes in MoSHE 18 were related to module leaders, module teaching materials and new topics added to the course. A PhD, or being active in a PhD program became a requirement for module leaders. MoSHE 19 was the first course where almost all teaching materials were distributed through the e-learning system of TUDelft. An exception were books, distributed during modules. New topics were introduced in the course as part of the module ‘planning and procedures’, like contractor management, supply chain management and competence management, scenario planning and financial management. The course also provided individual coaching, as was initiated during MoSHE 18. A central coordinator was re-introduced to improve the integration of topics and blocks and provide course management with a general overview of the course (Table 2).

topics	MoSHE 18 - 19 ²⁰¹³⁻²⁰¹⁷
safety, occupational	33
safety, process	8
safety, total	41
health	8
environment	10
risk management	17
academic skills	6
personal methodology	11
statistics	6
others	2

Table 2 Time spent in topics (percentage) in MoSHE courses, year 18, and 19

MoSHE years 18-19, results of interviews and comments from committees

Similar points as in other MoSHE series were mentioned again; more attention to process safety, the lack of a formalised quality system of the course, and the uniqueness of the MoSHE course. The reactions of the course members were positive again. The versatility of the course was mentioned, as well as the learned

critical reflection and scientific approach. Members of committees, module leaders and course management had a different opinion on this last point. Increasingly the course had become less technical and academic, and over the last years had developed more and more as a professional course. Module leaders experienced a rather low control on the content of their modules by course management. For them, that was agreeable, and they had lots of freedom in the design of their module.

DISCUSSION AND CONCLUSIONS

During the interviews the unique character of MoSHE in the Netherlands was mentioned more than once. The central message of the course is a practical and comprehensive approach to risk management and sustainability. This message is supported by scientific knowledge and developments in the areas of safety, health and environment, management science and psychology. The knowledge areas and practical skills of an academically trained SHE manager were described and elaborated in a document of the International Network of Safety and Health Practitioner Organisations (INSHPO), see Table 3 (Pryor et al., 2015).

Both companies and the government need managers who are able to analyse problems and find solutions for situations that have never occurred previously. Within companies graduates have a position similar to a general practitioner in the medical field. They should have sufficient specialist knowledge to use it and to transfer this to management of their business. They need to know when to consult and refer to experts and where to find these experts. Students who sign up for the MoSHE course will operate at various levels of competence. The program aims to deliver graduates who can function on the level of ‘do without help’ (see Figure 2). The question is how this competence level can be reached and how this can be tested.

topics	skills
A. understanding hazards and risks	1. personal skills
B. understanding risk controls	2. professional practice
C. safety and health management skills	3. professional technical
D. professional role and functioning	
E. underlying technical and behavioural disciplines	
F. underlying management science	

Table 3 Knowledge areas and practical skills for an academically trained SHE manager

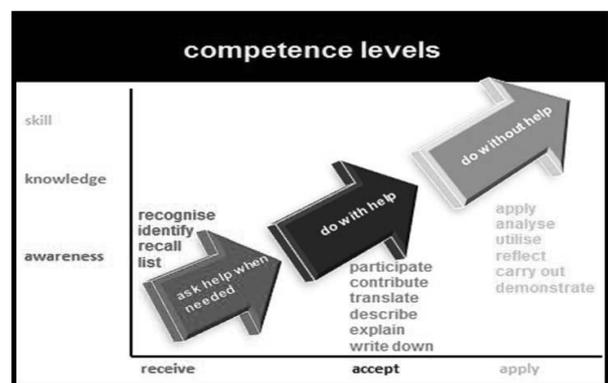


Figure 2 various levels of competence

The 1970s of the previous century saw the rise of (post)graduate courses on safety in various countries. Major accidents in high-tech-high-hazard sectors, together with legislation were major drivers for these courses (Arezes and Swuste, 2012, 2013). Almost a decade later safety became safety science when various research groups in this domain entered the academic world in various countries. MoSHE started in the late 1980s as a port-academic course. The course had three major revisions. An overview of all MoSHE courses is presented in Swuste and Sillen (2018c), and Swuste and Arnoldy (2003). After MoSHE 1 its academic focus remained, but its structure, and organisation changed radically. And the course was successful for the period 1990-2008. From MoSHE 15 onwards course became more commercialised, and course management had less affinity and expertise with the course content. These series lasted till 2012. MoSHE 18 introduced the last revision, and the course was structured along the elements of a risk management system and the expected competencies of SHE managers. A central coordinator with an overview of the course content, and close contact with course members was and is a crucial element of the course organisation. The same argument goes for the course management, where a natural affinity in expertise is required to exercise sufficient control over selection of module leaders, and module content.

During the 24 years of MoSHE, and many changes made in content, structure and organisation of these course, no course management has implemented a formalised quality system. As a start, an ideal typical quality control, based upon Table 1 could have the following elements:

Enabler, leadership

- For all series of courses, educational goals and content of the course are defined.
- The quality of the course has been a serious topic, given the many changes to its content. Course management does not have a clear vision how to assess this quality. During an audit of the first series, input was given. For obscure reasons this advice was not followed.

Enabler employees

- To monitor the quality and adjust the program it is imperative that the course management has proven expertise in the areas covered by the program. Course management gave little guidance to the course, which was also the case during MoSHE 18-19²⁰¹³⁻²⁰¹⁷.
- The division between academic and professional lecturers shifted in later years to professional lecturers. Whether or not this ratio is in balance, should be determined in a further investigation.

Enabler policy and strategy

- Continuously the training was updated. Presentations were set up differently, lecturers were changed, the structure of modules have

been adapted and the entire program was extensively modified three times. Quality arguments will have played a role here, but that was difficult to track down.

Enabler resources

- No resources were made available for a quality system.

Enabler processes

- The impact of the module leaders, course commissions, and the advisory board was limited. For future MoSHE years a greater involvement of both committees is desirable.

Result area module leader

- Integration of knowledge and skills from the various modules is a challenge that has been addressed adequately in none of the MoSHE years. Modules were presented as stand-alone activities. This alignment and integration deserve explicit attention for future courses, which is also true for ratio of academic knowledge and practical skills. The question is whether the program should give much attention to statistics, personal skills and strategy. Mostly students in their businesses will be trained in these topics. For statistics, the question is what kind of expertise is needed for a SHE manager?
- Educational goals were prepared for the entire course and for individual models. This created a paper reality (Pryor, 2016). An evaluation of the module goals, and whether these goals were achieved, was omitted.

Result area educational methods

- All years experienced a wide variety of educational methods to change a traditional passive listening attitude of course members into an active participatory attitude.

Result Area appreciation by module leaders and course members

- For quality assessment course, members' evaluations and observations of coordinators were used.

Result area appreciation by society and result

- Evaluations of companies of course members on effects of the course were conducted by Delft TopTech. The results were not known.

REFERENCES

- Arezes P Swuste P (2012). Occupational Health and Safety post-graduation courses in Europe. A general overview. *Safety Science* 50:433-442
- Arezes P Swuste P (2013). The emergence of post academic courses in OSH the example of Portugal. *Industrial and commercial training* 45(3):171-179
- Burdorf A (1995). International trend in education and training in occupational hygiene. *Safety Science* 20(2-3):191-197
- CCPS (1988). Guidelines for Vapor Release Mitigation. AICHE, New York
- Deming W (1982). Out of crisis, quality, productivity and competitive position. Cambridge University Press, Cambridge
- Grossel S (1992). Current status of process safety/prevention education in the US. *Journal of Loss Prevention in the Process Industry* 5:2.....

A Cognição Distribuída, Processos Cognitivos: Estudo Crítico sobre Pilotar uma Aeronave Automatizada

Distributed Cognition, Cognitive Processes: A Critical Study of Piloting an Automated Aircraft

Martins, Edgard Thomas¹; Martins, Isnard Thomas²

¹Universidade Federal de Pernambuco, Brazil

²Universidade Estacio de Sá, Brazil

ABSTRACT

Aviation is a system that involves a number of segments, such as: air traffic control, airport infrastructure, aeronautical telecommunications, operational support of airlines, etc. Just as work in general has changed over time, the cockpit has gradually been given new instruments with the main purpose of facilitating the pilot's work. The pilot, at his job and performing his tasks of flying the airplane, needs to maintain a harmonious relationship with his aircraft, his flight attendants (co-pilot and flight engineer in some cases) and the different segments of the system of aviation. In a very simplified way, the tasks of the pilot until very recently were: to fly (to control the aircraft), to sail (to direct the aircraft from its origin to its destination) and to communicate (to give data, to make requests, to receive instructions and information). In the context of aviation, the work of pilots, depending on the focus one wants to address, can involve from their relationships with their employer, with their companions on and off the plane, even tasks performed outside or within the airplane, among others aspects. In modern aviation, activities were gradually distributed between humans and machines. Not always all the actions taken by these two components are understood or even completely planned. there are several reasons, mainly because there is human variability and its fuzzy logic and the machines act according to their Cartesian logic. There is not always harmony between procedures.

KEYWORDS: Automation, Distributed Cognition, Security

1. INTRODUÇÃO

A cabine de voo é um sistema complexo (MARTINS, 2010) e a cognição distribuída é um elemento fundamental do estudo da aviação porque uma aeronave é controlada por uma equipe e administrada pelo comandante. A distribuição de atividades e a harmonização de conhecimento combinada com boa liderança são fundamentais para a segurança do voo. O objetivo deste artigo é apresentar uma análise de cabine de voo para a abordagem de Cognição Distribuída e o quadro teórico e metodológico desenvolvido com a intenção de explicar as atividades cognitivas como personificadas e situadas nos contextos de trabalho em que elas ocorrem. Os requisitos de percepção são consideráveis e os requisitos cognitivos são enormes. Grande parte dessa informação é necessária pelo piloto e deve ser sintetizada a partir de uma grande quantidade de dados, alguns muito ambíguos em algumas circunstâncias. Nesse sentido, é que a aviação, amplamente e a cabine de voo, do ponto de vista mais estreito, podem ser denominadas como sistemas complexos. Na busca de uma melhor compreensão da relação entre o operador e a máquina, no caso da aviação, entre o piloto e o avião, que, considerando os avanços tecnológicos deste último, é agora uma relação de extrema complexidade, foi decidido estudar a questão cognitiva que permeia essa relação. Vemos nas figuras 1 e 2 exemplos de cabines com postos de trabalho dispostos para implementação de tarefas distribuídas.



Figuras 1 e 2- Antigo cockpit ainda com posto de engenheiro de voo (Constalation) e pouca automação. A cognição distribuída era limitada. Abaixo, o novo Boeing 777- pilotos e computadores : Dois pilotos apenas e mais distribuição das tarefas entre computadores e humanos.

Mais recentemente, levando-se em consideração a grande quantidade de recursos disponíveis, uma outra tarefa foi acrescentada ao seu trabalho: o gerenciamento que significa observar, interpretar, registrar e entender exatamente o que os computadores estão processando e instrumentando estas ações de pilotagem através dos instrumentos na cabine de controle. A principal característica de todas essas tarefas reside no fato de que

os seus desenvolvimentos ocorrem dentro de um ambiente de alta dinamicidade.

2. FUNDAMENTAÇÃO

A teoria da cognição distribuída (Hutchins & Klausen, 1996) traz-nos um novo quadro de análise dos sistemas sociotécnicos complexos. Com efeito, esta abordagem propõe um quadro teórico que permite melhor integrar. O papel do ambiente (produtos manufaturados, constrangimentos físicos, etc...) na organização dos processos cognitivos. A cognição é dita compreendida em situação na medida em que o objeto da análise é centrado na interação entre propriedades dos objetos e natureza do raciocínio e é perfeitamente formado o significado, segundo os preceitos de Ausubel (1996). A teoria da cognição distribuída Hutchins et Al (1992, 1994 e 1996) traz-nos um novo quadro de análise dos sistemas socio-técnicos complexos.

A cognição é dita analisada em situação na medida em que o objeto da análise é centrado na interação entre propriedades dos objetos e natureza do raciocínio. Esta abordagem mostra que a comunicação não é um simples processo de transferência de conhecimento, mas que contribui para a criação de um novo conhecimento coletivo que necessariamente inteiramente não é integrado cada um dos membros do grupo (DECORTIS ET AL, 1994).

Vemos na figura 3 uma tripulação de uma aeronave comercial onde as tarefas são distribuídas



Figura 3- Comandante Rocky e sua tripulação - Boeing 777- Singapore AirLines.. As tarefas são distribuídas (foto com autorização). Mais distribuição de tarefas entre humanos e computadores.

Cada componente deste grupo precisa estar perfeitamente integrado e consciente de sua parte na missão de fazer o avião voar com segurança. Em outros termos, as informações, aparentemente independentes tomam um sentido específico quando são combinadas e correspondidas então um conhecimento coletivo, diferente conhecimentos de cada indivíduo.

3. MÉTODO

Este autor tem se devotado a estudos do aumento da automação e das tarefas prescritas e reais na aviação e as alterações do tipo de trabalho realizados por pilotos ao longo da história das tecnologias em aeronaves. Verificamos uma progressiva e incontrolável adoção de técnicas de substituição de procedimentos que exigem

intervenção manual pela robótica conforme apresento nas figuras 4 e 5. Os conflitos de ações de pilotagem e critérios de segurança programadas nos computadores e as ações realizadas pelos humanos encarregados de pilotagem são cada vez mais numerosos. (MARTINS, 2010).

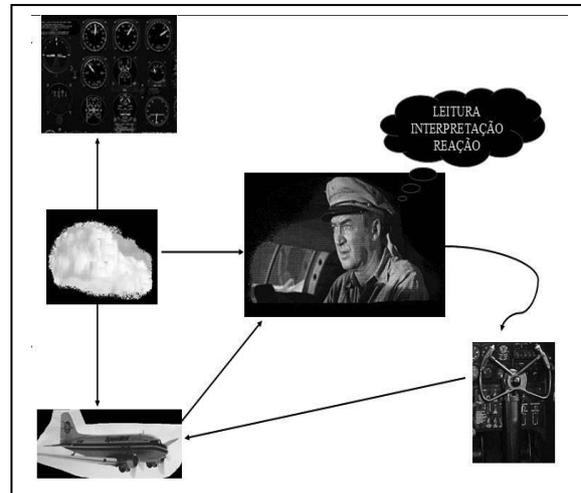


Figura 4- fluxo de informações e tarefa em aeronaves antigas



Figura 5- fluxo de informações e tarefa em aeronaves modernas. Cognição e tarefas distribuídas entre humano e máquinas.

O grande diferencial está na capacidade do reconhecimento e processamento de informações qualitativas, muitas vezes não previstas nos sistemas computadorizados, diferentemente do computador com sua grande capacidade de processar uma grande quantidade de dados muito rápido e precisa.

Nossos trabalhos registram que as tarefas distribuídas em aeronaves antigas convergem e dependem exclusivamente do piloto ou pilotos. As decisões de comandos são, então, redistribuídas entre homem e máquina (computador / aeronave). Desta forma temos uma simbiose entre capacidades diferentes e complementares no processamento de informações e comando da aeronave.

4. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

O foco se detém na decisão coletiva em situação onde as informações são distribuídas em função de suas modalidades. Análise de situações de cooperação que é caracterizada por uma dispersão dos fluxos de informação em função das suas modalidades (visual, auditivo, etc.) Em certas situações, a decisão não aumenta não somente desta organização hierárquica, mas igualmente processos distribuídos e não controlados pelos atores. Mesmo num sistema hierárquico e organizado, os lugares onde convergem as informações sensoriais e verbais são distribuídos de maneira dificilmente previsível:

1. cada ator recebe apenas uma parte destas informações,
2. estas podem ser transformadas, interpretadas seguidamente retransmitidos à outros atores que tornam difícil o diagnóstico coletivo.

Os principais componente da abordagem proposta são:

- uma descrição de tipo ethno-metodológica de um disfuncionamento (por exemplo, um ou acidente).
- uma análise formal dos fluxos de informações relevantes em função das suas modalidades.
- uma análise do carácter distribuído dos mecanismos de recorrelação das informações.

4.1 O fluxo de informações em situação de co-presença.

Os 3 atores representam, na figura 6. A produção em interação sensorial conjunta e síncrona de informações, que não encontram nenhuma dificuldade de correlacionamento e compartilhamento.

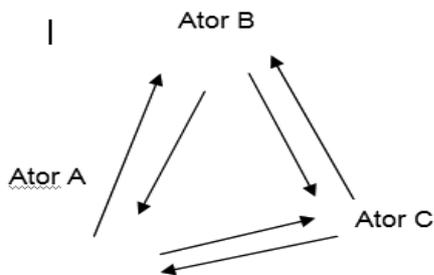


Figura 6- Diagrama de distribuição do processo informacional

Em situações mais complexas onde agentes são situados a distância, a informação transmitida depende dos meios técnicos de comunicação, modalidades de enunciados (verbais, gestuais, etc....) e da relação de proximidade entre os agentes (SCHMIDT, 1990).

A situação estudada, pelo seu carácter distribuído implica que os fluxos informativos podem em qualquer momento ser transformados, interpretados por diferentes atores antes de convergir sobre um agente específico que deverá interpretar-lo. Mostramos assim que, mesmo num sistema hierárquico e organizado, a convergência das informações sensoriais e verbais é distribuída de maneira dificilmente previsível: cada ator recebe apenas uma parte

destas informações. Podem ser transformadas, interpretadas seguidamente retransmitidos a outros atores. Raciocinando em termos de qualidade de informação, é possível dizer que mesmo um sistema muito hierarquizado pode dificilmente controlar os fluxos informativos relevantes em situação de crise.

A tarefa do projetista consiste então a instaurar sistemas de comunicação suficientemente flexíveis para fazer compartilhar as informações críticas sem estar a sobrecarregar cognitivamente os atores do coletivo. O escopo deste artigo foca a interação do piloto com o avião, mais precisamente em como ele desenvolve suas tarefas de voar, buscando relacionar aspectos da abordagem da cognição distribuída, desenvolvida por Hutchins e seus colaboradores (ROGERS, 1997; HUTCHINS & KLAUSEN, 1998).

Para ilustrar os aspectos apontados por Hutchins, Ribeiro (2013) utilizou alguns trechos de relatos de pilotos obtidos durante o estudo desenvolvido por esta autora por ocasião da análise de cenários por eles realizados.

5. REFERÊNCIAS

- Ausubel, D. et al. Educational psychology, A Cognitive View. New York: Rinehart and Winston, 1978.
- Decortis Et Al, 1994 On Aviation Safety (acessado em ago 2016): <http://aviationsafetyblog.asms-pro.com/blog/characteristics-effective-aviation-safety-culture>
- Civil Aviation Authority of New Zealand (2009) *Safety Management System* Retrieved on 18 Sep 2009 from [CAANZ](http://www.caanz.govt.nz)
- Hudson, P, Marchand (2011) *Safety Culture: The Ultimate Goal* Flight Safety Australia. Retrieved 18 Set
- Perezgonzales, JD. 2014, *Engineering a Safety Culture* Massey University, NZ
- Rogers, 1997; Hutchins & Klausen, 1998, Uttal, 1983, *The corporate culture vultures* Fortune, Out
- Von Thaden, T. L., Zhang, H., Wiegmann, D. A., Gunjan, S., & Schmidt(1990) . Mitchell, A. A. (2012). *Safety culture: A concept in chaos*. Retrieved 18 Set 2009

The importance and impact of health and safety conditions at work: the case of an organization in the metalworking sector

Pedrosa, M.; Salazar, A.

Universidade Fernando Pessoa

ABSTRACT

Work plays an important role in people's lives, taking into account that most of them spend at least a third of their day at work. The main purpose of this research is to evaluate the perceived influence of Occupational Safety and Health (OSH) conditions on motivation, productivity, work attendance and punctuality. With this purpose, a survey was conducted in an industrial company identified as "MM". The results of this survey were analysed statistically, and point to the following conclusions: employees perceive that occupational health and safety conditions influence workplace performance in terms of motivation, productivity, work attendance and punctuality; the company MM has an OSH performance that is still not satisfactory in general, and some of the respondents pointed out suggestions to improve working conditions. From the point of view of workers and based on published studies, improvement of OSH conditions will lead to better company results in terms of motivation, work attendance and punctuality.

KEYWORDS: Health and safety at work, work conditions, labour risks, control measures, organizational performance

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, e de acordo com o Regime Jurídico da Promoção da Segurança e Saúde no Trabalho, a gestão de qualquer organização deverá assentar numa postura pró-ativa de identificação e avaliação de riscos, por forma a evitá-los, e às suas consequências, no local de trabalho. Segundo a Autoridade para as Condições de Trabalho (ACT), uma avaliação de riscos constitui assim, a base para uma gestão bem-sucedida da segurança e da saúde, sendo um fator-chave para reduzir a ocorrência de acidentes de trabalho e doenças profissionais. Se for corretamente aplicada, poderá melhorar as condições de segurança e a saúde no local de trabalho, bem como o desempenho da empresa em geral.

Segundo o artigo 15º do Regime Jurídico acima referido, o empregador é obrigado, entre outros, a identificar e avaliar os riscos profissionais existentes no ambiente de trabalho. Esta identificação de riscos pode ser obtida de muitas formas, entre as quais, através de Consulta aos Trabalhadores e que também por si só, constitui uma exigência legal, segundo o artigo 18º do mesmo diploma legal. Este artigo refere da obrigatoriedade da obtenção de parecer sobre, nomeadamente, a avaliação dos riscos para a segurança e a saúde no trabalho, por escrito e pelo menos, uma vez por ano, consultando para o efeito, os representantes dos trabalhadores para a segurança e saúde ou, na sua falta, os próprios trabalhadores.

O tema desta pesquisa é a importância e o impacto das condições de segurança e saúde no trabalho no caso de uma organização do setor da metalomecânica.

O problema de pesquisa referente ao tema em causa é: Qual o impacto percebido das condições de segurança e saúde no trabalho no desempenho de uma organização, ao nível da motivação, produtividade, assiduidade e pontualidade?

O objetivo específico desta pesquisa é o de avaliar a percepção da influência das condições de Segurança e Saúde no Trabalho (SST) ao nível da motivação,

produtividade, assiduidade e pontualidade. Nesse sentido, as seguintes hipóteses foram colocadas:

H.1. As condições de segurança e saúde no trabalho influenciam o desempenho no local de trabalho ao nível da motivação.

H.2. As condições de segurança e saúde no trabalho influenciam o desempenho no local de trabalho ao nível da produtividade.

H.3. As condições de segurança e saúde no trabalho influenciam o desempenho no local de trabalho ao nível da assiduidade.

H.4. As condições de segurança e saúde no trabalho influenciam o desempenho no local de trabalho ao nível da pontualidade.

2. METODOLOGIA

Em termos de metodologia, foi realizada uma pesquisa descritiva por levantamento, através da aplicação de um questionário. Este questionário foi desenvolvido respeitando a legislação existente nesta matéria de "Consulta aos Trabalhadores" acima referida e tendo por base um questionário publicado em Freitas (2008), que é sugerido pelo autor, como exemplo de formulário de consulta aos trabalhadores a ser utilizado pelas empresas. Anteriormente à sua aplicação, este questionário foi sujeito a validação por parte de especialistas (Técnicos Superiores de Segurança no Trabalho e quadros superiores de empresas). Para a percepção da influência das condições de trabalho no desempenho da empresa, relativamente às variáveis em estudo: motivação, produtividade, assiduidade e pontualidade foi usada uma escala de Likert com cinco pontos ("Discordo totalmente" a "Concordo totalmente"). A título de exemplo, apresenta-se a seguinte questão: "As condições de SST influenciam o desempenho no local de trabalho, relativamente à motivação.". O questionário foi entregue em mão ou via eletrónica a todos os trabalhadores da empresa, por forma a obter o máximo de respostas possíveis. Trata-se então de uma amostra não probabilística, por conveniência.

Foram utilizadas estatísticas descritivas como a média, desvio padrão e tabelas de frequências, bem como testes paramétricos “t” e a análise de variância ANOVA.

A fiabilidade da escala foi avaliada aplicando o Alfa de Cronbach, que segundo Pestana e Gageiro (2008) é uma das medidas mais usadas para verificação da consistência interna dum grupo de variáveis (itens).

3. RESULTADOS

Foram obtidos um valor de alfa de Cronbach e de alfa de Cronbach estandardizado de 0,937 e 0,940 respetivamente, indicando uma consistência interna muito boa.

Num universo de 134 trabalhadores, 100 trabalhadores responderam aos questionários, sendo que 91% são do sexo masculino; 75% têm mais de 35 anos e 81% têm frequência do ensino secundário.

Os resultados obtidos são apresentados de seguida.

A perceção dos trabalhadores relativamente ao desempenho da empresa em matéria de SST é relativamente baixa, sendo a média de resultados de 2,49 numa escala de 1 a 5 (de “Mau” a “Muito Bom”).

Com base nos resultados obtidos da aplicação da ANOVA e teste t, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas quanto à perceção do desempenho da empresa em matéria de SST, relativamente ao género, faixa etária e habilitações literárias.

No que diz respeito à influência percebida das condições existentes de SST:

81,9% dos trabalhadores considera que as condições de SST influenciam o desempenho no local de trabalho ao nível da motivação;

84,8% dos trabalhadores considera que as condições de SST influenciam o desempenho no local de trabalho ao nível da produtividade;

68,2% dos trabalhadores considera que as condições de SST influenciam o desempenho no local de trabalho ao nível da assiduidade;

60,7% dos trabalhadores considera que as condições de SST influenciam o desempenho no local de trabalho ao nível da pontualidade.

A perceção da influência das condições de SST na motivação apresenta uma média de 4,21; na produtividade, um valor de 4,26; na assiduidade, a média é de 3,94 e na pontualidade é de 3,75.

No seguimento destes resultados foram calculadas as correlações lineares entre a perceção das condições de SST existentes e as variáveis em estudo, sendo os resultados os seguintes: existem correlações positivas significativas, para a motivação ($r=0,226$), assiduidade ($r=0,277$) e pontualidade ($r=0,217$). Para a produtividade, a correlação ($r=0,192$) é não significativa.

4. DISCUSSÃO

Relativamente ao objetivo proposto, “Avaliar a influência das condições de SST ao nível da motivação, produtividade, assiduidade e pontualidade”, conclui-se que a larga maioria dos respondentes (entre 60,7% e 84,8%) considera que as condições de SST influenciam o

desempenho no local de trabalho ao nível da motivação, produtividade, assiduidade e pontualidade, o que corrobora os estudos de Tamayo (2004), de Herzberg (cit. in Miguel, 2006) e (cit. in Costa e Costa, 2005) e de Quick (cit. in Tamayo, 2004) de que as organizações consideradas saudáveis exibem baixas taxas de absentismo e rotatividade, aliadas a altas taxas de produtividade. A Facts 76 refere que a SST pode aumentar a competitividade e a eficiência a nível nacional.

Ponchirolli (cit. in Rato e Silva, s.d.) refere que, o capital humano é o fator fundamental para o desempenho das organizações e das economias nacionais. No caso da empresa em estudo, é possível concluir que, na ótica dos trabalhadores, a empresa MM tem um desempenho em matéria de SST que ainda não é, de uma forma geral, satisfatório, sendo apontados por alguns dos respondentes, sugestões de medidas de melhoria das condições de SST.

Com vista a uma melhoria das condições de SST e por conseguinte, a um esperado incremento na motivação, produtividade, assiduidade e pontualidade dos trabalhadores da empresa MM, tendo em consideração as sugestões emanadas pelos respondentes aos questionários, são sugeridas seguidamente, recomendações à MM.

Relativamente à formação existente, que é considerada útil e necessária pelos trabalhadores, sugere-se que não haja uma repetição demasiado evidente dos temas e que os conteúdos sejam mais específicos a cada tipo de trabalho. Os conteúdos teóricos ministrados na formação deverão ser aplicados à realidade da empresa, agindo concretamente sobre as condições de SST.

Relativamente aos equipamentos de proteção individual, foram também sugeridas algumas medidas mais específicas, como: a empresa contribuir para os óculos de trabalho graduados; fornecer fardas de trabalho com barras refletoras, luvas, óculos em geral, fatos à prova de fogo para quem trabalha fora da empresa, fatos com proteção ao nível da soldadura e botas de segurança de melhor qualidade.

Foram também bastante referidos, o estado de degradação de algumas das instalações nomeadamente ao nível do pavimento e telhado. Devem igualmente, ser realizados todos os exames médicos que são referidos no Regime Jurídico da Promoção da Segurança e Saúde no Trabalho.

É importante também referir a falta de visibilidade com que são percecionados por alguns dos trabalhadores, os serviços de SST, declarando que estes, não “são presentes” e/ou que nem sequer os conhecem. O mesmo pode ser dito relativamente aos trabalhadores responsáveis pelo combate a incêndios e mesmo pelos responsáveis pelos primeiros socorros, e que são legalmente obrigatórios existir na empresa, mas que não são conhecidos de uma larga fatia dos trabalhadores.

Os coeficientes de correlação obtidos poderão ser, em parte, explicados pela fraca perceção das condições de SST existentes na empresa. Sendo assim, a melhoria das condições de SST conduzirá também, a melhores resultados da empresa em matéria de motivação,

assiduidade e pontualidade, isto tanto na ótica dos trabalhadores da MM como alicerçado em estudos publicados e acima já referidos.

5. CONCLUSÕES

Relativamente às hipóteses H.1, H.3 e H.4, pode-se concluir pela sua validação, uma vez que a maioria dos respondentes concorda com as mesmas (respetivamente 81,9%, 68,2% e 60,7%), corroborando estudos já realizados, apesar destas apresentarem coeficientes de correlação relativamente fracos, mas ainda significativos.

A hipótese H.2, e apesar de 84,8% dos respondentes concordar com a mesma, corroborando estudos já realizados, apresenta um coeficiente de correlação não significativo, pelo que não é possível ser validada.

Esta pesquisa teve algumas limitações já que, nem todos os trabalhadores responderam ao inquérito, por estarem de baixa, tendo-se ainda assim, feito um esforço extra no sentido de obter o máximo de adesão possível e conseguido com inquéritos respondidos, por forma a dar a maior credibilidade possível a este estudo.

Outra limitação prende-se com o grau de generalização dos resultados, devido ao tamanho e ao tipo de amostra utilizada neste estudo, que faz com que estes resultados sejam apenas válidos neste contexto.

Sugere-se, após a comunicação à empresa dos resultados deste estudo e das conclusões e medidas recomendadas, a realização de um estudo futuro, nomeadamente, daqui a um ano, aproveitando o facto de a consulta aos trabalhadores ser um requisito legal a ser efetuado todos os anos. Desta forma, poder-se-ão observar eventuais mudanças de perceção dos trabalhadores que possam existir, face às medidas implementadas até então pela empresa.

6. REFERÊNCIAS

- ACT. Disponível em: [http://www.act.gov.pt/\(pt-PT\)/CentroInformacao/ListasVerificacao/Paginas/default.aspx](http://www.act.gov.pt/(pt-PT)/CentroInformacao/ListasVerificacao/Paginas/default.aspx). Consultado em [17/11/2017].
- EU-OSHAS FACTS 76. *Economia nacional e segurança e saúde no trabalho*. Disponível em: <https://osha.europa.eu/pt/tools-and-publications/publications/factsheets/76>. Consultado em [17/11/2017].
- Costa, M. e Costa, M. F. (2005). *Segurança e Saúde no Trabalho: Cidadania, competitividade e produtividade*. Rio de Janeiro: Qualitymark
- Freitas, L. (2008). *Manual de Segurança e Saúde do Trabalho*. 1ª edição. Lisboa. Edições Sílabo.
- Miguel, A. (2006). *Gestão moderna de projetos*. 2ª edição. FCA.
- Pestana, M. e Gageiro, J. (2008). *Análise de Dados para Ciências Sociais. A complementaridade do SPSS*. 5ª edição revista e corrigida. Lisboa, Edições Sílabo.
- Rato, H. e Silva, M. (s.d.). *Investimento no capital humano da Administração Pública, factor essencial na resolução da crise*. (s.d).
- Regime jurídico da Promoção da Segurança e Saúde no Trabalho – Lei 102/2009 com a redação atual, alterada pela Lei 42/2012; Lei 3/2014; Decreto-Lei 88/2015; Lei 146/2015 e Lei 28/2016.
- Tamayo, A. (2004). *Cultura e Saúde nas Organizações*. Editora Artmed

Reconfiguration of Sewing Cells to Improve Work Conditions and Productivity

Nobre, João¹, Alves, Anabela², Carneiro, Paula², Costa, Néilson²

¹ School of Engineering, University of Minho, Portugal

² ALGORITMI Centre, School of Engineering, University of Minho, Portugal

ABSTRACT

Increasingly, there is a great competitiveness in the markets, accompanied by the demand of the customers, more precisely, by the lack of knowledge of the demand patterns. This fact is forcing radical changes in the production. As a way of responding to these changes and in order to raise their competitive level, companies adopt Lean Production (LP) concept, a methodology that is based on the motto of "doing more with less". This paper is focused essentially on the reconfiguration of sewing cells by applying LP and ergonomic tools in a seat cover company for the automotive industry. Main results were; productivity increased by 11%; reduced distance travelled by the parts; increased job satisfaction, motivation and work conditions of the operators.

KEYWORDS: Lean Production; Continuous Improvement; Balancing of sewing Cells; Ergonomics

1. INTRODUCTION

Lean Production concept was disseminated by Womack, Jones, & Roos (1990) at the time of publication of the book "The machine that changed the world" of the authors (Womack, Jones, & Roos, 1990). According to Melton (2005), the birth of the Lean took place around 1940 in Japan. After the Second World War, the Japanese automobile industry was faced with a huge shortage of material, human and financial resources (Ohno, 1988). Before it, Sakichi Toyoda and his team developed the TPS. This concept relies on the recognition that only a small part of the total time and effort of a process adds value to the end customer, all the rest are waste (*muda*, in Japanese) (Melton, 2005). Nevertheless, a continuous improvement (*kaizen*, in Japanese) (Imai, 1986) effort is needed to eliminate waste from activities that companies do. Many times, such waste is preceded by waste symptoms such as overburden (*muri*) and variability (*mura*) due to many reasons, e.g. unsuitable work conditions, that affects operators performance and also needed to be eliminated. Therefore, Lean is strictly linked to provide ergonomic work conditions (Jazani et al., 2018). However, a lot of authors say the opposite, i.e., that Lean implementation conduce to degrade the work conditions. Arezes et al. (2015) developed a literature review about the workplace ergonomics in Lean Production environments concluding that there are many different perspectives, nevertheless, workplace conditions, many times, degrade due to a wrong Lean implementation. A lot of good examples of improved work conditions due to Lean implementation have been seen in many companies (Oliveira et al., 2017; Eira et al., 2015, Vicente et al., 2016; Queta et al., 2014).

In particular, in the textile sector, current state of ergonomic work conditions should be one of the main tasks in order to successfully implement Lean. Maia et al. (2012) is developing a methodology to implement Lean whose first phase starts with the evaluation of current state of work conditions using the ergonomic tools available and suitable for each dimension (Maia et al., 2012). Also, these same authors believe that a Lean implementation is a trigger for work better conditions and awareness of a lack of these when not present (Maia et

al., 2015). Moreover, cells production, or in a restricted context of textile, sewing cells emerges as a production system compulsorily needing to reduce wastes and improve work conditions (Shaikh et al., 2013).

The project described in this paper was framed in this context of continuous improvement in which sources of waste were diagnosed in a seat covers company for the automotive industry, particularly, in the seat covers sewing cells. Some waste was identified in sewing cells, namely: high work in progress (WIP), imbalance of workstations, high movement of operators, high transport of parts and inappropriate work conditions.

This paper describes some results of the project focusing essentially the reconfiguration of sewing cells attending to the LP concept and ergonomic tools in order to reduce the distance travelled by the parts, reduce the WIP, minimize the movement of operators, reduce the throughput time and increase cells productivity.

2. RESEARCH METHODOLOGY

The methodology used in this project was the Action-Research. According to O'Brien (1998), that methodology refers to a learning by doing environment, that is, a group of people identify a problem, try to solve it, examine to verify if their efforts have returned some solution, and if the results are not satisfactory, they try again until they are solved. According to Susman and Evered (1978), this methodology has five stages: diagnosis and definition of the problem, action planning, implementation of actions, evaluation of results and specification of learning. These phases were followed in the project development and will be used to present the paper.

3. INDUSTRIAL CONTEXT

The company is divided into five areas: the warehouse, leather cut, other materials cut, sewing area and expedition. This project was focused on the cells of the sewing area. The sewing lines are oriented by the type of seat cover part and typically there are around 20 to 25 people and 25 to 30 sewing machines, forming three or four cells per line. The inspection of the seat covers is at the end of these cells. Each cell can produce one or more

parts types, and a car can have up to fourteen different parts. The main products manufactured are seat covers in PVC or leather, door panels, headrests, and armrests.

3.1 Current situation and diagnosis

In the first phase, the productive system was diagnosed using some tools and studies like time study, parts types flow diagrams, spaghetti diagram, documentation analysis and layout study. In addition, informal interviews with the operators were very important to perceive the existing problems. The first meeting held to explain the objectives of the project, made the operators feel more motivated.

For a better presentation of the problems identified, these were categorized as problems: 1) inherent to the cell under study; 2) related with the flow of materials and people; 3) related with management, and 4) others. Thus, the first category included: balancing operations and system time mismatch and crossings; exchanges; and the distances covered by the parts. The second category related to the flow of materials and people were: difficulty in supplying small materials; and high movements of the quality inspector and sewing operators. The third category related to management were: non-involvement of operators; lack of production follow-up on the shop floor; lack of a training matrix; high WIP in cells; and lack of standard work. Finally, the fourth category included: the existence of serial defects and high replacement times of these; sewing machines with little specialization; low operator versatility; lack of visual management; reduced machine capacity; and lack of space on the shop floor.

3.2 Action planning and implementation

In order to improve the company's production process, it was proposed to create a pilot cell with the three processes together: sewing; inspection; and packaging. The objective of this pilot cell was to increase the productivity of the teams, increase the capacity of the machines, eliminate the serial defects and improve the flow of parts types in the cells. For this, a new cell balance was defined, while improving the flow of materials inside the cell, creating a new cell layout, improving the speed of the defects recognition and creating a new strategy for the supply of small materials. All of these actions were taken involving the operators on the planning and decision.

According to the previous cell balance, the operation of inspection and packaging was included in the operative range of the type of piece that this new team performs. The reason for this inclusion was that the inspection operator is now part of the production team. The inspection operator in this new layout also makes sewing operations. This will be a sewing standing workstation since the inspection already is performed in that position. For this, it was necessary to correctly dimension the workstation for this type of work.

According to Grandjean (2004), the correct sizing of the standing work station is of extreme importance. Can occur injuries if the position is very high (muscular contractions in the area of the shoulder, neck, and back) and if it is very low (injuries in the back). In Figure 1, it is observed the heights of the standing benches for each type of work proposed by this author.

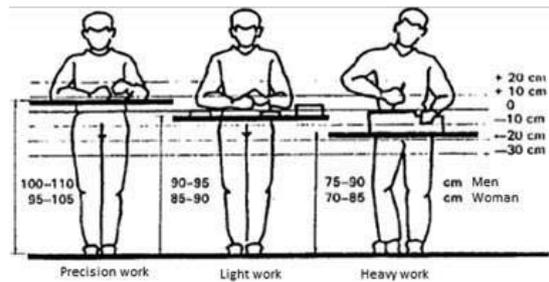


Figure 1 - Height of workstations depending on the type of work (adapted from (Grandjean (2004)))

The sewing work is a precision work but also needs some strength application since the leather is a rigid material, so the ideal height for minimizing the possibility of injuries would be the height of the operators' elbows. According to Grandjean (2004), the workstations should be adjustable since the people who are affected by this job may have different heights. As such, the company decided to invest in adjustable sewing benches. In addition to the height of the benches, it was necessary to invest in another type of action pedal since the pedals that are in the company are designed for a sitting operation. Thus, in conjunction with the department of hygiene and safety at work, this pedal was defined, as shown in Figure 2.

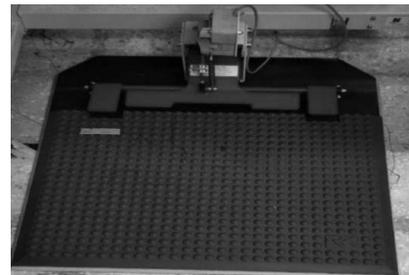


Figure 2 - Pedal for sewing workstation in standing position

A small resting carpet is present on the pedal. A study using the REBA method was carried out to verify if the posture adopted by the operator was adequate, as shown in Figure 3.

Table 1 - REBA employee assessment

Operator	Group	Score
A	Trunk	1
	Neck	1
	Legs	1+1
	Arms	1
B	Lower Arm	1
	Wrist	1
	Group A	2
	Group B	1
	One or more body parts are held for longer than one minute	(1+1)

Total REBA 2

After collecting all the scores of groups A and B, the total score of the REBA was obtained, corresponding to different levels of risk, as shown in Table 2.

Table 2 - Level of REBA Risk (adapted from (Grandjean (2004)

Score	Level of REBA Risk
1	Negligible risk, no action required.
2-3	Low risk, change may be needed.
4-7	Medium risk, further investigation, change soon.
8-10	High risk, investigate and implement change.
11+	Very high risk, implement change.

After applying the REBA method, it was concluded that the workstation is well dimensioned and the risk of injury is low.

3.2 Evaluating and specifying learning

The implementation of these tools lead the company to gains, as shown in Table .

Note should be taken that all changes were implemented with the involvement of operators. Besides the measurable gains, the increase of the job satisfaction, motivation and safety of the operators was a very important factor in this project. These gains were registered by some interviews conducted at the end of the project showing that engaging the operators makes it reach the goal more quickly.

Table 3 - Company gains

Description	Gain (%)
Productivity	11.0
Cell cycle time	25.5
Distance covered by the part	70.9
Distance travelled by the quality inspector	95.5
Distance travelled by the seamstress operators	38.0
Number of production lines	16.6
Number of sewing machines	13.4

These interviews were realized with three people from each shift of the pilot cell: inspection operator (1st and 2nd shift), team leader (1st and 2nd shift) and team supervisor (1st and 2nd shift). Through the interviews it was realized that the operators in general were very satisfied with the project. Some comments from these: "Great - desk space is better", "We achieved the goal", "I love this project", "Excellent", "Quality above all".

4. CONCLUSIONS

After completing this project, it was possible to realize that the initially defined objectives were fulfilled. The involvement of the operators was one of the greatest results of this project. Initially, there was a great resistance, which is normal because the sewing process had not been altered for about 20 years. Without the involvement of the operators, the success of this project was not possible.

The implementation of these proposals brought immediate gains and did not require a large investment, which is in line with the Kaizen concept where the biggest gains are in the simplest solutions.

5. REFERENCES

Arezes, P. M., Dinis-Carvalho, J. and Alves, A. C. (2015) Workplace ergonomics in Lean Production environments: a literature review. *WORK: A Journal of Prevention, Assessment, and Rehabilitation*, vol. 52, n.º 1, pp. 57–70, DOI 10.3233/WOR-141941.

Eira, R., Maia, L. C., Alves, A. C. and Leão, C. P. (2015). Ergonomic intervention in a Portuguese Textile Company to achieve Lean principles. *International Symposium on Occupational Safety and Hygiene (SHO2015)*, Eds. Arezes, P., Baptista, J. S., Barroso, M. P., Carneiro, P., Costa, N., Melo, R., Miguel, A. S., Perestrelo, G. P., 12-13 de fevereiro, Guimarães, Portugal, pp 100-102. ISBN: 978-989-98203-3-3.

Grandjean, E. (2004). *Manual de Ergonomia - Adaptando o trabalho ao homem* (4a ed.). Brasil, Porto Alegre: Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Productivity Press. Productivity Press.

Imai, M. (1986). *The key to Japan's competitive success*. McGraw-Hill/Irwin.

Jazani, R. Khani, Salehi Sahlabadi, A., & Mousavi, S. S. (2018). Relationship Between Lean Manufacturing and Ergonomics. In S. Trzcielinski (Ed.), *Advances in Ergonomics of Manufacturing: Managing the Enterprise of the Future* (pp. 162–166). http://doi.org/10.1007/978-3-319-60474-9_15

Maia, L.C., Eira, R., Alves, A.C, Leão, C.P. (2015). A melhoria organizacional como alavanca para melhores condições de trabalho. The organizational improvement as trigger for better working conditions. *RISTI*, N.o E4 (9/2015), 50-65. DOI: 10.17013/risti.e4.50-65.

Maia, L. C., Alves, A. C. & Leão, C. P. (2012). Design of a Lean Methodology for an ergonomic and sustainable work environment in Textile and Garment Industry. *Proceedings of the ASME 2012 International Mechanical Engineering Congress & Exposition (IMECE2012)*, November 9-15, 2012, Houston, Texas, USA.

Maia, L., Alves, A. C. and Leão, C. (2012). Do Lean Methodologies include ergonomic tools? In *Proceedings of International Symposium on Occupational Safety and Hygiene (SHO2012)*, (eds.) Arezes, P., Baptista, J.S., Barroso, M.P., Carneiro, P., Cordeiro, P., Costa, N., Melo, R., Miguel, A.S., Perestrelo, G.P., pp.350-356. WOS: 000320994300059.

Melton, T. (2005). The Benefits of Lean Manufacturing. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(6), 662–673.

Oliveira, B., Alves, A., Carneiro, P., Ferreira, A.C. (2017). Integration of Ergonomics and Lean Production to improve productivity and working conditions. in *Occupational Safety and Hygiene (SHO2017)*, (eds.) Arezes, P., Baptista, J.S., Barroso, M.P., Carneiro, P., Cordeiro, P., Costa, N., Melo, R., Miguel, A.S., Perestrelo, G.P., ISBN 978-989-98203-7-1, pp. 107-109

Queta, V., Alves, A. C. & Costa, N. (2014). Project of ergonomic shelves for supermarkets in a Lean work environment. in *Occupational Safety and Hygiene (SHO2014)*, (eds.) Arezes, P., Baptista, J.S., Barroso, M.P., Carneiro, P., Cordeiro, P., Costa, N., Melo, R., Miguel, A.S., Perestrelo, G.P., Guimarães, SPOSHO 2014, ISBN 978-989-98203-2-6.

Shaikh, I., Kabir, E., Boby, S. M. M. I., & Lutfi, M. (2013). Design and implementation of cellular manufacturing in a sewing floor of a ready-made garment industry, 4(12), 438–453.

Susman, G. I., & Evered, R. D. (1978). An assessment of the scientific merits of action research. *Administrative Science Quarterly*, 23(4), 582–603.

Vicente, S., Alves, A. C., Carvalho, S. & Costa, N. (2016). Improving Safety and Health in a Lean Logistic project: a case study in an automotive electronic components company. *International Symposium on Occupational Safety and Hygiene (SHO2016)*, Eds. Arezes, P., Baptista, J. S., Barroso, M. P., Carneiro, P., Costa, N., Melo, R., Miguel, A. S., Perestrelo, G. P., 23-24 March, Guimarães, PT.

Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The Machine that Changed the World: The Story of Lean Production*. World.

Síndrome Visual do Computador em trabalhadores de escritório: um estudo de caso

Computer Vision Syndrome in office workers: a case study

Alves, Mónica^a; Pina, Ana^a; Mateus, Catarina^a; Rodrigues, Matilde A.^a

^aCentro de Investigação em Saúde e Ambiente, Escola Superior de Saúde, Politécnico do Porto

ABSTRACT

This study aims to characterize the Computer Vision Syndrome (CVS) among the office employees of a social solidarity institution. A total of 102 workers, aged between 20 and 63 years, were included. The CVS-Q questionnaire was used to identify workers with CVS. In addition, personal and work aspects were characterized, namely gender, age, pre-existing eye diseases, number of years and hours/day of work with computer. The results showed that of the total number of workers evaluated, 60.6% had CVS. A higher prevalence of CVS was observed among female. However, no relationship was observed between the remaining variables under study and the CVS. The results of this study emphasize the importance of an intervention program at CVS level, in order to promote behaviors among workers that reduce its prevalence.

KEYWORDS: Computer Vision Syndrome, Visual discomfort, Visual symptoms, Workstation

1. INTRODUÇÃO

O computador é visto como uma ferramenta de trabalho indispensável e fundamental ao desenvolvimento das atividades em diversas organizações, tendo uma elevada contribuição para a eficiência, produtividade e qualidade do trabalho (Tauste *et al.*, 2016). No entanto, à sua utilização prolongada têm sido associados um conjunto de fatores que promovem efeitos negativos nos utilizadores, como são as lesões musculoesqueléticas (Akinbinu & Mashalla, 2014; Arif & Alam, 2015) e as alterações visuais (ver por exemplo, Portello *et al.*, 2012; Seguí *et al.*, 2015; Ranasinghe *et al.*, 2016).

As alterações visuais são um dos efeitos negativos associados à utilização do computador nos locais de trabalho que mais tem suscitado atenção nos últimos anos. A exigência imposta pelos ecrãs digitais aumenta as necessidades de convergência e a acomodação em trabalho de visão próxima (Hayes *et al.*, 2007). Estas exigências visuais, associadas a um tempo elevado de utilização do computador, podem estar na origem de sintomatologia visual, nomeadamente: olhos secos e irritados, visão turva, tensão e astenopia (fadiga ocular), vermelhidão, ardor, lacrimejo excessivo, dor de cabeça, visão dupla, sensibilidade à luz ou aos brilhos, desconforto durante o uso de lentes de contato, alterações na percepção de cor (Shrestha *et al.*, 2011; Klamm & Tarnow, 2015; Seguí *et al.*, 2015). Estes sintomas podem manifestar-se durante ou imediatamente após o dia de trabalho (Portello *et al.*, 2012). Considera-se que estamos perante uma situação de Síndrome Visual do Computador (SVC), quando um indivíduo relata um ou mais dos sintomas referidos, como consequência de trabalhar com computador (Portello *et al.*, 2012; Parihar *et al.*, 2016; Ranasinghe *et al.*, 2016).

A incidência da SVC tem vindo a aumentar ao longo da última década. Segundo diversos estudos, a mesma é elevada entre os indivíduos que trabalham com computadores, sendo referenciados os sintomas associados à SVC, assim como as implicações que a SVC tem na qualidade de vida destes (ver, por exemplo, Hayes

et al., 2007; Portello *et al.*, 2012; Tauste *et al.*, 2016). A SVC é indicada por Singh & Wadhwa (2006) como a principal queixa dos utilizadores de computadores e equipamentos digitais nos locais de trabalho.

Apesar da relevância da SVC, são ainda poucos os estudos que caracterizam a sua prevalência em diferentes contextos de trabalho. Face ao exposto, este estudo tem como objetivo caracterizar a SVC entre os funcionários de escritório de uma instituição de solidariedade social.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Amostra

Este estudo foi realizado em trabalhadores de escritório que exerciam tarefas ao computador por períodos de tempo iguais ou superiores a 6h/dia e com horário definido. A amostra foi composta por um total de 102 trabalhadores. A idade média dos participantes foi de 41,5 anos ($\pm 9,8$ anos). Do total dos indivíduos incluídos na amostra, 65,7% eram do género feminino e 34,3% do género masculino.

2.2. Caracterização dos sintomas visuais

Para a caracterização dos sintomas visuais percebidos pelos trabalhadores e identificação de potenciais fatores de risco associados a estes sintomas, foi elaborado e aplicado um questionário aos trabalhadores. O questionário era constituído por diferentes grupos de questões, tendo sido considerados para fins deste trabalho os seguintes: (1) dados demográficos; (2) informações associadas ao desenvolvimento das tarefas (nº de horas diárias passadas a trabalhar ao computador; nº máximo de horas contínuas passadas a trabalhar ao computador; pausas durante o trabalho ao computador e sua duração; (3) questões relacionadas com a saúde do trabalhador; e (4) uma escala para medir a SVC, tendo sido adotada neste estudo a CVS-Q, adaptada de Seguí *et al.* (2015), após autorização pelos autores. O CVS-Q tem propriedades psicométricas que permite ser aplicado a trabalhadores que usam equipamentos dotados de visor por longos períodos de tempo. Dele constam 16 sintomas,

pontuados e avaliados por duas escalas, uma para a frequência, em que se consideram três níveis de frequência (nunca ocorre; ocorre ocasionalmente e ocorre frequentemente ou sempre), e outra para a intensidade, com dois níveis de intensidade de sintomas (moderada e intensa), sendo possível obter a severidade deste através da sua multiplicação (frequência x intensidade), considerando-se que o trabalhador sofre SVC se o resultado obtido for ≥ 6 pontos. A ferramenta foi traduzida para língua Portuguesa por uma equipa da qual faziam parte dois Técnicos Superiores de Segurança e um Técnico de Ortóptica. Foi realizado um pré-teste do mesmo a um conjunto de 10 trabalhadores que não fizeram parte da amostra final deste trabalho, mas que realizavam diariamente trabalho ao computador. Como resultado do pré-teste, foram realizados pequenos ajustes na terminologia utilizada, tendo sido acrescentadas explicações adicionais quando se verificou esta necessidade.

Os questionários foram distribuídos pela equipa de investigação e preenchidos por todos os trabalhadores *in loco* no final do dia de trabalho. Antes do preenchimento dos mesmos foram explicados os objetivos do estudo e atribuído um código de identificação a cada participante do estudo.

2.3. Análise de dados

Para a determinação da presença de SVC foram seguidos os procedimentos descritos em Seguí et al. (2015). Para tal, a frequência com que ocorreu o sintoma foi multiplicada pela intensidade de ocorrência do mesmo. Foi considerada a existência de SVC quando a pontuação determinada era ≥ 6 .

A análise estatística foi realizada com recurso ao software *Statistical Package for the Social Science* (SPSS) versão 24. Foi realizada a análise descritiva dos dados em termos de frequências relativas e medidas de tendência central e dispersão (média e desvio padrão). Posteriormente foram aplicados testes de hipóteses, nomeadamente o teste do Qui-Quadrado e o Coeficiente de Correlação de Pearson. Neste estudo usou-se um nível de significância de 0,05.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 resume as informações associadas ao desenvolvimento das tarefas. Os dados mostram que os trabalhadores passavam, em geral, cerca de 7 horas por dia a trabalhar ao computador durante o período normal de trabalho ($6,9 \pm 1,1$ horas), sendo que a maioria (63,7%) indicou realizar pausas durante esse período de tempo. Os trabalhadores analisados trabalhavam com computadores, em média, há aproximadamente 17 anos ($16,7 \pm 8,4$ anos). Trata-se de um de um grupo de trabalhadores que desenvolve tarefas ao computador durante largos períodos de tempo, encontram-se em risco de desenvolver SVC (Shrestha et al., 2011; Klamm & Tarnow, 2015; Seguí et al., 2015).

Tabela 1 – Resumo das informações associadas ao desenvolvimento das tarefas

Variável	Valor
Anos a trabalhar na atividade	
Média ($\pm DP$)	16,7 ($\pm 8,4$)
Horas diárias de trabalho ao computador ($\pm DP$)	
Média ($\pm DP$)	6,9 ($\pm 1,1$)
Correção ocular durante o trabalho ao computador (%)	
Óculos	53,9
Lentes contato	14,7
Utilização de lubrificantes oculares (%)	
Sim	6,9
Não	93,1
Pausas durante o trabalho ao computador (%)	
Sim	63,7%
Não	36,3%

A Tabela 2 descreve os resultados obtidos para cada sintoma relacionados com o desconforto visual reportados pelos trabalhadores.

Verifica-se que os sintomas mais frequentes entre os inquiridos foram o ardor nos olhos (67,6% “OO”; 8,8% “OFS”) e a dor de cabeça (62,7% “OO”; 12,7% “OFS”), sendo que foi neste último que foi indicado ocorrer de forma mais intensa por 15,7% dos sujeitos. Os resultados também destacam, apesar de menos frequentes, sintomas tais como comichão/prurido ocular (43,1%), pálpebras pesadas (42,2%), sensibilidade excessiva à luz (42,2%), visão turva (41,2%), olho vermelho (37,3%), secura ocular (32,4%). Estes sintomas são muitas vezes associados a trabalho em visão próxima, característico das tarefas ao computador (Hayes et al., 2007).

Foi determinada a severidade dos sintomas reportados de acordo com Seguí et al. (2015), de forma a identificar e quantificar o número de trabalhadores com SVC. Através dos dados apresentados na Tabela 3, é possível verificar que 60,6% dos trabalhadores avaliados apresentam SVC. Estes resultados são concordantes com os obtidos noutros estudos (ver, por exemplo, Zainuddin & Isa, 2014; Ranasinghe et al., 2016).

Tabela 2– Distribuição (%) dos sintomas percecionados pelos trabalhadores

	Frequência			Intensidade	
	NO (%)	OO (%)	OFS (%)	M (%)	I (%)
Ardor nos olhos	23,5	67,6	8,8	73,5	2,9
Comichão/Prurido ocular	52,0	43,1	4,9	45,1	2,9
Sensação de corpo estranho	76,5	22,5	1,0	20,6	2,9
Tremor da pálpebra	61,8	33,3	4,9	31,4	6,9
Pestanejo excessivo	69,9	25,5	4,9	28,4	2,0
Olho vermelho	56,9	37,3	5,9	36,3	6,9
Dor ocular	75,5	23,5	1,0	20,6	3,9
Pálpebras pesadas	54,9	42,2	2,9	41,2	3,9

Secura ocular	57,8	32,4	9,8	33,3	8,8
Visão turva	53,9	41,2	4,9	41,2	4,9
Visão dupla	85,3	12,7	2,0	12,7	2,0
Visão de perto desfocada	59,8	33,3	6,9	36,3	3,9
Sensibilidade excessiva à luz	48,0	42,2	9,8	43,1	8,8
Halo luminoso em torno dos objetos	75,5	21,6	2,9	20,6	3,9
Sensação de perda visual	85,3	13,7	1,0	11,8	2,9
Dor de cabeça	24,5	62,7	12,7	59,8	15,7

Nota: NO- Nunca Ocorre; OO- Ocorre Ocasionalmente; OF: Ocorre frequentemente ou Sempre; M- Moderada; I- Intensa

Tabela 3 – Distribuição da pontuação obtida no cálculo da severidade

Resultado da Severidade (Pontos)	%	Prevalência de SVC (%)
0-2	11,7	Sem SVC
3-5	27,4	SVC
6-13	53,8	Com SVC
14-23	6,8	SVC

Foi analisada a influência de fatores individuais na SVC. Não foi observada uma nenhuma associação entre as classes de idades e a SVC ($p>0,05$). No entanto, em relação ao gênero, verificou-se que um maior número de casos entre sujeitos do gênero feminino ($p<0,05$). De facto, apesar do gênero não ser um fator com influência na SVC para o qual exista acordo entre a comunidade científica (Akinbinu & Mashalla, 2014; Logaraj et al., 2014), os resultados deste estudo apoiam os previamente obtidos por Portello et al., (2012), Toama et al., (2012), Ranasinghe et al., (2016) e Tauste et al., (2016). O facto de a SVC ser mais prevalente entre as mulheres pode estar relacionado com as alterações hormonais ou com o estado de menopausa, uma vez que nesta fase ocorre uma diminuição da produção de hormonas sexuais que por sua vez originam uma diminuição da produção de glândulas lacrimais diminuindo o filme lacrimal, aspetos que têm sido associados ao sintoma de olho seco (Swartz, 2015; Han et al., 2011).

Foi analisada a influência do número de anos a realizar tarefas ao computador e das pausas realizadas ao longo da jornada de trabalho na severidade dos sintomas. No entanto, não se verificou uma correlação entre a severidade dos sintomas e o número de anos que os indivíduos trabalhavam ao computador, nem com as pausas realizadas ao longo de um dia de trabalho ($p>0,05$).

4. CONCLUSÕES

O estudo de caso realizado mostrou que a prevalência de SVC entre os trabalhadores em estudo era elevada. Diferenças na SVC foram encontradas em relação ao gênero. Adicionalmente verificou-se que o número de pausas realizadas pelos trabalhadores era baixo e eram muito poucos aqueles que recorriam a lubrificantes oculares com regularidade.

Os resultados deste estudo enfatizam a importância de um programa de intervenção, que promova

comportamentos preventivos por parte dos trabalhadores, nomeadamente descanso da visão ao perto, uso de lubrificantes oculares, entre outros exercícios relevantes.

5. REFERÊNCIAS

- Akinbinu, T.R., & Mashalla, Y.J. (2014). Medical Practice and Review Impact of computer technology on health : Computer Vision Syndrome (CVS). *Academic Journals*, 5(November), 20–30.
- Arif, K.M., & Alam, M.J. (2015). Review Article Computer Vision Syndrome, 10(1), 33–35.
- Han, S.B., Hyon, J.Y., Woo, S.J., Lee, J.J., Kim, T.H., & Kim, K.W. (2011). Prevalence of dry eye disease in an elderly Korean population. *Archives of Ophthalmology*, 129(5), 633–8.
- Hayes, J.R., Sheedy, J.E., Stelmack, J., & Heaney, C. (2007). Computer use, symptoms, and quality of life. *Optometry and Vision Science: Official Publication of the American Academy of Optometry*, 84(8), 738–44.
- Klamm, J., & Tarnow, K.G. (2015). Computer Vision Syndrome: A Review of Literature. *Medsurg Nursing: Official Journal of The Academy Of Medical-Surgical Nurses*, 24(2), 89–93.
- Logaraj, M., Madhupriya, V., & Hegde, S. (2014). Computer vision syndrome and associated factors among medical and engineering students in chennai. *Annals of Medical and Health Sciences Research*, 4(2), 179–85.
- Parihar, J.K.S., Jain, V.K., Chaturvedi, P., Kaushik, J., Jain, G., & Parihar, A.K.S. (2016). Computer and visual display terminals (VDT) vision syndrome (CVDTs). *Medical Journal Armed Forces India*. 72(3), 270–6.
- Portello, J. K., Rosenfield, M., Bababekova, Y., Estrada, J. M., & Leon, A. (2012). Computer-related visual symptoms in office workers. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 32(5), 375–382.
- Ranasinghe, P., Wathurapatha, W. S., Perera, Y.S., Lamabadusuriya, D. A., Kulatunga, S., Jayawardana, N., & Katulanda, P. (2016). Computer vision syndrome among computer office workers in a developing country: an evaluation of prevalence and risk factors. *BMC Research Notes*, 9, 150.
- Seguí, M. del M., Cabrero-García, J., Crespo, A., Verdú, J., & Ronda, E. (2015). A reliable and valid questionnaire was developed to measure computer vision syndrome at the workplace. *Journal of Clinical Epidemiology*, 68(6), 662–673.
- Shrestha, G. S., Mohamed, F. N., & Shaha, D. N. (2011). Visual problems among video display terminal (VDT) users in Nepal. *Journal of Optometry*, 4(2), 56–62.
- Singh, S., & Wadhwa, J. (2006). Impact of Computer Workstation Design on Health of the Users. *J. Hum. Ecol.*, 20(3), 165–170.
- Tauste, A., Ronda, E., Molina, M.-J., & Seguí, M. (2016). Effect of contact lens use on Computer Vision Syndrome. *Ophthalmic & Physiological Optics: The Journal Of The British College Of Ophthalmic Opticians (Optometrists)*, 36(2), 112–119.
- Swartz, M. H. (2015). *Tratado de Semiologia Médica – História e Exame Físico*. 7ª Edição. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Toama, Zakia; Mohamed, Amina Ahmed and Hussein, N. K. A. (2012). Impact of a Guideline Application on the Prevention of Occupational Overuse Syndrome for Computer Users. *Journal of American Science*, 8(2), 265–282.
- Zainuddin, H., & Isa, M. M. (2014). Effect of Human and Technology Interaction: Computer Vision Syndrome among Administrative Staff in a Public University. *International Journal of Business, Humanities and Technology*

Análise de aplicação da Norma Regulamentadora número 35 em trabalhos com plataformas elevatórias tipo pantográfica

Analysis of the application of Regulatory Norm number 35 in works with articulated lifts

Caroline Daiane Raduns¹; Fulvio Norenberg¹

¹UNIJUI, Brazil

ABSTRACT

In order to reduce the accident comes from projects at height, it is sought to formulate documents to guide this type of activity. In Brazil, in order to protect work by activities at height, in 2012 was published in Regulatory Standard Number 35 - NR 35. This norm establishes the precepts for the organization of work performed above 2 meters in relation to the lower level of the plan, where there is a risk of workers falling. The main objective of the work is to guide and assist the managers and those responsible in implementing the recommendations of NR 35, for work at height with articulated lifts. The specific objective is centered in the development of a method of implementation of NR 35 in activities that are characterized as work at height, such as the objective of performing the maintenance of industrial facilities, and to make use of articulated lifts. The proposal comes to assist the managers without control of all the requirements of NR 35

KEYWORDS: work at height; workplace Safety; method

1. INTRODUÇÃO

A partir da Revolução Industrial, passando de um conceito de produção manual para a produção em série e mecanizada, também surgiu a necessidade de novas estruturas para abrigar o processo produtivo especificamente, além das infraestruturas complementares, como instalações elétricas, sistemas de ar comprimido e ponte rolante. Frente a essas novas instalações, surgiram as necessidades de manutenções dos sistemas, e consequentemente a inclusão de riscos, como o trabalho em altura. Acidentes que tem como origem a queda ocorreram pelo déficit de utilização dos sistemas de proteção e pela falta de orientação dos trabalhadores (GRANZIERA, 2009).

Segundo dados do Ministério do Trabalho e Emprego do Brasil, 40% dos acidentes de trabalho no Brasil estão relacionados a quedas de trabalhadores em altura (MTE, 2012).

Com o objetivo de reduzir os acidente advindos de trabalhos em altura, os países buscam formular documentos para orientar este tipo de atividade. A União Europeia possui a *Directiva 2001/45/CE*, a qual traz requisitos mínimos de segurança e saúde no âmbito de trabalho em altura (PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO, 2001). No Brasil, as medidas de proteção aos trabalhadores são descritas nas Normas Regulamentadoras. Visando proteger o trabalhador durante atividades em altura, em 2012 foi publicada a Norma Regulamentadora Número 35 - Trabalho em Altura – NR 35. Essa norma estabelece os preceitos para organização do trabalho realizado acima de 2 metros em relação ao nível inferior do plano de trabalho, onde haja o risco de queda dos trabalhadores.

Fazendo a análise dos documentos anteriormente mencionados, observa-se uma abordagem generalista sobre o tema trabalho em altura, sendo necessário a elaboração de materiais complementares para o melhor entendimento e aplicação destes. Como exemplo disto se

tem o Guia de Boas Práticas não Vinculativo para Aplicação da Directiva 2001/45/CE (Trabalho em altura) da Comissão Europeia (Comissão Europeia Direcção-Geral do Emprego, Assuntos Sociais e Igualdade de Oportunidades, 2006), e o Manual de Auxílio na Interpretação e Aplicação da Norma Regulamentadora 35, lançado pelo Ministério do Trabalho e Emprego do Brasil (MTE, 2012)

Seguindo esta demanda, o objetivo principal do trabalho é orientar e auxiliar os gestores e responsáveis na implantação das recomendações da NR 35, para trabalhos em altura com Plataforma Elevatória tipo Pantográfica. Já o objetivo específico está centrado no desenvolvimento de um método para implementação da NR 35 em atividades que caracterizam-se como trabalho em altura, as quais tem o objetivo de realizar a manutenção de instalações industriais, e fazem uso de Plataformas Elevatórias tipo Pantográfica.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Como método de procedimento foi utilizada uma pesquisa-ação. Para cumprir com o objetivo específico proposto, se fez o uso de um instrumento constituído por uma série ordenada de fases, sendo elas:

1ª Fase: Se buscou a realização de uma pesquisa bibliográfica, que caracteriza-se pelo embasamento teórico sobre trabalho em altura.

2ª Fase: A segunda fase se baseia na verificação dos itens de segurança para trabalhos de manutenção em instalações industriais e sua relação com a NR 35.

3ª Fase: Com base nos itens de segurança constatados na fase 2, se avançou na busca por procedimentos de trabalho com a utilização de Plataformas Elevatórias tipo Pantográfica.

4ª Fase: Com as informações das fases 1 a 3, foi elaborado o método para implementação da NR 35 em atividades que caracterizam-se como trabalho em altura, as quais tem o objetivo de realizar a manutenção de

instalações industriais, e fazem uso de Plataformas Elevatórias tipo Pantográfica.

3. RESULTADOS

A Figura 1 demonstra as etapas que compõe o método para implementação da NR 35 em atividades que se caracterizam como trabalho em altura, as quais tem o objetivo de realizar a manutenção de instalações industriais, e fazem uso de Plataformas Elevatórias tipo Pantográfica. O método tem por princípio básico o trabalho seguro com esse tipo de equipamento, tanto para empregadores, quanto para empregados. Após a Figura 1 é realizada a descrição detalhada das etapas do método proposto.

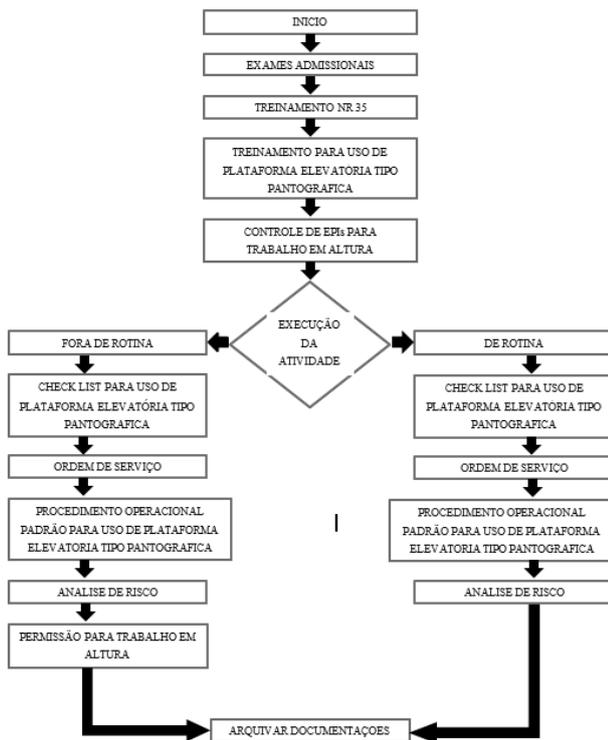


Figura 1: Método para trabalho em altura com Plataforma Elevatória tipo Pantográfica

Exames admissionais: A primeira etapa é a busca de um trabalhador que esteja apto a realizar os trabalhos em altura, sendo isso obtido através dos exames admissionais. Com isso o empregador estará cumprindo o que determina o item 35.4.1.2, da NR 35.

Treinamento NR 35: Para a realização de trabalhos acima de 2 metros de altura em relação ao nível inferior do plano de trabalho, todo o trabalhador deve estar capacitado conforme o item 35.3 da NR 35. Essa capacitação deve ser oferecida pelo empregador.

Treinamento para uso de Plataforma Elevatória tipo Pantográfica: Em se tratando de do uso de Plataformas Elevatórias tipo Pantográfica, é obrigatório o treinamento específico para o modelo de máquina a ser utilizado pelos

trabalhadores, sendo enquadrada essa exigência no item 35.3.2, alínea d, da NR 35.

Controle dos Equipamentos de Proteção Individual - EPI para trabalho em altura: Todos os EPI quando colocados para uso do trabalhador, devem ser cuidadosamente controlados, primeiramente por parte do empregador, item 35.5.6 da NR 35 e enquanto estiverem de posse do trabalhador, esse deve zelar pelo seu bom uso, executando inspeções periódicas e de rotina conforme salienta o item 35.5.6.1 da NR 35. Os resultados das inspeções, tanto de aquisição, quanto de controle periódico, devem ser registrados de forma a serem rastreáveis, buscando o cumprimento do item 35.5.6.2 da NR 35.

Execução da atividade: A fim de garantir que todas as atividades consideradas como trabalho em altura sejam organizadas e executadas de forma segura, a NR 35, traz em seu item 35.4.1 as recomendações mínimas a serem seguidas. Além dessas recomendações, a NR 35 ainda divide os trabalhos em altura em atividades rotineiras e atividades não rotineiras. Neste ponto deve ser classificada a atividade, e assim feito o seguimento no método.

Atividade de rotina: As atividades envolvendo trabalho em altura, consideradas como de rotina ou rotineiras pela NR 35, descritas detalhadamente no item 35.2.1, inciso c, são todas aquelas onde há um mapeamento prévio de sua execução.

Atividade fora de rotina: A NR 35 categoriza de acordo com o item 35.4.7 atividades fora de rotina ou não rotineiras, as quais não são habituais, onde não há exigência de procedimento operacional, mas se faz necessária a implementação e liberação da atividade perante um processo formal, denominada de Permissão de Trabalho em Altura – PTA.

Check List para uso de Plataforma Elevatória tipo Pantográfica: Elaboração de check lists de verificação das condições da plataforma elevatória. Esta recomendação provém do item 35.5.2.2 da NR 35.

Ordem de serviço e segurança: Elaboração de Ordens de Serviço e Segurança com o intuito de fornecer orientações formais aos empregados por parte dos empregadores, sobre os perigos, riscos e as medidas de controle para a atenuação desses durante a execução de atividades nos ambientes de trabalho. Esta necessidade está prevista na Norma Regulamentadora 01 - Disposições Gerais – NR 01, em seu item 1.7, inciso b.

Procedimento operacional padrão para uso de Plataforma Elevatória tipo Pantográfica: Em se tratando de trabalhos em altura, independente do meio de acesso para a realização de tal atividade, a NR 35, em seu item 35.4.6.1, traz as observâncias relativas a

obrigatoriedade da existência de procedimentos operacionais padronizados.

Análise de risco: Para a realização de trabalhos em altura a NR 35, item **35.2.1**, faz referência a obrigatoriedade de existência de documento intitulado Análise de Risco. A necessidade da aplicação da análise de risco para atividades em altura não modifica se a mesma for categorizada como de rotina ou fora de rotina.

Permissão para trabalho em altura: Para o desenvolvimento de atividades em altura onde essa está categorizada como fora de rotina ou, ainda, em atividades de rotina, a NR 35 traz no item **35.4.7.1**, a obrigatoriedade da aplicação da Permissão de Trabalho em Altura – PTA, porém, não deixa claro, no item **35.4.8**, qual a qualificação necessária para o responsável de sua execução.

Arquivar documentações: O item **35.4.8** da NR 35, relata que a Permissão de Trabalho em Altura, deve ser arquivada de forma a permitir sua rastreabilidade. Também é fundamental que sejam arquivados juntamente com a PTA, demais documentações pertinentes a atividade.

4. DISCUSSÕES

Se tratando do Normas Regulamentadoras Brasileiras, observa-se a descrição geral das condições de riscos e medidas de controle. Isso também vale para a NR 35, documento base do estudo. Cabe ressaltar que o método proposto pode ser complementado de acordo com as regras das empresas e características peculiares, e ainda que os itens descritos na proposta são os básicos e mínimos para garantir a segurança nos trabalhos em altura.

Com a descrição do método em etapas, se percebe a dimensão e quantidade dos documentos a serem gerados visando o controle do trabalho em altura para as condições mínimas de segurança.

5. CONCLUSÃO

A partir das informações coletadas foi possível desenvolver um método com as necessidades mínimas a serem cumpridas quanto ao uso de Plataformas Elevatórias tipo Pantográfica. Sendo isto de acordo com as requisitos contidos na NR 35, visando minimizar os riscos presentes no desenvolvimento das atividades e evitando possíveis acidentes.

6. REFERÊNCIAS

COMISSÃO EUROPEIA DIRECÇÃO-GERAL DO EMPREGO, ASSUNTOS SOCIAIS E IGUALDADE DE OPORTUNIDADES. **Guia de boas práticas não vinculativo para aplicação da Directiva 2001/45/CE (Trabalho em altura)**. 2006.

GRANZIERA, Maria Luiza Machado. **Direito Ambiental**. Disponível em: <www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/89/890010/tce...143011/.../AnaPaulaKlempRego.pdf>. Acesso em: 23 out. 2017.

INSTITUTO CNA. **Relatório de inteligência:** norma regulamentadora 31: segurança e saúde no trabalho na agricultura, pecuária, silvicultura, exploração florestal e aquicultura.

MTE - MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Norma Regulamentadora 35 – Trabalho em Altura – NR 35**. 2012.

MTE - MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Manual de auxílio na interpretação e aplicação da norma regulamentadora 35 trabalhos em altura: nr35 comentada**. 2012.

PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO. **Directiva 2001/45/CE - Prescrições mínimas de segurança e de saúde para a utilização pelos trabalhadores de equipamentos de trabalho (2.a Directiva especial na aceção do n.o 1 do artigo 16.o da Directiva 89/391/CEE)**, 2001.

Estudo ergonómico de um posto de trabalho de levantamento manual de cargas

Ergonomic study of a workstation with manual lifting tasks

Cardoso, André¹, Faria, Jorge¹, Carneiro, Paula², Colim, Ana²

¹ School of Engineering, University of Minho, Portugal

² ALGORITMI Centre, School of Engineering, University of Minho, Portugal

ABSTRACT

Ergonomics has contributed greatly to the improvement of occupational conditions, providing comfort and safety for the workers and improving the quality of the product or service performed. One of its main interventions occurs in tasks with Manual Handling Loads, which are present in a large set of companies. These tasks can produce significant biomechanical overloads for the involved workers, increasing the occurrence of work-related musculoskeletal disorders (WRMSD). One of the instruments used in WRMSD risk assessment is the NIOSH equation, developed by the National Institute for Occupational Safety and Health. In this study the NIOSH equation was applied in a workstation where palletization of boxes occurs. Additionally, in order to reduce the WRMSD associated to the lifting tasks, the ideal workstation conception was presented, according to satisfy 95% of the Portuguese male population.

KEYWORDS: Ergonomic study; Manual lifting tasks; NIOSH Equation; Anthropometry

1. INTRODUÇÃO

A Ergonomia pode ser encarada como a ciência que se debruça sobre a análise da relação existente entre o Homem, a sua ocupação, o equipamento e o ambiente em que uma atividade profissional decorre, mediante a aplicação de conhecimentos na área da anatomia, fisiologia e psicossociologia (Costa & Barroso, 2008).

Em ergonomia, para que se possam projetar postos de trabalho adequados às dimensões dos trabalhadores, de modo satisfazer uma determinada percentagem de indivíduos de uma população, utilizam-se dados antropométricos.

Um dos indicadores de potenciais problemas de natureza ergonómica, que pressupõe a intervenção de um estudo ergonómico, é a manipulação manual de cargas (MMC) (Costa & Barroso, 2008). As tarefas MMC são necessárias em muitas empresas devido à limitação do espaço de trabalho, à diversidade da natureza das atividades e à oposição de muitas empresas em investir em equipamentos automáticos. Estas tarefas, envolvem um esforço físico (estático ou dinâmico) para o corpo humano, ao ponto de serem classificadas como trabalho pesado (NIOSH, 2007). Dada a carga de trabalho para o corpo, estas tarefas estão frequentemente relacionadas com diversos casos de lesões musculoesqueléticas (LME) (NIOSH, 2007). Estas quando provocadas por fatores relacionados com o trabalho passam a designar-se lesões musculoesqueléticas relacionadas com o trabalho (LMERT).

As LMERT caracterizam-se por serem lesões ou perturbações das articulações ou outros tecidos, sobretudo, na região dorso-lombar, cervical e membros superiores, sobretudo nos ombros (Nunes, 2017).

Resultam, por isso, em dores prolongadas e tratamentos médicos dispendiosos para empregadores (NIOSH, 2007). São consideradas o problema de saúde ocupacional mais frequente na União Europeia, sendo o seu principal fator de risco as tarefas de MMC (Takala, 2007).

Existem evidências científicas que corroboram que as intervenções ergonómicas são capazes de diminuir as exigências físicas que as tarefas de MMC exigem através da otimização do posto de trabalho. Posto isto, considera-se que as intervenções ao nível da ergonomia são capazes de melhorar a produtividade da empresa, a qualidade do produto e sobretudo prevenir a ocorrência de futuras lesões musculoesqueléticas (NIOSH, 2007).

Destarte, torna-se pertinente avaliar o risco de LMERT de um determinado posto de trabalho, sempre que se verifiquem pelo menos uma das seguintes situações: “Esforços físicos que solicitem, nomeadamente, a coluna vertebral e sejam frequentes ou prolongados; Período insuficiente de descanso fisiológico ou de recuperação; Grandes distâncias de elevação, abaixamento ou transporte; Cadência que não possa ser controlada pelo trabalhador.” (Estado Português, 1993). O risco de LMERT pode ser avaliado por diversas metodologias. Neste trabalho optou-se por utilizar a equação NIOSH’91 por se tratar de uma equação de simples utilização, pela precisão que a metodologia apresenta e ainda por se terem verificado as condições necessárias para a sua aplicação.

O objetivo deste estudo é projetar o posto de trabalho para que este satisfaça 95% da população masculina, utilizando para isso os dados antropométricos da população portuguesa e quantificar o risco de LMERT associado à tarefa de MMC, utilizando a equação NIOSH’91. Em última análise, apresentar sugestões de melhoria para as inconformidades eventualmente encontradas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado na área de armazém de uma empresa, onde foi observada a tarefa de MMC, assim como a postura adotada pelos operadores aquando da sua movimentação. Foram realizadas entrevistas informais com os trabalhadores no sentido de obter a caracterização

do posto de trabalho, bem como a descrição das tarefas por eles realizadas.

A tarefa a estudar é constituída por duas atividades: retirar uma paleta de um amontoado e colocá-la no chão (atividade 1) e de seguida empilhar 24 caixas na paleta, por grupos de 6 caixas (atividade 2).

Para dimensionar o posto de trabalho para que este satisfaça 95% da população masculina portuguesa foram utilizados dados antropométricos da população portuguesa (Barroso, Arezes, da Costa, & Miguel, 2005). O facto de apenas se utilizarem dados referentes à população masculina prende-se com o facto de neste local de trabalho todos os trabalhadores serem homens e não haver perspetivas de, num futuro próximo, serem contratadas mulheres para estas funções.

As dimensões antropométricas a utilizar foram a altura dos ombros, de modo a definir a altura máxima a que as cargas deveriam ser manuseadas e a altura do joelho, para definir a altura mínima, para ambas as atividades. Considerou-se ainda uma correção de 0,025m referente ao calçado (Costa & Arezes, 2005).

O turno de trabalho é composto por 8 horas, sendo que o trabalhador tem uma pausa de 10 minutos da parte da manhã, 40 minutos para almoço e mais 10 minutos da parte da tarde. No local de trabalho não existem meios de levantamento de cargas mecanizados, sendo o método utilizado totalmente manual. Cada paleta apresenta as seguintes medidas: 0,15m x 0,78m x 1,20m e um peso médio de 23,5kg. Por sua vez, cada caixa tem 0,2m x 0,60m x 0,8m e o seu peso médio varia entre 1kg, 5kg, 10kg e 15kg. Em média, o trabalhador demora 10 minutos a empilhar as caixas na paleta.

Durante a recolha de dados, através de observação direta, pudemos constatar que os trabalhadores normalmente empilham 13 paletes por ciclo. A cada ciclo, o operador pega numa paleta, sendo que a altura máxima observada é de 1,95m e a altura mínima é de 0,15m. No que diz respeito às caixas, a altura máxima a que a carga é manobrada é de 1,15m, sendo a mínima 0,15m.

As caixas apresentam uma profundidade de 0,60m para o cálculo do multiplicador horizontal, enquanto que no caso das paletes a distância horizontal da pega é de cerca de 0,315m. Em ambos os casos, a pega é considerada má.

No momento em que estão a colocar as caixas em cima da paleta, o trabalhador tenta aproximar as caixas da paleta mediante a disponibilidade de espaço que tem. Como tal, para o cálculo do multiplicador de assimetria, considera-se que o trabalhador faz uma rotação do tronco de cerca de 55° para colocar a caixa na paleta. No que diz respeito às paletes (atividade 1), não existe rotação do tronco.

3. RESULTADOS

Os dados antropométricos da população portuguesa permitiram inferir que as alturas ideais para as atividades 1 e 2 seriam: para o nível mais alto de 1,302m e para o nível mais baixo 0,616m.

Relativamente à avaliação do risco de LMERT, e consequentemente à aplicação da equação NIOSH'91, apresentam-se os valores do peso limite recomendável (PLR) e respetivos índices de elevação (IE) para as duas atividades analisadas neste trabalho nas tabelas 1 e 2, respetivamente.

Tabela 1. Peso limite recomendado e índice de elevação para a atividade 1

Nº da paleta	PLR (kg)	IE
13	7,55	3,11
12	8,10	2,90
11	8,66	2,71
10	9,24	2,54
9	10,36	2,27
8	10,42	2,25
7	11,06	2,13
6	11,60	2,03
5	12,29	1,91
4	11,94	1,97
3	11,69	2,01
2	11,72	2,01

Tabela 2. Peso limite recomendado e índice de elevação para a atividade 2

Nº da caixa	PLR (Kg)	IE			
		1kg	2kg	10kg	11kg
1	5,52	0,27	1,34	2,67	4,01
2	6,10	0,24	1,21	2,42	3,63
3	7,58	0,19	0,97	1,95	2,92
4	7,91	0,19	0,93	1,87	2,80
5	6,88	0,21	1,07	2,14	3,22
6	6,91	0,26	1,29	2,58	3,87

4. DISCUSSÃO

Pela comparação dos valores calculados com os valores observados no posto de trabalho, verifica-se que apenas o nível mais alto observado da atividade 2, se encontra dentro dos limites que satisfazem 95% da população portuguesa masculina. Quanto à atividade 1, propõe-se que as paletes sejam colocadas numa plataforma a 0,486m, e que não se coloquem mais de 5 paletes empilhadas de forma que a sua altura não ultrapasse a altura do ombro. Relativamente à atividade 2, sugere-se a colocação da paleta numa plataforma com 0,466m de altura, e que não se empilhem mais de 4 caixas, para que a pega do último nível de caixas (que com a alteração do nível superior deixa de estar nos limites que satisfazem 95% da população masculina) não ultrapasse a altura de 1,302m.

Em função dos valores apresentados na tabela 1, para a atividade 1, verifica-se que o peso das paletes é bastante superior ao PLR o que resulta em situações de risco. Verifica-se que a 13ª paleta apresenta risco para a maioria dos trabalhadores e que as restantes apresentam risco para alguns trabalhadores.

Quanto aos valores da tabela 2, relativos à atividade 2, podemos inferir que em algumas situações o peso das caixas é inferior ao PLR resultando em ausência de risco

para os trabalhadores, e que em outras as cargas são superiores ao PLR. Posto isto, verifica-se existência de risco para alguns trabalhadores no movimento manual da 3ª e 4ª caixa de 2kg, de todas as caixas de 10kg e da 3ª e 4ª caixa de 15kg. Verifica-se, também, risco para a maioria dos trabalhadores no movimento manual da 1ª, 2ª, 5ª e 6ª caixa de 15kg. Nas restantes caixas, verifica-se que o movimento manual não comporta risco.

De forma a que as atividades analisadas se enquadrassem dentro dos limites impostos pela equação NIOSH, e consequentemente diminuir o risco de LMERT, sugere-se a utilização de um mecanismo hidráulico associado a um fosso, o que permitiria a diminuição da distância vertical e ainda colocar as paletes e as caixas à altura ideal de forma a satisfazer 95% da população masculina portuguesa. Uma outra solução quanto às caixas, passaria pela utilização de caixas mais pequenas, com menos carga, o que permitiria diminuir o risco. Outra estratégia de diminuir o risco passaria pela utilização de pegas de melhor qualidade nas caixas e, na impossibilidade de colocar algum tipo de pegas melhoradas nas paletes, optar-se-ia por serem dois trabalhadores, ao invés de um, a fazer a movimentação manual das mesmas. Por último, poder-se-ia reduzir a frequência das manipulações, implementando um sistema rotativo na empresa, isto é, cada trabalhador poderia ir rodando de posto de trabalho, de forma a que não permanecesse as 8h no posto de trabalho analisado, ou então fazendo mais pausas.

5. CONCLUSÕES

A realização deste estudo permitiu-nos perceber que estas atividades apresentam um risco de LMERT elevado em alguns momentos (13ª palete/caixas 11kg), como pudemos comprovar com os resultados obtidos. Posto isto, é imperativo implementar medidas de melhoria de forma a diminuir o risco de LMERT e consequentemente garantir a segurança dos operadores, tendo sempre em mente que o posto de trabalho adequado é a melhor forma de obter uma maior produtividade.

Como propostas de um estudo futuro, sugere-se a realização da avaliação do risco após aplicadas as alterações ao posto de trabalho, de forma a garantir que o risco de LMERT foi efetivamente diminuído, mediante as soluções sugeridas, ou outras apresentadas pelos trabalhadores numa filosofia de comunicação direta entre os operários e a administração da empresa.

6. REFERÊNCIAS

- Barroso, M. P., Arezes, P. M., da Costa, L. G., & Miguel, A. S. (2005). Anthropometric study of Portuguese workers. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 35(5), 401-410. doi:10.1016/j.ergon.2004.10.005
- Costa, G. L. & Azeres, P.M. (2005). *Ergonomia e antropometria: conceitos básicos e aplicação*. Guimarães: Escola de engenharia da Universidade do Minho.
- Costa, G. L. & Arezes, P.M. (2005). *Ergonomia e biomecânica: introdução à elevação manual de cargas*. Guimarães: Escola de engenharia da Universidade do Minho.
- Costa, G. L. T., & Barroso, M. P. (2008). *Introdução à Ergonomia e Abordagem Ergonómica de Sistemas*.

Guimarães: Grupo de Engenharia Humana do Departamento de Produção e Sistemas da Universidade do Minho.

- Estado Português. (1993). Decreto-Lei nº 330/93 de 25 de setembro. *Diário da República* nº 226 – I Série A. Prescrições mínima de segurança e de saúde respeitantes à movimentação manual de cargas.
- NIOSH, et al. (1994). *Applications manual for the revised Niosh lifting equation*. Ohio: Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health.
- NIOSH, et al. (2007). *Ergonomic Guidelines for Manual Material Handling*. Califórnia: Consultation Service, Research and Education Unit, Division of Occupational Safety and Health, California Department of Industrial Relations.
- Nunes, I. (2017). *Introduction to musculoskeletal disorders*. Lisboa: Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. Consultado a 24/11/2017, disponível em https://oshwiki.eu/wiki/Introduction_to_musculoskeletal_disorders
- Takala, J. (2007). *Lighten the load*. Magazine of the European Agency for Safety and Health at Work, 10.

The possible contribution of a well-tested Occupational Risk Assessment and Management technique to counter the recent unexpected rise in the work related accidents

Borchiellini, Romano; De Cillis, Elisabetta; Fargione, Paolo; Maida, Luisa; Nebbia, Rebecca, Patrucco, Mario;
POLITECNICO di Torino, Torino, Italy

ABSTRACT

“The resumption of fatalities in Italy: in 2017, the number of fatal accidents at work rises by 5.2% - an inverted trend after years of decrease”. This is the refrain in the Italian newspapers in the 2nd part of 2017, and confirms the data published by authoritative International and European agencies, in spite of some optimistic reports of the beginning of 2017. Under the newspaper head titles, a number of conjectures about the causes (some not even supported by representative statistical data), and complains on too meager investments in Prevention, unfortunately misinterpreted as purely financial efforts, always welcome but demonstrably inadequate to solve the problem. In our opinion, only a substantial enhancement of the Culture of Safety can help to realize that a correct Risk Assessment and Management involves a multidisciplinary approach, founded on technical and technological feasibility studies considering the development in scientific and technical knowledge. The paper refers to a well-tested approach, consistent with the Occupational Safety and Health - OS&H Standards, and points out how the absence of a rigorous analysis of the whole aspects characterizing a project may lead to negative implications of the OS&H. Some considerations on the “simplification of the analysis”, typical of some widely used qualitative approaches, highlight the consequent shortcomings, and the deriving over/underestimation of the risks. Finally, we exemplify the misleading results of unsubstantiated forecasting of statistical trends, and discuss a real case history: the in depth unbiased investigation of a fatal accident made possible to identify the Root Causes, and the implementation of the proposed Risk Assessment and Management approach brought into evidence the disregarded prevention measures.

KEYWORDS: Occupational Safety and Health, Risk Analysis, Risk evaluation, Quality Management, Culture of Safety

1. INTRODUCTION

Since the early 70's the work related injury rates have not significantly changed, and the consequences of the underestimation of the criticality of overexposure conditions in the workplace to chemical and carcinogenic pollutants are today dramatically manifest. We can ascribe this scenario to the technological context always perfectible notwithstanding the important progress of OS&H, to the changed socio-economic climate, to the undeniable difficulties in implementing of preventive measures in constantly changing conditions, etc. However, more than 40 years of study on OS&H confirm the widespread incapability to adapt to the spirit of a thorough OS&H approach as the primary cause of the failure: too often, it is necessary to accept *a-posteriori* the consequences of improvised approaches to prevention, i.e. the insufficient dissemination of a Culture of Safety (De Cillis et al., 2017).

Still, a new interest in how to reconcile the performances of a project in an OS&H perspective is rising among bright technicians.

2. TECHNICAL AND ECONOMIC VS OS&H ASPECTS

The decision-making process leading to a project definition often involves the discussion of a number of technical/technological alternatives. In spite of the fundamentals of OS&H (see Tab.1), the selection of the Modus Operandi - M.O. - is even today sometimes based solely on technical efficiency and economic evaluations

(see Tab.2), neglecting the Risk Assessment - R.A. - phase.

Tab.1: cornerstones of the 89/391/EEC Directive

<p>Preamble</p> <p>...whereas the improvement of workers' safety, hygiene and health at work is an objective which should not be subordinated to economic considerations¹;</p> <p>whereas employers shall be obliged to keep themselves informed of the latest advances in technology and scientific findings concerning work-place design, account being taken of the inherent dangers in their undertaking, and to inform accordingly the workers' representatives exercising participation rights under this Directive, so as to be able to guarantee a better level of protection of workers' OS&H; ...</p> <p>General obligations on employers in the choice of the workers' OS&H protection measures</p> <p>the choice should take into account the <i>technical progress</i> and the development of a <i>coherent overall prevention policy covering technology, organization of work, working conditions, social relationships and the influence of factors related to the working environment.</i></p>
--

Apart from the OS&H implications, this approach causes poor quality of the output, and the expected economic advantage is fictitious in the long run (Borchiellini et al., 2016).

¹ In Italy criminal charges in case of non-compliance to neglect these principles also involves a criminal offense (Penal Code issued in 1930, Art. 437)

Tab.2: Cost based approach (data hypothesized as an example) for the selection among the feasible techniques and technologies: the choice falls on the least expensive M.O.

feasible M.O.	€ vs production (NO preliminary R.A.)
M.O.1	40 cheapest M.O.
M.O.2	120
M.O.3	200

An approach of proved effectiveness in different NACE sectors (Borchiellini, et al., 2015) was introduced since 1994 (see Tab.3). The approach became official reference of some Agencies (Faina et al., 1997).

Tab.3: Risk Assessment approved by SCHMOEI EC Commission

<p>A - from the usual definition: $RISK = consequence\ of\ the\ event\ M \times expected\ frequency\ of\ occurrence\ of\ the\ deviation\ P$ for industrial activities not covered by the EC 2012/18/UE Directive (more than 90%), we can write: $M = PD \cdot FC \cdot n$</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ PD: the worst credible event's consequence; ✓ FC: exposure of each worker to each Hazard Factor; ✓ n: number of workers; <p>then $RISK = PD \cdot FC \cdot P \cdot n$</p>
<p>B - a numerical risk evaluation unbiased by subjective estimation can be reached, evaluating:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ PD in lost days through frequency/severity rates statistics and disability indexes; ✓ FC as % of the work shift involving the exposure to a Hazard Factor; ✓ P in coherence with the quoted cornerstones of OS&H regulations (Tab.1). <p>This directly leads to the introduction of the <i>expected frequency of occurrence level PR</i>:</p> $PR = \frac{\text{expected frequency of occurrence of the event (present situation)}}{\text{minimum expected frequency of occurrence in compliance to up to date safety standards}} \begin{matrix} \leq 1 \text{ correct result;} \\ > 1 \text{ unacceptable result} \end{matrix}$

In this context is clear that Quality also should be taken into account, in terms of both operations management, and response to the expected requirements and performances.

3. RESULTS

We can then rewrite Tab.2 in its correct form (Tab.4). This implies the following steps:

Step 1: comparative analysis on the feasible options, to identify the one entailing the Minimum Risk – M.R. - technically achievable with present-day techniques and technologies (the reasonable fault scenarios taken into account);

Step 2: additional prevention measures -if any- should be defined for the alternative solutions, to ensure they also reach M.R., and the cost estimated;

Step 3: economic decisions will be applied to the results, leading to the cheapest M.O. ensuring the safest operating conditions - M.R.

Tab.4: Selection of techniques and technologies: cost and Residual Risk based approach

feasible M.O.	cost (no R.A.)	Risk	Can M.R. be achieved?	cost to R.M.	cost vs prod.
M.O.1	40	600	NO: $PR > 1$	---	---
M.O.2	120	800	Y	50	170
M.O.3	200	350 M.R.	Y	---	200

4. DISCUSSION

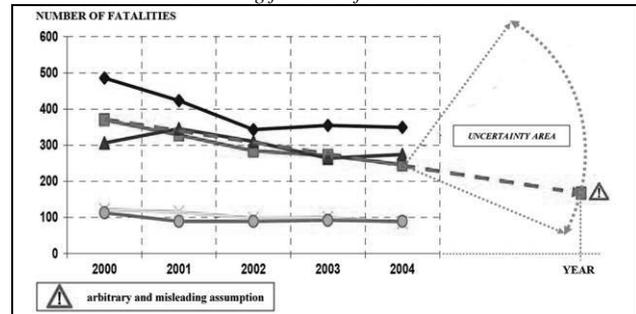
4.1. general criteria leading to a correct system design

We could then conclude that a project is based on a correct Risk Assessment approach if it includes - through clear documentation - the proof of the attainment of M.R. in relation to the latest advances in technology and scientific findings, i.e. that $PR \leq 1$.

However, things often go differently. The blame must fall on “simplification”, which should be recommended in bureaucracy of OS&H, but misunderstanding often occurs on the term, with serious consequences of:

- ✓ *Excess of optimism*: arbitrary guess from statistics, lead to incorrect forecasting of expectable accident rates (see Tab.5), and unsubstantiated audits scheduling;

Tab.5: misleading forecast of statistical trends



possible sets of errors due to:

- ✓ reduced statistical basis (region or even province, disregarding the local industrial situation);
 - ✓ insufficient analysis of boundary data (e.g. economic situation);
 - ✓ uncritical use of yearly data, sensitive to exceptional events, instead of packaged values.
- ✓ *Subjectivity*: from the use of qualitative or subjective approaches, typically within risk matrices (see e.g. Tab. 6):

Tab.6: The most obvious flaws of a widely used qualitative approach

P R O B A B I L I T Y	FREQUENT	4	8	12	16
	PROBABLE	3	6	9	12
	REMOTE	2	4	6	8
	IMPROBABLE	1	2	3	4
		NEGLECTIBLE	MARGINAL	CRITICAL	CATASTROPHIC
		SEVERITY			

- the analysis' quality depends on the representativeness of the input data: if the data are not reliable (or are subjective) the result is arbitrary, as typical in the common (but no less strange and formally incorrect) assessment of P;
- the severity estimate PD even disregards the preliminary analysis of the General Support Services² - GSS: hence we cannot use the Worst Credible Case³ - WCC - as reference;
- FC is not considered (i.e. a 100% value is assumed): over/underestimation of risks affects the whole analysis;
- neglecting the number of workers exposed to the Hazard Factor entails an incorrect Risk Assessment.

✓ *Incompleteness*: general purpose check lists on a limited number of typical Hazard Factors, leading to neglect the provisions of target and definitions of 89/391/EEC Directive, or computer models leading to unacceptable underestimates of the safety issues.

4.2. consequences of a PR > 1 situation: a real case history involving a fatal accident

In a steel mill, a work-related fatality occurred after a modification of the gearbox (Fig.1) was implemented to improve the performances of a manually operated overhead crane handling 160 t ladles. Due to excessive descent velocity, the ladle interfered with an obstacle, tipped and spilled approx. 100 t of molten steel (Fig.2). The consequent thermal wave and steel droplets explosion caused impressive consequences and fatal burns to a worker operating in the area.



Fig 1: spillage area

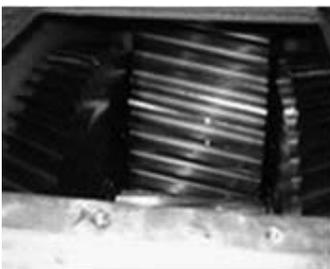


Fig 2: gear speed changer

Hence, the following considerations, drawn from the results achieved as technicians appointed within a Prosecutor investigation:

a. the situation was not coherent with OS&H general regulation (89/391 EEC Directive), this involving $PR > 1$, due to the lack of Risk analysis revision after technical modifications;

b. according to the discussed Risk Assessment and Management approach, to ensure $PR \leq 1$ it would have been necessary to implement appropriate technical solutions to prevent the event, such as automatic positioning systems already available at that time (in addition, the use of a machine modified to enhance the performances is subject to the EC marking procedure (see 89/392/EEC, now 06/42/CE, and type C Standards)).

5. CONCLUSIONS

In the Authors' opinion, there is no lack of tools to effectively set up activities in full compliance with the principia of both European OS&H Directives, and good systems efficiency, based on optimized systems design and management. Also the often demanding task of projects quality review can result simplified where the PR is adopted: if a structured introductory documentation, based e.g. on Fault Tree Analyses, is available, but the conclusions appear somehow not patently related, the evaluator should deduce or ask for detailed explanations on the intermediate steps of the analysis, to verify that the above mentioned causes of imprecision - Incompleteness, Subjectivity and Excess of optimism - did not affect the result.

The suggested approach can contribute to identify and criticize the misleading results in poor Occupational Risk Assessment and Management procedures, and to the diffusion of the Culture of Safety, both in the design and in the audit phases.

6. REFERENCES

- Borchiellini, R., De Cillis, E., Maida, L., Patrucco, M., Pira, E. (2015). Occupational S&H in the case of large public facilities: a specially designed and well- tested approach. *Chemical Engineering Transactions*, 43, 2155-2160, DOI: 10.3303/CET1543360.
- Borchiellini, R., De Cillis, E., Fargione, P., Patrucco, M. (2016). Occupational Risk Assessment & Management: easier said, than done. The importance of the Culture of Safety. *SHO 2016 - The Occupational Safety and Hygiene Symposium*, (pp. 43-45), Guimarães, Portugal.
- De Cillis, E., Fargione, P., Maida, L., Patrucco, M. (2017). The dissemination of the Culture of safety: innovative experiences from important infrastructures and construction sites. *Geam*, 151, 118-127.
- European Economic Community (1989) Directive 89/391/EEC on the introduction of measures to encourage improvements in the safety and health of workers at work. Luxembourg
- European Parliament and Council (2006) Directive 2006/42/CE on machinery, and amending Directive 95/16/EC (recast). Strasbourg
- Faina, L., Patrucco, M., Savoca, D. (1997). Guidelines for risk assessment in Italian mines, Doc. 5619/96 EN (1996), 47-71 and 5619/1/96 EN (1997), 46-71 - S.H.C.M.O.E.I. Luxembourg.

² GSS represent the technical and organizational answer to criticalities according to general and specific regulations.

³ The WCC is the most severe accident considered plausible or reasonably believable.

A Relevância da Perceção e da Mitigação do Risco de Inundação - Estudo de caso

The Importance of Perception and Mitigation in Flood Risk – A Case Study

Gomes, Sílvia ^a; Oliveira, Paulo ^a

^a CIICESI - ESTG - Politécnico do Porto, Porto, Portugal

ABSTRACT

The city of Amarante has been hit by several episodes of flooding given its morphological characteristics, as it is situated in a depression area, influenced by its location and by the passage of the Tâmega River by the historic center, making it hard to mitigate the damages arising from these episodes. The main objective of this work is to evaluate how the habitants and shopkeepers in the city center of Amarante perceive and mitigate the risk of floods. Also, it tries to understand the way they report the flood episodes that they regularly face and how they mitigate them or will mitigate in the future. This work aims to promote the implementation of measures/support projects that may reduce or minimize the losses and develop proposals to tackle the floods in the susceptible areas in the city of Amarante. The methodology consisted in collecting information through properly structured questionnaire to the effect, with pre-test, composed of structured and unstructured questions and subsequent treatment using the SPSS (Statistical Package for the Social Sciences). This work was based on several documents, listed in the references, related to the topic of the study and in the identification of the main problems experienced by the population with regard to floods. Furthermore, and based on the results of the surveys, it was intended to create a manual of good practices as information and training tool and prevention, and a group of volunteers to assist the shopkeepers/habitants on flood prevention (removal of furniture/products/and others).

KEYWORDS: Tâmega River, Amarante, Urban Floods, Perception flooding, Flood Mitigation

1. INTRODUÇÃO

As cheias e inundações devido à sua crescente ocorrência são um problema a nível mundial. Torna-se essencial analisar as suas causas e propor medidas mitigadoras para as suas consequências.

A Europa tem vindo a tomar consciência da problemática das cheias e inundações e elaborou um conjunto de diretrizes que visam minimizar os correspondentes efeitos adversos. Neste âmbito foi criada a Diretiva 2007/60/CE, de 23 de outubro de 2007, que tem por objetivo estabelecer um quadro para a avaliação e gestão dos riscos associados às inundações na Comunidade prejudiciais para a saúde humana, ambiente, património cultural e para as atividades económicas.

Portugal, ao longo da sua história, sofreu efeitos assoladores provocados pelas grandes cheias e inundações, com maior frequência de cheias rápidas, devido às características das precipitações que se têm vindo a desencadear (Côrrea, 2013).

Amarante não tem sido exceção e desde que há registos, século XVII, esta cidade tem sido fustigada por grandes cheias nomeadamente, pelas cheias ocorridas no século XX (1909, 1939 e 1962) e século XXI (2001). São várias as possíveis causas que levam ao aparecimento das inundações em Amarante, destacando-se entre elas as seguintes:

- Os invernos muito pluviosos, a intensidade da precipitação aliada à saturação dos terrenos e dos reservatórios subterrâneos naturais, que dificulta a infiltração favorecendo o escoamento (Gomes & Costa, 2004).

- As variáveis permanentes tais como as características geomorfológicas da bacia do rio Tâmega e as condições locais de escoamento fluvial, que são propícias à rápida subida das águas do rio e na sua passagem por Amarante,

os pilares da ponte de S. Gonçalo e da Ponte Nova que resultam em significativos estrangulamentos da secção de vazão do rio nos picos de cheia, a ocupação urbana ao longo das zonas adjacentes, particularmente visíveis, na margem esquerda do rio (Costa F. S., 2009a).

- As curvaturas pronunciadas do rio imediatamente a montante, originadas por razões tectónicas, bem como a ocupação do leito pela extensa ínsua dos Frades e a Praia do Areal (Costa F. S., 2009b).

Importa reduzir os prejuízos causados pelas cheias quer através de medidas que podem traduzir-se em modificações físicas no leito e nas margens ou até outro tipo de intervenções que visem a regularização do caudal do rio, a reparação das perdas e indemnização dos sinistros, o controlo das cheias, os avisos, a evacuação e a gestão das zonas inundáveis (Gomes & Costa, 2004).

O aviso às populações e o alerta aos meios de socorro, são particularmente importantes em situação de precipitações intensas localizadas (pequenas bacias ou bacias urbanas), nos quais o tempo para aviso às populações e para intervenção é extremamente curto, quando mesmo impossível” (Carvalho, 2009).

Deste modo, o presente trabalho teve como principal objetivo avaliar a perceção e a mitigação do risco de inundação por parte dos habitantes/ comerciantes das zonas ribeirinhas, no centro da cidade de Amarante. De forma a tentar-se compreender como estes relevam os episódios de cheia com que se debatem frequentemente e de que forma os mitigam ou poderão mitigar no futuro. Pretende-se também com este trabalho promover a implementação de medidas/ projetos de apoio que possam reduzir ou minimizar os prejuízos e desenvolver/ concretizar propostas para fazer face às inundações nas zonas de cheia na cidade de Amarante.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização do presente estudo, a metodologia de trabalho utilizada consistiu, numa primeira fase, na pesquisa de diversos documentos técnico-científicos e legais, por forma a tentar-se perceber melhor os conhecimentos e necessidades nesta área temática. A segunda fase teve enfoque na recolha de informação através de questionário adequadamente estruturado para o efeito, com pré-teste, composto por perguntas estruturadas e não estruturadas. O pré-teste teve essencialmente a colaboração de elementos com larga experiência, pertencentes aos Serviços Municipais de Proteção Civil e Corporações de Bombeiros Voluntários e Profissionais. Das entidades às quais o questionário foi enviado (26 na totalidade) só 10 responderam, o que se traduz numa percentagem de 38,5% de respostas, muito acima da meta inicialmente prevista, entre 15 a 20%, como validação satisfatória do pré-teste. Após receção das contribuições, o inquérito foi alterado/ajustado de acordo com as sugestões recebidas, foi validado e, por último, aplicado para recolha de dados. A amostra selecionada foi de 53 indivíduos, a qual foi calculada tendo em conta a população total considerada afetada pelas inundações (68), nível de confiança 95% e nível de precisão de 5%. O inquérito foi aplicado aos indivíduos localizados nas ruas mais próximas da margem (Rua 31 de Janeiro e Av. Beira Rio) e a alguns indivíduos localizados em zonas mais afastadas da margem (Largo Conselheiro António Cândido) dentro da área considerada inundada. A percentagem de respostas por parte da amostra foi de 84% (45 inquéritos). Os indivíduos são na sua maioria do sexo masculino, com um valor médio de 46,3 anos, 63% são trabalhadores na área estudada, mais de 50% possui ensino secundário/ensino superior, 73% são residentes há 16 ou mais anos e 59% são trabalhadores na área há 16 ou mais anos. O inquérito foi entregue em mão e posteriormente recolhido. Numa terceira fase, procedeu-se ao tratamento dos dados recolhidos com recurso ao programa informático SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) para se tentar obter a validação e correlação estatística destes, tendo por base os objetivos previamente definidos.

Finalmente, numa quarta fase do estudo e com base nos resultados obtidos, criou-se um Manual de Boas Práticas (MBP) para ser usado como instrumento de informação/ formação e prevenção do risco de inundação das zonas afetadas e também se propôs a criação de um grupo de voluntários para auxiliar os comerciantes/habitantes na prevenção contra as inundações (remoção de mobiliário/ produtos / e outros).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Da análise às respostas ao inquérito foram retiradas algumas constatações que permitiram a concretização dos objetivos propostos, tendo-se obtido os resultados e discussão abaixo referidos.

Dos 45 inquiridos, 72% já foi afetado pelas cheias. As cheias que se encontram mais presentes na memória desta população ribeirinha são a cheia de março de 2001 e a

cheia de janeiro de 2016, por terem sido as que lhes causaram maiores prejuízos.

No que diz respeito a esta temática, 79% dos inquiridos têm sofrido prejuízos com as inundações, dos quais 21% referem que já tiveram prejuízos calculados entre os 5000 e os 15000 Euros. Em virtude da área em estudo ser considerada de risco elevado, as Companhias de Seguros excluía das apólices este fenómeno natural, existindo 46% da população inquirida sem seguro contra inundações. Apesar de existirem subsídios e linhas de crédito com o objetivo de minimizar os danos ocorridos, 77% dos inquiridos não recorreu a nenhum destes apoios.

Da amostra em estudo, 54% classifica a exposição ao risco de cheia como elevada. Os restantes 46% embora se encontrem na área considerada de risco é necessário que o nível das águas suba a um nível muito significativo (superior a 6,5 metros, tendo em conta a escala hidrométrica existente na margem direita do rio) para que sejam atingidos.

Constata-se que a amostra em estudo encontra-se sensibilizada para as questões relacionadas com a prevenção, pondo em prática já algumas medidas que os ajudam a mitigar o risco, nomeadamente remoção de todos os produtos da loja/habitação; elevação dos móveis e produtos para zonas mais altas; deixar de usar a cave; improvisação de barreiras e bombeamento da água do interior das caves/lojas.

Na sua maioria, a população mostra confiança nos agentes de proteção civil.

As suas principais preocupações acerca de futuras inundações são: a construção da barragem de Fridão; a incapacidade de resposta atendendo ao tipo de ocorrência (cheia) e a localização da loja; o alerta não ser dado de forma atempada; a existência de danos em bens e prejuízo nos negócios e infraestruturas; mudar o negócio para outra zona e que as cheias sejam mais graves que as anteriores.

Apesar de toda esta consciência do risco de inundação a população tem um sentimento de pertença ao local onde vive/trabalha. Da amostra, 74% responde que não estaria disposto a mudar-se para uma área menos exposta ao risco de cheia.

Os respondentes foram divididos em três subamostras: só residentes; só comerciantes e residentes/comerciantes. De uma forma geral, e após análise das respostas obtidas, os residentes e os residentes/ comerciantes têm uma maior perceção do risco de inundação do que os comerciantes (só trabalhadores) e que os trabalhadores são os que têm uma maior noção sobre as medidas que o Município pode implementar para mitigar as inundações e também maior preocupação no que diz respeito a futuras inundações.

Embora na amostra em estudo, 52% dos inquiridos respondesse que lhe é prestado auxílio na remoção dos bens do interior da loja/habitação, 39% responde negativamente. No seguimento dos resultados obtidos, foi proposto ao Chefe do Agrupamento de Escuteiros 448 de Amarante, a criação, dentro do Agrupamento, de um grupo de voluntários para auxílio dos comerciantes/habitantes na prevenção contra as

inundações. Em termos operacionais, a disponibilização deste grupo, será sempre articulada entre o Comando Operacional Municipal/ Serviço Municipal Proteção Civil e o Chefe dos Escuteiros. Competindo ao primeiro, a comunicação de acionamento, bem como a prestação da informação operacional/logística.

Foi também desenvolvido um Manual de Boas Práticas (MBP) com o objetivo de sensibilizar, alertar e transmitir aos habitantes/comerciantes as medidas de prevenção a terem em conta face às inundações.

Por fim e face aos resultados obtidos, pode-se constatar que em geral o nível de consciencialização para o risco de inundação da população que faz parte da amostra de estudo é elevado.

4. CONCLUSÕES

Tendo em conta os resultados apresentados é possível concluir que os objetivos propostos foram alcançados.

Pode-se concluir também que a amostra em estudo encontra-se sensibilizada para questões ligadas com a prevenção. Na sua maioria, tem consciência do seu nível de exposição ao risco de cheias e demonstram confiança nos agentes de proteção civil.

Após o trabalho no terreno constatou-se que parte das necessidades detetadas e referidas pelos comerciantes/habitantes da zona ribeirinha estão a ser, colmatadas quer com as ações/medidas que se encontram em implementação (ex. a instalação de sensores de níveis de água), quer com as que se encontram em vias de se implementar pelo Município, e que incorporarão (algumas delas), o conhecimento do MBP, bem como contarão com a ação do Grupo de Voluntários (que foi proposto), nomeadamente no que respeita ao futuro Plano Prévio de Intervenção (ação a integrar) e com a possibilidade de uma subscrição de uma apólice de seguro para fazer face aos prejuízos causados pela subida dos níveis da água.

No âmbito do estudo, propõe-se a limpeza e manutenção da rede de drenagem de águas pluviais (limpeza de sarjetas, sumidouros, ramais e coletores da rede de drenagem); e reflorestação das áreas onde há maior risco de arrastamento de sedimentos e manter a vegetação das encostas, para que esta sustenha as águas da chuva.

Por fim, pode-se concluir que com o presente trabalho, sensibilizou-se os principais interlocutores, admitindo que a partir daqui a população da zona em estudo seja avisada das inundações de forma atempada; que tenha consciência das responsabilidades / competências dos diferentes agentes e parceiros de proteção civil; e que seja auxiliada aquando da remoção dos bens do interior das lojas. Isto proporcionará melhores níveis de segurança.

Este será um trabalho que exigirá atualização constante em função das decisões que forem sendo tomadas e da evolução dos fatores e condições existentes.

5. REFERÊNCIAS

Carvalho, L. (2009). "A importância do Rio na Cidade. Análise do risco de inundação no perímetro urbano da Cidade de

Leiria". Lisboa, Portugal: Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.

Costa, F. S. (2009a). "As grandes cheias de Amarante: fatalidade, aleatoriedade e incerteza". II Congresso Histórico de Amarante, pp.123-139. Amarante, Porto, Portugal: Câmara Municipal de Amarante.

Costa, F. S. (2009b). "O risco de inundação na cidade de Amarante (Norte de Portugal): contributo metodológico para o seu estudo". Revista Territorium n.º 16, 99-111)

Côrrea, M. (2013). "Contribuição para Avaliação e Gestão. Caso de estudo: Bacia Hidrográfica do Rio Nabão". Lisboa, Lisboa, Portugal: Dissertação. Universidade Nova de Lisboa.

Gomes, S., & Costa, F. (2004). "As cheias urbanas em Amarante. O caso da cheia do Rio Tâmega em 2001". 7.º Congresso da Água, 8/12 de março de 2004. Lisboa, Portugal.

Diretiva 2007/60/CE, de 23 de outubro. Avaliação e Gestão dos Riscos de Inundação. Parlamento Europeu e Conselho.

Gerenciamento de não conformidades em uma fábrica de produtos de policarbonato no Brasil

Nonconformity assessment at a polycarbonate products factory in Brazil

Faustino, Bruna. C. R^a; Esteves, Victor Paulo. P^a; Morgado, Cláudia. R.V.^a; Da Nóbrega, Justino. S.W.^{a,b}.

^a Departamento de Pós Graduação de Engenharia de Segurança do Trabalho. Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Rio de Janeiro. Brasil

^b Departamento de Engenharia de Produção e Departamento de Engenharia Civil. Universidade Veiga de Almeida. Rio de Janeiro. Brasil

ABSTRACT

Accidents at work and occupational diseases are undesirable and burden the country and companies. Strategic management can contribute to a reduction of these accidents. The focus of this article is to present assessment methods of nonconformities based on the Brazilian legislation in a polycarbonate products factory. The work used a methodology based on: hazard relevance matrix; Brazilian regulatory standards (NR) checklist; photographic records; documentation analysis; Pareto principle and 5W2H tool. As a result of the methodologies applied 454 nonconformities was identified. Of this total, 33% comes from machinery and equipment (NR12), followed by work at heights (NR35) with 14% and Electricity (NR10) with 13%. The identification of the main problems allowed a better strategic management, in the short and long term, to improve the decision making in the planning of investments in Health and Safety at Work. As a result, companies could reduce the number of occupational accidents and diseases, in a beneficial and effective way and without cost. Moreover, it could contribute to a better workplace for the workers.

KEYWORDS: Strategic assessment; Nonconformity; Regulatory standards

1. INTRODUÇÃO

A produção industrial apresenta grandes riscos de acidentes para os trabalhadores. De acordo com o Anuário Estatístico da Previdência Social, ocorreram no Brasil em 2015 aproximadamente 612,6 mil acidentes do trabalho, sendo 41,09% correspondente à indústria. Os ferimentos e fraturas ao nível do punho e da mão, assim como o traumatismo superficial do punho e da mão somados representam 20,75% do total (BRASIL, 2015). Estes dados revelam que muitos desses acidentes podem estar associados a máquinas e equipamentos, os quais precisam de maior atenção nas empresas. Na legislação brasileira existem atualmente 36 Normas Regulamentadoras (NR) que são constantemente atualizadas. Essas normas foram criadas pela Portaria Nº 3.214 a partir de 1978 para orientar as empresas no cumprimento das normas de Saúde e Segurança no Trabalho. As NR aplicáveis à empresa em estudo são dispostas na tabela 1.

Tabela 1: Normas Regulamentadoras aplicáveis

NR 01 - Disposições Gerais	NR 13 - Vasos de Pressão e Caldeira
NR 02 - Inspeção Prévia	NR 14 - Fornos
NR 03 - Embargo e Interdição	NR 15 - Atividades e Operações Insalubres
NR 04 - Serviços Espec. em Eng. de Seg. e em Med. do Trabalho	NR 16 - Atividades e Operações Perigosas
NR 05 - Comissão Interna de Prevenção de Acidentes	NR 17 - Ergonomia
NR 06 - Equipamentos de Proteção Individual (EPI)	NR 23 - Proteção Contra Incêndios
NR 07 - Programas de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO)	NR 24 - Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho
NR 08 Edificações	NR 25 Resíduos Industriais
NR 09 - Programas de Prevenção de Riscos Ambientais	NR 26 - Sinalização de Segurança
NR 10 - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade	NR 28 - Fiscalização e Penalidades
NR 11 - Transporte, Moviment., Armaz. e Manuseio de Materiais	NR 35 - Trabalho em Altura
NR 12 - Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos	

Fonte: Faustino, 2017

De acordo com Haddad et al., (2008), muitos empresários necessitam de garantias de efetividade das quantias investidas em Saúde e Segurança no trabalho, todavia esse investimento não é tão explícito ou perceptível. Além disso, a falta de gerenciamento dos perigos e riscos penaliza as empresas e o país com aumento nos índices de acidentes e óbitos, custos inesperados para as empresas, perda de produtividade, desconfiança dos funcionários e do mercado, o que pode comprometer até mesmo a saúde financeira da empresa. Desse modo, o gerenciamento das não conformidades proporciona melhores condições de trabalho, identifica pontos de melhoria e planejamento estratégico das ações

necessárias para adequação e cumprimento das leis brasileiras.

1.1 Objetivo

Este artigo tem como objetivo apresentar métodos para gerenciamento de não conformidades, baseado na legislação brasileira, em uma fábrica de produtos de policarbonato no Brasil. A aplicação dessa sequência metodológica possibilita às empresas a identificação de não conformidades, gerenciamento e planejamento estratégico dos principais perigos e riscos.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Realizaram-se na fábrica de produtos de policarbonato inspeções preliminares para levantamento de informações relacionadas ao processo de produção, principais perigos e riscos, estatística de acidentes e doenças do trabalho.

A partir dos dados coletados, desenvolveu-se uma matriz de relevância de risco para priorização dos setores que deveriam ser analisados inicialmente. Pesos foram atribuídos aos agentes de riscos ocupacionais de acordo com o setor e os agentes de exposição conforme metodologia desenvolvida por Haddad et al., (2008). Realizaram-se inspeções utilizando-se listas de verificações (*check list*) das 23 Normas Regulamentadoras (NR) aplicáveis à empresa, registros fotográficos, entrevistas não estruturadas e análise documental para comparação com a NR, e identificações dos itens em não conformidade incongruentes à legislação.

Para priorização das não conformidades utilizou-se o Princípio de Pareto, criado por Vilfredo Pareto, que estabelece que, 80% das consequências são produzidas por 20% das causas (Dunford et al., 2014). Por fim, um plano de ação foi criado baseado na ferramenta 5W2H, que busca respostas às perguntas exibidas na tabela 2. Entretanto, o questionamento “*How much*” não será abordado, sendo utilizada a ferramenta como 5W1H.

Tabela 2: Ferramenta 5W2H

5W	What	O Que?
	Who	Quem?
	Where	Onde?
	When	Quando?
	Why	Por Quê?
2H	How	Como?
	How much	Quanto custa?

Fonte: Meira, 2003

3. RESULTADOS

A partir da matriz de risco (Tabela 3) constatou-se que o setor de extrusão apresentava um maior risco.

Tabela 3: Matriz de Relevância de Riscos

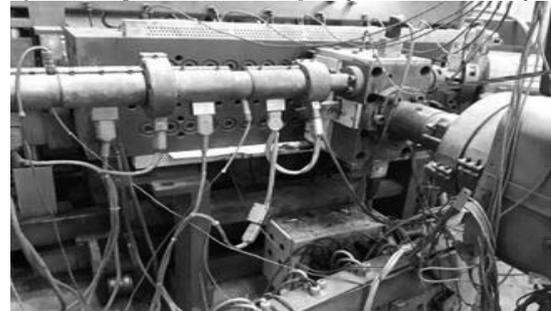
Setor	NF Func.	Químicos		Físicos		Biológicos		Ergonômicos				Mecânicos/Acidentes				FS	%									
		Poeira	Fumos/Metálicos	Sustâncias tóxicas	Ruído	Vibração	Calor	Proteções e Bactérias	Trabalho em turnos	Elevado fuso interno	Manutenção e reparabilidade inadequada	Lubrificação inadequada	Arranjo físico inadequado	Contos	Arranjo físico inadequado			Manutenção inadequada	Eleticidade	Ferramentas inadequadas	Arranjos inadequados	Arranjos inadequados	Comunicação			
Alimentação das máquinas	1	3	0	3	3	0	9	3	0	1	0	0	3	0	9	9	9	9	3	3	3	3	0	3	76	8%
Extrusão	8	0	0	2	3	0	0	0	0	1	3	3	9	9	9	9	9	3	1	3	1	0	0	0	446	48%
Espedido	1	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	3	9	3	3	3	0	1	0	1	9	0	0	36	4%
Manutenção mecânica	2	0	3	3	3	3	3	0	0	3	0	1	3	1	3	9	3	3	3	9	1	0	3	132	13%	
Manutenção elétrica	2	0	0	0	3	0	3	0	0	3	0	1	3	1	3	9	9	9	9	3	9	1	0	3	138	14%
Laboratório	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	3	3	0	1	0	1	1	0	0	15	1%
Gerenciamento da produção	1	0	0	1	3	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	3	3	0	1	0	1	1	0	0	19	2%
Serviços Gerais	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	8	1%
Serviços Gerais Interno	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	13	1%	
ADM	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	88	9%
It	4	6	29	39	6	78	3	2	26	18	47	64	68	90	109	118	45	50	34	70	34	1	70	1011	100%	
%		(0%)	(1%)	(3%)	(4%)	(1%)	(8%)	(0%)	(0%)	(3%)	(2%)	(5%)	(6%)	(7%)	(9%)	(12%)	(4%)	(5%)	(3%)	(7%)	(3%)	(0%)	(7%)			

Fonte: Faustino, 2017

O setor de extrusão apresenta frequência de exposição dos agentes de risco no setor (fs) equivalente a 48%, seguido de manutenção elétrica e mecânica, com (fs) correspondente a 14 % e 13% respectivamente. Já as máquinas sem proteção foi o principal agente de risco com potencial de causar acidentes na empresa, com frequência de exposição ao agente de risco (fH) equivalente à 12%, seguido de arranjo físico inadequado com (fH) 11%.

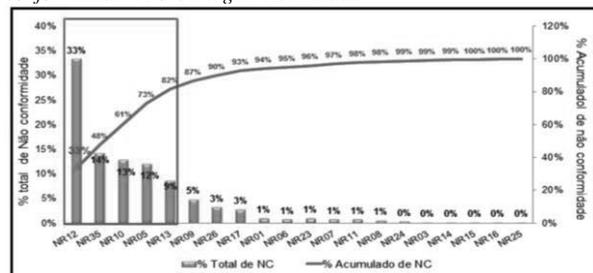
As principais não conformidades identificadas com relação às máquinas e equipamentos (NR12) foram: Fiações expostas, cabos de máquinas obstruindo a via de circulação, falta de delimitação entre equipamentos, inexistência de análise de risco para as atividades e equipamentos, falta de proteções fixas e móveis nas zonas de perigo das máquinas extrusoras (Figura 1). A não utilização do Equipamento de Proteção Individual (EPI) foi uma não conformidade presente em praticamente todos os setores.

Figura 1: Máquina extrusora sem proteção coletiva no cabeçote



Fonte: Faustino, 2017

Figura 2: Diagrama de Pareto- Porcentagem total de não conformidade x Porcentagem Acumulada



Fonte: Faustino, 2017

Através das listas de verificação realizadas nas NR pertinentes que foram analisadas, ítem a ítem, identificaram-se 446 não conformidades. Deste total, 33%

são decorrentes de máquinas e equipamentos (NR12), seguidas do trabalho em altura pela (NR35) com 14% e Eletricidade pela (NR10) com 13%.

O Diagrama de Pareto (Figura 2) mostra que as NR a serem priorizadas são: NR12, NR35, NR10, NR05 e NR13 que juntas correspondem em torno de 80 % das não conformidades a serem solucionadas, o que corrobora com a matriz de risco elaborada. A figura 2 apresenta os dados supracitados.

Por fim, desenvolveu-se o plano de ação utilizando a ferramenta como 5W1H que apresenta recomendações e

sugestões para a resolução das não conformidades identificadas durante o levantamento, sendo estas de resolução imediata, curto (até 3 meses), médio (entre 3 a 12 meses) e longo prazo (12 a 24 meses). A maioria das não conformidades identificadas foi de resolução a curto prazo, o que onera os custos de Saúde e Segurança devido a falta de planejamento estratégico no ambiente laboral de forma inesperada para a empresa.

A Tabela 4 evidencia o plano de ação proposto para a fábrica de produtos de policarbonato.

Tabela 4: Parte do plano de ação para as não conformidades identificadas – 5W1H

NR	Item NR	O que (What)	Como (How)	Por que (Why)	Onde (Where)	Quando (When)	Quem (Who)
NR12	(12.39 a, b e c)	Falta de Análise de Risco das máquinas.	Fazer análise de risco das máquinas.	Para mapear os riscos existentes nas máquinas.	Galpão Máquinas	Curto prazo	Diretória SST
	12.39 d	Os sistemas das máquinas podem ser burlados.	Colocar dispositivo de proteção e intertravamento.	Para proteção dos trabalhadores quanto a movimentos involuntários.		Médio prazo	Diretoria/ Gerente de produção Manutenção
	12.39 f	Falta de botão de emergência em uma extrusora e em uma granuladora.	Adaptar um botão de emergência nas máquinas.	Não é possível realizar a parada imediata do equipamento.		Imediata	
	12.44	Inexistência de proteção na zona de perigo do cabeçote da extrusora.	Colocar proteção móvel no cabeçote da extrusora.	Impedir queimaduras nos braços dos operadores		Curto prazo	

Fonte: Faustino, 2017

4. DISCUSSÃO

Após o levantamento das não conformidades confirmou-se os dados iniciais da matriz de risco, apontando a NR12 que dispõe sobre normas de máquinas e equipamentos com o maior número de não conformidades, o que comprova sua efetividade, assim como o Princípio de Pareto quanto a sua priorização. Entretanto, a empresa deve ter atenção posterior a todas as demais não conformidades. Por fim, o plano de ação proporcionou a empresa um planejamento estratégico quanto ao seu orçamento para a resolução dos desvios identificado, de modo a não prejudicar a saúde financeira da empresa por inconvenientes acidentes do trabalho.

5. CONCLUSÃO

A metodologia utilizada para levantamento de não conformidade legal mostrou-se satisfatória para a identificação dos principais problemas ocorridos na empresa. Possibilitou inclusive uma melhor gestão estratégica a curto e longo prazo para a tomada de decisão e planejamento dos recursos a serem disponibilizados para investimento em Saúde e Segurança do Trabalho. A aplicação das metodologias adotadas neste estudo pode contribuir para a diminuição de acidentes e doenças do trabalho, de modo benéfico, eficaz e sem oneração para o país e as empresas, garantindo melhores ambientes laborais para os seus trabalhadores.

6. REFERÊNCIAS

- Dunford, R. Su, Q. Tamang, E. Wintour, A. (2014, Julho). The Pareto Principle. *The Plymouth Student Scientist*, 7, 140–148. Disponível em: <http://bcurl.org/journals/index.php/TPSS/article/view/408>
- Faustino, B.C.R. (2017, Dezembro). Análise das condições de saúde e segurança em uma fábrica de produtos de policarbonato. (Dissertação da pós-graduação não publicada). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil.
- Haddad, A. N. Morgado, C. R.V e De Souza, D. I. (2008, Dezembro). Health, safety and Environmental Management Risk Evaluation Strategy: Hazard Matrix Application Case studies. *Proc. of the IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, Singapore, 2-5. 08-11 Dezembro 2008. DOI: 10.1109/IEEM.2008.4738083
- Haddad, A. N. Galante, E. Caldas, R. Morgado, C. R.V (2012, Abril). Hazard Matrix Application in Health, Safety and Environmental Management Risk Evaluation, Risk Management for the Future - Theory and Cases. *Intechopen*, Dr Jan Emblemståg (Ed.). 29-51. DOI: 10.5772/17159.
- Meira, R. C. (2003). *As ferramentas para a melhoria da qualidade*. Porto Alegre, RS: Editora Sebrae. 2ª ed., 1-80.
- Secretária da Previdência Social. (2015). *Anuário Estatístico da previdência social (AEPS)*. 24, 1-917. Disponível em: <http://www.previdencia.gov.br/wpcontent/uploads/2015/08/AEPS-2015-FINAL.pdf>.

Evaluation of Exposure to Respirable Crystalline Silica in the Manufacturing Industry: Bibliographic Review

Jéssica Silva¹, Maria Luísa Matos^{1,2}

¹Faculty of Engineering, University of Porto

²LNEG, Portugal

ABSTRACT

This research has the objective to identify and analyse the scientific articles about the silica exposure in the transformation industry and the implications of silica exposure on worker's health. A bibliographic review was realized in four databases only in English, the articles published between to 2010 to 2015. The results show that many studies are conducted around the silica contaminant in several industries and how noxious the contaminant can be in a long term for people's health. In conclusion, there are few studies realized in the transformation industry area, the articles generally focus on the mining and quarrying industry. The methodologies found to evaluate silica exposure are different, yet the results are very similar, always exceeding the recommended exposure limit.

KEYWORDS: respirable silica, occupational exposure, transformation industry

1. INTRODUCTION

Silica or silicon dioxide (SiO₂) is the second element most abundant on the Earth's crust, representing by weight 60% of the same (Mason, 2010). Crystalline silica, in turn, refers to the compound in the form of SiO₄ and may have the following forms: α, β-quartz and other types. Quartz is the thermodynamically more stable form. This component can occur in a wide variety of work situations, among which the extraction of rocks such as granite, marbles and rocks in general, in the ceramic industry and building materials (Bon, 2006).

Although silica is present in nature the inhalation of silica dust is associated to the development of a breathing pathology called silicosis. Silicosis is an incurable and sometimes fatal disease, at the level of the lungs, associated with exposure to crystalline silica dust, which forms permanent scars on the lungs. Silica powder results from the production and handling of materials containing this compound.

The risk of silicosis depends on three factors: respirable dust concentration, percentage of crystalline silica and duration of exposure (Bedient, 2007). Respirable dust is often invisible to the naked eye and is so light that it can remain in the air for extended periods. Given the ability to cross great distances, they could also affect workers who were apparently not at risk.

The activities or works that involve silica exposure, like extractive industry, quarrying and rocks transformation and improvement, are classified by the art. 47.º of the Law 102/2009 September 10th, of elevated risk (Law 102, 2009).

Despite all efforts to prevent this disease, silicosis reaches millions of workers and continues to kill thousands every year, worldwide. With its potential to cause progressive permanent disability, silicosis continues to be one of the most important occupational health diseases in the world.

According to a study by Hospitals of the University of Coimbra (HUC), between 1996 and 2006, 84 patients were admitted to the pulmonology unit, whose main diagnosis was silicosis; 18 in the manufacturing industry

and were exposed on average 26 years to the harmful agent (Santos et al., 2010).

The Portuguese standard NP 1796 of 2014 (NP1796, 2014) defines a threshold limit value (TLVs) to silica, for a shift of 8 hours per day and 40 per week, of 0,025 mg.m⁻³. This standard adopts the values published by the American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) in 2014. Currently, Portugal is one of the main producers of ornamental rock, thus emphasizing the importance of the transformation industry. The sector of ornamental rocks, consisting essentially of marble and granite, aggregates three types of products: the block, extracted directly from the geological resources; the sawn plate, corresponding to the cut block; product on site, which corresponds to the processed product resulting from the cut, polished, selected and packaged sheet. The national ornamental rock industry produced about 3,327,752 tons in 2015, production being led by granites followed by marbles. The export of ornamental rock reached its peak in 2014, with output values in the order of EUR 368 million (DGEG, 2016). In 2014, there were 349 establishments in operation that employed 9590 workers (DGEG, 2016).

The extraction of ornamental rocks in Portugal is a little spread throughout the continental territory, and it is worth noting the concentration in the districts of Leiria, Évora and Santarém (DGEG, 2016).

2. MATERIALS AND METHODS

The bibliographic research was carried out from september to december 2016 in the *Scopus*, *Science Direct*, *Web Science* and *Academic Search Complete* databases, covering articles published between 2010 and 2015. Key words used were: "respirable silica", "silica dust", "silica exposure", "stone cutter", "occupational exposure", "respirable dust" and "dust exposure". Only the AND boolean operator was used by crossing the keywords in the databases previously mentioned. Only published articles and review articles were included in the study such as studies published in English. All articles that were outside the date established previously were

excluded; which were neither published articles or articles of revision and articles that although they contemplated the subject silica exposure, they did not contemplate the exhibition in humans or that only treated medical studies. All of these excluded articles were recorded in an *Excel* table based on the *Prisma* model. The selected articles were collected through software that organizes and shares research documents, called *Mendeley*, and organized into folders according to the source database. After selecting all the possible articles of interest a new *Excel* table was constructed that provided each article the following information: authors, year, title, abstract, country, database, objective, sample, methodology, results and conclusion. With the reading of each article selected and filling each item of the table, some articles were excluded for lack of summary or title and through a color code (red - no interest, yellow - some interest, green - much interest) excluded all the articles in red and included the yellow and green articles.

3. RESULTS

Considering the filters used to refine the search, we excluded 5249 articles by date of publication; 364 by item type; 16 articles by language; 327 non-subject articles and 531 articles by another filter, such as adding one more keyword. After the application of filters, we had 110 articles to analyze, but there were duplicates among them, using *Mendeley* 10 articles were deleted in *Scopus*, 6 articles in *Web Science*, 10 articles in *Science Direct* and 2 articles in *Academic Search Complete* in total 28 duplicates were deleted in each database. Was found 25 duplicates between databases which gives a total of 57 articles to analyze.

With the reading, 13 articles were excluded without abstract and 6 articles without title, which gives a total of 38 articles to which a color was attributed. Thus, 11 articles are in green, 15 articles in yellow and 12 articles in red (excluded).

4. DISCUSSION

It was based on a survey with 6581 articles and through the various filters and exclusion criteria only 26 articles had validity. The biggest difficulty was focused on the choice of keywords, since words related to manufacturing did not show results. The date of the articles also influenced in the research, because they appeared articles related to the industry under study, however they were articles with more than 10 years.

The various articles analyzed were presenting several sampling methodologies. The most common are personal sampling pumps, stationary pumps, spirometers, cyclones, and two-level impactors. An Iranian study investigated the occupational exposure to silica dust from 48 workers in stone cut. Samples were collected from the breathing zone using a personal sampling pump and a selective cyclone of size. After the treatment of the samples, it was concluded that the exposure in each workplace is 3 to 12 times higher than the current national and international thresholds, so these workers are at higher risk of lung cancer and mortality

(Mohammadyan et al., 2013). Ehrlich admits that the size of crystalline silica particles of most concern are those respirable particles that are smaller than four microns, also called particulate matter 4 (PM₄). The analytical procedure of determining crystalline silica in emission samples (in the fraction below 4 µm) consists of using X-Ray Diffraction and Infrared Spectroscopy methods which are the same methods as used in the field of occupational health (Ehrlich et al., 2013). In Ontario gold mines airborne samples were collected and the amount of respirable silica (quartz) was determined by X-Ray Diffraction method (Verma et al., 2014).

During this review, many articles indicate noncompliance with the threshold limit value. An evaluation of an exhaust ventilation device to suppress respirable crystalline silica dust from circulating electric saws has revealed that the respirable dust exposures for all cutters indicated concentrations exceeding the Occupational Safety and Health Administration's (OSHA) permissible exposure limit (PEL) for respirable dust containing silica (Garcia et al., 2014). A preliminary study concludes that even workers who use only wet equipment to cut the stone bench are also susceptible to dust contamination of crystalline silica in considerable amounts (Phillips et al., 2013). Some authors relate the inhalation of silica dust with the appearance of respiratory diseases, duration of exposure and with smoking habits. Fishwick defined silicosis as a pneumoconiosis caused by inhaled crystalline silica. The author states that there is a potential relationship between exposure to silica and chronic obstructive pulmonary disease (Fishwick et al., 2012). A study in India correlated the deterioration of lung function with duration of exposure to respirable silica dust in 75 quarry workers. The pulmonary function tests were assessed by using computerized spirometer. It was concluded that the exposure to dust containing silica in quarry workers leads to deterioration of pulmonary function and it is correlated with the duration of the exposure (Kiran Kumar et al., 2014). Through a job-exposure matrix based on Chinese pottery industry workers was verify that long-term silica dust exposure was associated with substantially increased mortality among Chinese workers (Chen et al., 2012). A study in Canada suggests that an occupational exposure to silica is, in fact, a risk factor for lung cancer regardless of smoking habits (Kachuri et al., 2014).

Silica is a dangerous occupational contaminant that can kill when workers are overexposed and even when they are not directly exposed they may develop respiratory diseases like silicosis. In Alberta Jobs, Skills, Training and Labor, carried out a project to evaluate exposure to crystalline silica in a total of 40 workplaces in 13 industries. The results indicate that there is a risk of exposure to silica even in workplaces where there is no direct contact with the contaminant (Radnoff et al., 2014).

5. CONCLUSIONS

In this process of developing a bibliographical review, it is necessary to evaluate the quality of it and select the one that interests between the different revisions on the

same theme. During this review, what can be observed is that among the selected studies none of them had as objective the study of the exposure to silica in the manufacturing industry. The selected articles present a wide range of sampling methodology for industries and all of them present equivalent results, where all workers are exposed to values above the legally admissible, concluding all that in the long run can cause occupational diseases like silicosis. The authors argue that it is necessary to implement preventive measures in the industries that work with crystalline silica to control and eliminate silica dust in the workplace. An evaluation of 98 stone cutting factories in Palestine showed that working in stone-cutting factories influences the respiratory function in a negative way, and so necessitates urgent intervention to prevent health complications (Rahhal et al., 2015).

6. REFERENCES

- Bedient TJ, Schwartz DA. Occupational and environmental lung diseases. *ACP Medicine*. 2007;1-13.
- Bon, Ana Maria Tiribicá, 2006. Exposição Ocupacional à Sílica e Silicose entre Trabalhadores de Marmoraria, no Município de São Paulo. Tese de Doutorado. 2006.
- Chen, W. H., Liu, Y. W., Wang, H. J., Hnizdo, E., Sun, Y. Y., Su, L. P., ... Wu, T. C. (2012). Long-term exposure to silica dust and risk of total and cause-specific mortality in Chinese workers: A cohort study. *PLoS Medicine*, 9(4). DOI:<https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1001206>
- DGEG - Direção Geral de Energia e Geologia (2016). Estatísticas - Dados Globais da Indústria Extrativa, Acedido a 26/10/16.
- Ehrlich, C., Noll, G., Wusterhausen, E., Kalkoff, W.-D., Remus, R., & Lehmann, C. (2013). Respirable Crystalline Silica (RCS) emissions from industrial plants – Results from measurement programmes in Germany. *Atmospheric Environment*, 68, 278–285. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2012.10.069>
- Fishwick, D., Barber, C., & Fishwick, D. (2012). Pneumoconiosis. *Medicine*, 40(6). DOI:<https://doi.org/10.1016/j.mpmed.2012.03.011>
- Garcia, A., Jones, E., Echt, A. S., & Hall, R. M. (2014). An Evaluation of an Aftermarket Local Exhaust Ventilation Device for Suppressing Respirable Dust and Respirable Crystalline Silica Dust from Powered Saws. *Journal of Occupational & Environmental Hygiene*, 11(11), D200–D207.
- Kachuri, L., Villeneuve, P. J., Parent, M. E., Johnson, K. C., & Harris, S. A. (2014). Occupational exposure to crystalline silica and the risk of lung cancer in Canadian men. *International Journal of Cancer*, 135(1). DOI:<https://doi.org/10.1002/ijc.28629>
- Kiran Kumar, C. H., Mallikarjuna Reddy, N., Singh M, S. B., Krishna, B., Sasikala, P., ShrivyaKeerthi, G., Kareem, S. K. (2014). Deterioration of pulmonary function in stone quarry workers. *Biomedical Research (India)*, 25(2), 261–266.
- Law n.º 102/2009, de 10 de setembro. Diário da República n.º 176, Série I. Assembleia da República - Regime jurídico da promoção da segurança e saúde no trabalho.
- Mason, E. (2010, Abril). A brief overview of crystalline silica. *Journal of Chemical Health & Safety*
- Mohammadyan, M., Rokni, M., & Yosefinejad, R. (2013). Occupational exposure to respirable crystalline silica in the Iranian mazandaran province industry workers. *Arhiv Za Higijenu Rada I Toksikologiju*, 64(1), 139–143. DOI: <https://doi.org/10.2478/10004-1254-64-2013-2284>
- NP1796:2014. Segurança e saúde do Trabalho. Valores limite e índices biológicos de exposição profissional a agentes químicos. Norma portuguesa, 11/14, 1-77, Lisboa: IPQ.
- Phillips, M. L., Johnson, D. L., & Johnson, A. C. (2013). Determinants of respirable silica exposure in stone countertop fabrication: A preliminary study. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 10(7), 368–373. DOI:<https://doi.org/10.1080/15459624.2013.789706>
- Radnoff, D., Todor, M. & Beach, J. (2014). Occupational Exposure to Crystalline Silica at Alberta Work Sites. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene* Vol.11, Iss. 9, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1080/15459624.2014.887205>
- Rahhal, B., Sinnokrot, R., Abuzant, O., Shahin, S., Masalmeh, A., & Jarrar, W. (2015). The Influence of Working in Stone Crushing Factories on Specific Respiratory Parameters. *AnNajah University Journal for Research, A: Natural Sciences*, 29(1), 97–108.
- Santos, C., Norte, A., Fradinho, F., Catarino, A., Ferreira, A. J., Loureiro, M., & Baganha, M. F. (2010). Silicose – Breve revisão e experiência de um serviço de pneumologia. *Revista Portuguesa de Pneumologia*, 16(1), 99–115.
- Verma, D. K., Rajhans, G. S., Malik, O. P. & des Tombe, K. (2014). No Title, 11(2), 111–116. DOI: <https://doi.org/10.1080/15459624.2013.843784>

Avaliação de vibração de corpo inteiro em motoristas de ônibus do Rio de Janeiro no Brasil

Evaluation of the Whole body vibration in bus drivers of Rio de Janeiro in Brazil

Da Silva, Jean. V^a; Nunes, Thais. H. L^a; Da Nóbrega, Justino. S.W^a; Faustino, Bruna. C. R^a; Esteves, Victor Paulo. P^{a,b}.

^a Departamento de Pós Graduação de Engenharia de Segurança do Trabalho. Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Rio de Janeiro. Brasil. ^b Departamento de Engenharia de Produção e Departamento de Engenharia Civil. Universidade Veiga de Almeida. Rio de Janeiro. Brasil.

ABSTRACT

One of the most common occupational diseases in bus companies in Brazil are musculoskeletal diseases, mainly caused by vibration. This article states a study of the whole body vibration (WBV) for urban bus drivers in Rio de Janeiro. A quantitative evaluation was conducted by using a vibration measure equipment to analyse eight different buses. The study was based on Brazilian (NHO 09) and international (ISO 2631-1) standards. The results showed that two vehicles are within acceptable levels of vibration, three above the action level and three within an uncertainty region, with a maximum value of 20,92 m.s^{-1.75}. Therefore, it is recommended in this study the use of preventive and corrective measures to reduce the exposure of workers in order to ensure better health, safety and comfort conditions.

KEYWORDS: Whole body Vibration; Occupational diseases, Health and Safety conditions

1. INTRODUÇÃO

Os motoristas de ônibus do transporte coletivo urbano fazem parte do dia a dia de milhares de pessoas. Para De Vitta et al (2013), diversos fatores de riscos são gerados em decorrência das condições de trabalho da atividade dos motoristas, tais como fatores ergonômicos, exigência cognitivas, trânsito, stress, posturas inadequadas por longos períodos. Assim como, condições do veículo que podem acarretar ruídos, vibrações e precariedade da manutenção.

Para Rocha & Bastos (2016), a vibração é um movimento repetitivo e oscilatório, que faz com que um corpo ganhe movimento durante a aplicação de uma determinada força. Conceito este, baseado na 2ª lei de Newton, que define que a força resultante aplicada a um corpo que produz uma aceleração diretamente proporcional a esta. Em vibração ocupacional é importante à atenção para a vibração translacional. O movimento de aceleração é considerado nocivo à saúde quando existe interferência de três fenômenos:

- 1) Movimento oscilatório: Amplitude, frequência e comprimento de onda.
- 2) A intensidade de uma fonte, que mede a variação do fluxo de energia no tempo.
- 3) Tempo de exposição, e se as vibrações são de corpo inteiro ou membros superiores.

A exposição ocupacional a vibração de corpo inteiro pode ocasionar nos motoristas de ônibus alterações nas estruturas musculoesqueléticas da coluna lombar (De Vitta et al, 2013; Lewis, 2012). Estudos relacionam ainda a exposição ocupacional ao aumento do risco de aparecimento de câncer de próstata (Nadalin et al, 2012) e doença de Parkinson (Harris et al, 2012). No Brasil as partes do corpo com maiores incidências de doenças do trabalho em 2015 foram: ombro, dorso (inclusive músculos dorsais, coluna e medula espinhal) e membros superiores e mãos, com 19,93%, 13,04% e 9,37%, respectivamente (Previdência Social, 2015). Estatísticas

do setor médico da empresa em estudo evidenciam a perda mensal de 39,6 “dias homens” em um ano, devido a afastamentos inferiores 15 dias.

1.1 Objetivo

Este artigo visa estudar de forma quantitativa as vibrações de corpo inteiro em motoristas de ônibus urbano no Rio de Janeiro, a fim de reduzir o número de doenças do trabalho na empresa e no país.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização deste estudo, utilizou-se revisão bibliográfica e análise quantitativa de vibração de corpo inteiro. Foram escolhidas oito combinações mais representativas da frota de ônibus. Observou-se a heterogeneidade da frota e os diferentes motores e chassis, pois a mesma influencia na vibração transmitida ao motorista. Para realizar a avaliação quantitativa foi utilizado o equipamento MV-100 da empresa Instrutherm (Figura 1) com data de calibração em 10/07/2017.

Figura 1: Sensor no assento e aparelho MV-100



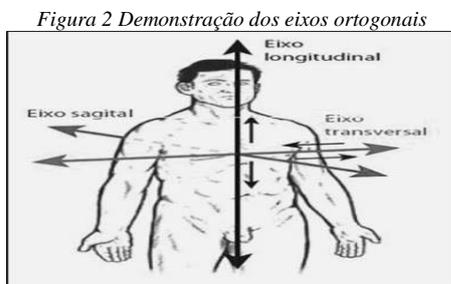
Fonte: Instrutherm, 2017

O equipamento utiliza o sistema internacional em m.s⁻² como referência e fixado pela norma ISO 2631-1. O parâmetro de aceleração média (am) é obtido diretamente em um medidor integrador utilizando-se um acelerômetro triaxial, como o utilizado. A medição foi realizada unicamente no assento do banco.

A aceleração é o parâmetro de maior interesse para uso na área ocupacional. Esta pode ser quantificada pelo método de nível de média quadrática, que representa o resultado da sensação que o corpo possui a uma menor intensidade de exposição vibratória sentida que é chamada de aceleração referência (A0).

O equipamento de medição da vibração possui como referência a medida de conversão de um valor dado em dB (decibel) para o nível de aceleração. Este método é baseado na lei de Weber Fechner.

A vibração por ser uma grandeza vetorial pode ser medida em função da aceleração e decomposta nos três eixos espaciais x, y e z. Convencionou-se o eixo x como a direção sagital no plano transversal, sentido frente costas. O eixo y como a direção plano perpendicular, sentido esquerda direita. E por fim, o eixo z como a direção plano normal em relação à "X" e "Y", sentido longitudinal como pode ser observado na figura 2.



Fonte: Rocha & Bastos, 2016

Utilizou-se apenas uma componente no estudo, pois a jornada de trabalho corresponde a 7 hs, o que se caracteriza como exposição contínua. Dessa forma, foram avaliadas duas horas da jornada, devido o tempo de exposição não ser intermitente.

A Norma de Higiene Ocupacional (NHO) 09 criada pelo órgão técnico e de pesquisa na área ocupacional do governo brasileiro foi utilizada como parâmetro principal. A NHO 09 apresenta a metodologia para avaliação da Exposição Ocupacional a vibrações de corpo inteiro (Fundacentro, 2013).

O equipamento utilizado possui em seu sistema operacional as fórmulas e os cálculos.

Aceleração média resultante (amr), que é medido segundo os três eixos ortogonais "x", "y" e "z", conforme expressão:

$$\text{Eq.1} \quad amr = \sqrt{(f_x am_x)^2 + (f_y am_y)^2 + (f_z am_z)^2} \quad [m.s^{-2}]$$

Onde:

amj = aceleração média no eixo j, sendo j = x, y ou z;
fj = fator de multiplicação em função do eixo, considerado (fx = fy = 1,4 e fz = 1,0);

Aceleração resultante de exposição normalizada (aren):

$$\text{Eq. 2} \quad aren = are \sqrt{\frac{T}{T_0}} \quad [m.s^{-2}]$$

Onde:

VDV expj = valor da dose de vibração da exposição, representativo da exposição ocupacional diária no eixo j, sendo j = x, y ou z.

Valor da dose de vibração (VDVj) dada pelo aparelho, sendo j igual a x, y e z, ficando então VDVx, VDVy e VDVz.

Valor da dose de vibração resultante (VDVR) a quarta potência conforme eq.3.

$$\text{Eq.3} \quad VDVR = \left[\sum_j (VDV \exp_j)^4 \right]^{1/4} \quad [m.s^{-1,75}]$$

Onde:

VDVexpj = valor da dose de vibração da exposição, representativo da exposição ocupacional diária no eixo "j", sendo "j" igual a "x", "y" ou "z".

3. RESULTADOS

Procedendo a análise combinada dos resultados fornecidos pelo aparelho e configurações dos ônibus, gera-se a tabela 1, obtendo-se medições de vibração de corpo inteiro para cada combinação representativa.

O método alternativo de VDVR deve ser utilizado para a análise de dados, quando o fator de crista (Fc) é maior que 9 em qualquer um dos eixos devido a maior sensibilidade aos picos de aceleração. Como a medição realizou-se apenas no assento dos veículos, foi utilizado para os eixos x e y o fator f igual a 1,4 e para o eixo z o fator f é igual a 1, tanto para saúde como para o conforto, conforme determina a nota técnica N° 04 da ISO 2631-1: 1997, p. 25.

Tabela 1- Método NHO09 para medições de vibração de corpo inteiro

Carro Nº	Ano	Chassi	Carroceria	Ar condicionado	Wx m.s ⁻²	Wy m.s ⁻²	Wz m.s ⁻²	aren m.s ⁻²	VDVx m.s ^{-1,75}	VDVy m.s ^{-1,75}	VDVz m.s ^{-1,75}	VDVr m.s ^{-1,75}	Fc
027	2009	Mercedes	caio	Não	0.222	0.170	0.997	0.510	2.39	2.12	14.8	20.27	>9
080	2014	Mercedes	caio	Sim	0.285	0.212	0.794	0.490	4.02	2.89	11.9	16.55	>9
100	2011	volks	caio	Sim	0.285	0.175	0.637	0.450	4.56	2.31	8.74	12.80	>9
058	2007	Mercedes	Neobus	Não	0.141	0.192	0.658	0.430	1.92	2.56	10.9	20.92	>9
150	2007	volks	caio	Não	0.197	0.161	0.584	0.440	2.84	2.32	7.87	11.04	>9
082	2007	volks	Neobus	Não	0.179	0.159	0.491	0.380	3.12	2.33	7.49	10.58	>9
148	2013	Mercedes	caio micro	Não	0.172	0.181	0.332	0.350	2.61	2.93	5.36	8.17	>9
247	2016	Mercedes	Van	Sim	0.141	0.217	0.359	0.370	2.06	3.29	5.44	8.33	>9

Fonte: Elaboração própria, 2017

No que tange o conforto a ISO 2631-1 dispõe da tabela 2 que apresenta uma relação de conforto por amplitude de aceleração, que são valores de (aren) para exposição diária. O veículo nº 027 exibido na tabela 1 apresenta um aumento da amplitude razoavelmente desconfortável para o trabalhador por apresentar um (aren) de 0,510.

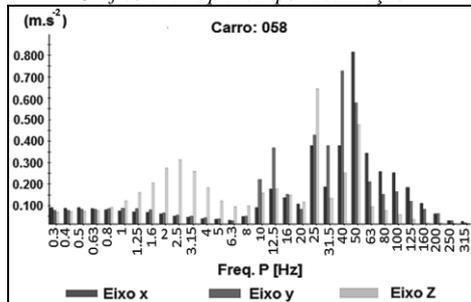
Tabela 2 - Conforto em relação à amplitude de aceleração

Inferior a 0,32 m.s ⁻²	Não é desconfortável
Entre 0,32 e 0,63 m.s ⁻²	É um pouco desconfortável
Entre 0,5 a 1,0 m.s ⁻²	Razoavelmente desconfortável
Entre 0,8 a 1,6 m.s ⁻²	Desconfortável
Entre 1,25 a 2,5 m.s ⁻²	Muito desconfortável
Superior a 2 m.s ⁻²	Extremamente desconfortável

Fonte: ISO 2631-1, 1997, p.37

O gráfico 1 apresenta os dados de medição no ônibus Nº 058. Verifica-se que na faixa de frequência 50 Hz existe uma maior aceleração (0,800m.s⁻²), o que indica sensação de desconforto para o corpo e a coluna.

Gráfico 1: Frequência por aceleração



Fonte: Instrutherm, 2017

Cada parte do corpo humano possui uma frequência natural e quando a frequência do veículo se iguala à humana, tem-se o fenômeno ressonância, que amplifica a aceleração intensificando o atrito e causando danos à saúde. Por essa razão, utilizou-se no âmbito da saúde a NHO-09 criada com base na ACGIH (2010) e ISO2631-1. A NHO09 possui um critério de julgamento para análise e avaliação das medições quantitativas de vibração apresentado no quadro 1.

Quadro 1 Critério de julgamento

aren (m/s ²)	VDVR (m/s ^{1,75})	Consideração técnica	Atuação recomendada
0 a 0,5	0 a 9,1	aceitável	No mínimo manutenção da condição existente.
> 0,5 a < 0,9	> 9,1 a < 16,4	acima do nível de ação	No mínimo adoção de medidas preventivas.
0,9 a 1,1	16,4 a 21	região de incerteza	Adoção de medidas preventivas e corretivas visando à redução da exposição diária.
acima de 1,1	acima de 21	acima do limite de exposição	Adoção imediata de medidas corretivas.

Fonte: Subitem 6.5.1 da NHO-09 - Fundacentro, 2013.

4. DISCUSSÃO

Analisando-se os dados da tabela 1 e em observância ao critério de julgamento do quadro 1 para saúde (VDVR-NHO-09) constatou-se que dois veículos se encontram dentro dos valores aceitáveis, três acima do nível de ação

e três estão dentro de uma região de incerteza. Quanto ao conforto (ISO 2631-1), o veículo 27 apresenta-se razoavelmente desconfortável para o trabalhador por apresentar um (aren) de 0,510. Recomenda-se realizar uma Avaliação Ergonômica do Trabalho (AET), a adoção de medidas de proteção das vibrações mecânicas nos ônibus, melhorias na manutenção preventiva e corretiva dos veículos, alinhamento da direção e balanceamento das rodas. Outra medida seria a redução do tempo de exposição. Por fim, sugere-se considerar a análise vibracional como um dos critérios de decisão para reposição da frota.

5. CONCLUSÃO

Os estudos realizados comprovam que a vibração é um agente contribuinte para o afastamento de diversos motoristas devido a dores na coluna e lombalgia. Observou-se no âmbito de saúde, que seis ônibus apresentavam (VDVR) acima do nível de ação. Desse modo, faz-se necessário à realização periódica da manutenção da frota, realização da AET e redução do tempo de exposição durante a jornada. Como resultado, a empresa e o país apresentará diminuição de doenças do trabalho.

6. REFERÊNCIAS

- American Conference of Governmental Industrial Hygienists - ACGIH. (2010). *Limites de exposição Ocupacional (TLVs) para substâncias Químicas e Agentes Físicos e Índices Biológicos (BEIs)*. Cincinnati.
- De Vitta, A. Contil, M. H. S.; Trize, D. M.; Quintino, N. M. Palma, R.; Simeão, S. F. A. P (2013 set./dez). Sintomas musculoesqueléticos em motoristas de ônibus: prevalência e fatores associados. *Fisioter. Mov.* Curitiba, 26, n. 4. (pp.863-871). DOI: ISSN 0103-5150
- Fundacentro. (2013). *Norma de higiene ocupacional – NHO-09: avaliação da exposição ocupacional a vibrações de corpo inteiro: procedimento técnico*. São Paulo, (pp 1-63).
- Harris, MA; Marion, S.A; Spinelli, J.J; Tsui, JK; Teschke K. (2012, julho). Occupational exposure to whole-body vibration and Parkinson's disease: results from a population-based case-control study. *American Journal of Epidemiology*, 176, Issue 4. (pp. 299–307) Disponível em: <https://doi.org/10.1093/aje/kws017>
- Instrutherm. (2017). *Equipamento de medição*. Modelo MV-100.
- Lewis, C. A & Johnson, P. W. (2012, Julho). Whole-body vibration exposure in metropolitan bus drivers. *Occupational Medicine*, 62, Issue 7. (pp. 519–524).
- Nadalin, V; Kreiger, N; Parent, M.E; Salmoni, A; Sass-Kortsak, A; Siemiatycki, J; Sloan, M; Purdham, J. (2012, outubro). Prostate cancer and occupational whole-body vibration exposure. *The Annals of Occupational Hygiene*. 8, Issue 56. (pp. 968-74). Disponível em: <https://doi.org/10.1093/annhyg/mes010>
- Organização Internacional de Normalização. (1997). NP EN ISO 2631-1:1997. Vibrações mecânicas e choque - Avaliação da exposição do corpo inteiro a vibrações. Parte 1 - Requisitos gerais. *Instituto Português da Qualidade*. (pp. 1-44). Portugal.
- Previdência Social. (2015). *Anuário Estatístico da previdência social*. Disponível em: http://www.previdencia.gov.br/wpcontent/uploads/2015/08/AEPS-2015_FINAL.pdf
- Rocha. R. S. L. Bastos. M. (2016, Novembro). Higiene Ocupacional ao Alcance de Todos. *RTX*. 1ª. ed. (pp. 1-462). Rio de Janeiro.

Matriz de avaliação de risco aplicada a uma fábrica de produtos de policarbonato no Brasil

Hazard assessment matrix applied to the polycarbonate products factory in Brazil

Faustino, Bruna. C. R.^a; Esteves, Victor Paulo. P.^a; Morgado, Cláudia. R.V.^a; Da Nóbrega, Justino. S.W.^{a,b}.

^a Departamento de Pós Graduação de Engenharia de Segurança do Trabalho. Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Rio de Janeiro. Brasil.

^b Departamento de Engenharia de Produção e Departamento de Engenharia Civil. Universidade Veiga de Almeida. Rio de Janeiro. Brasil.

ABSTRACT

The plastic industry sector is the fourth largest employer in Brazil. However, there is a large number of small companies, which usually has problems with occupational health and safety assessment. The main purpose of this article is to present a hazard relevance matrix applied to a factory that produces polycarbonate products in Brazil. The study presents an evaluation the hazards of factory's production process, and the respective agents to which the workers are exposed. In this way, it was possible to use a hazard matrix to assign a weight to each identified risk agent in order to quantitatively estimate the risks of this factory. The information used came from real sources of risks and agents, which was obtained during a risk evaluation of the factory in 2017. The data analysis showed that the extrusion sector presented the highest risk with exposition frequency equivalent to 48%, followed by the electrical and mechanical maintenance sector with 14% and 13% respectively. Moreover, the unprotected machines were identified as the main agent of risk with exposition frequency equal to 12%. Although the electrical and mechanical maintenance sectors had presented fewer risks, they should also be considered as the focus of attention and management of the factory, due to the conditions of imminent of death's risk faced by the employees. Therefore, it was possible to prioritize actions for these sectors in order to guarantee adequacy regarding health and safety conditions for the workplace. As a result, this could avoid occupational accidents and diseases that burden the companies and the country and also reduce the unexpected costs caused by the lack of planning.

KEYWORDS: Occupational risks; hazard matrix; health and safety management

1. INTRODUÇÃO

Em 2015, a indústria de plásticos no Brasil era composta por 11.559 empresas com geração de 325 mil empregos, representando o quarto maior empregador da indústria de transformação brasileira, onde as micro-empresas representavam 72.1% do setor (ABIPLAST, 2016). Para Fiorentini (2009), a falta de conhecimento sobre os riscos, da legislação, bem como de estrutura e de condições econômicas acabam levando principalmente as micro-empresas, ao não cumprimento integral da legislação vigente sobre saúde e segurança do trabalho. Dados do Anuário Estatístico de Acidentes do Trabalho de 2015 mostram que ocorreram no Brasil nesse ano aproximadamente 612,6 mil acidentes de trabalho (Previdência Social, 2015a). O setor de fabricação de resinas termoplásticas no qual inclui a empresa em estudo apresentou 162 acidentes do trabalho em 2015 (Previdência Social, 2015b). Embora o setor disponha de baixo número de acidentes notificados, as microempresas necessitam identificar e gerenciar os perigos e riscos atribuídos ao seu processo produtivo. O pequeno quadro de funcionários de muitas dessas empresas as levam ao subdimensionamento do setor de segurança do trabalho, o que pode aumentar a quantidade de acidentes e de doenças ocupacionais. Ressalta-se que muitas micros e pequenas empresas subnotificam acidentes, somente registrando aqueles que geram afastamento (superiores a 15 dias fora do trabalho).

O gerenciamento das condições no ambiente laboral desempenha um papel decisivo para a priorização das ações de saúde e segurança a serem realizadas nas empresas. Reniers et al., (2005) argumentam que o reconhecimento qualitativo e as avaliações quantitativas dos riscos e seus agentes são fatores decisivos para o domínio dos perigos e riscos e para a recomendação adequada da proteção do ambiente laboral. Para isso, técnicas de avaliação de riscos como análise *What if*, Estudo de perigos e operabilidade (HAZOP - *Hazard and Operability Study*) e matriz de risco tem sido frequentemente utilizadas para uma efetiva padronização da análise de risco para a prevenção de acidentes nas áreas industriais. Desse modo, Haddad et al., (2008) elaboraram uma metodologia utilizando uma matriz de relevância dos riscos a fim de apresentar uma visão geral e mapear os riscos ocupacionais existente no ambiente laboral. Para Costa et al., (2016) a matriz de relevância é uma ferramenta que oferece um mapeamento por meio de atribuições de pesos para cada risco ocupacional identificado.

1.1 Objetivo

Este artigo tem como objetivo explicar a técnica quantitativa de avaliação de risco. Assim como, elaborar uma matriz de relevância de risco para a fábrica de produtos de policarbonato, usando informações reais de fontes potenciais de riscos e seus agentes obtidos durante avaliação na fábrica em 2017.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A Matriz de Relevância é uma ferramenta de gestão de risco, constituída por uma tabela (i x j). Os agentes são classificados em cinco principais grupos conforme: físicos, químicos, biológicos, ergonômicos, e mecânicos que são dispostos em colunas. A tabela 1 apresenta os riscos ocupacionais e os seus respectivos subgrupos ou agentes de riscos que são definidos pela legislação brasileira (Haddad et al., 2008).

Tabela 1: Riscos ocupacionais e seus agentes

	Riscos ocupacionais				
	Físicos	Químicos	Biológicos	Ergonômicos	Mecânicos/Acidentes
Agentes Ambientais	Ruído	Poeiras	Bactérias	Esforço físico intenso	Arranjo físico inadequado
	Vibrações	Fumos	Vírus	Levantamento e transporte manual de carga	Máquinas e equipamentos sem proteção
	Radiações ionizantes	Névoas	Bacilos	Exigência de postura inadequada	Ferramentas inadequadas ou defeituosas
	Radiações não ionizantes	Néblinas	Protozoários	Controle rígido de produtividade	Iluminação inadequada
	Frio	Gases	Fungos	Imposição de ritmos excessivos	Eletricidade
	Calor	Vapores		Trabalho em turno e noturno	Probabilidade de incêndio ou explosão
	Pressões anormais	Substâncias, compostos ou produtos químicos em		Jornadas de trabalho prolongadas	Armazenamento inadequado
	Umidade			Monotonia e repetitividade	Animais peçonhentos
				Outras situações causadoras de stress físico e/ou psíquico	Outras situações de risco que poderão contribuir para a ocorrência de acidentes.

Fonte: BRASIL, 1994

Os setores/atividades são apresentados nas linhas da tabela da matriz de relevância dos riscos. A frequência de exposição a um agente de risco “j” é definido matematicamente como “f_{Hj}” considerando a contribuição de todos os setores. Já “f_{Si}” considera a contribuição de todos os agentes riscos em um determinado setor ou atividade “i”. Considera-se a população afetada chamada de “M” como os trabalhadores. Uma graduação “N” é atribuída a cada célula conforme a presença/severidade do agente de risco no setor. Os cálculos realizados para a frequência de exposição “f_{Hj}” e para um setor “f_{Si}” são apresentados respectivamente nas equações do trabalho de Haddad et al., (2008).

$$f_{Hj} = \sum_{i=1}^{i=y} M_{i,1} * N_{i,j}, \text{ para } 2 \leq j \leq x \quad (1)$$

$$f_{Si} = \sum_{j=2}^{j=x} M_{i,1} * N_{i,j}, \text{ para } 1 \leq i \leq y \quad (2)$$

Com base nesses dados, elaborou-se a matriz de risco, conforme modelo da tabela 2.

Tabela 2: Modelo de Matriz de Risco

Sectores	lit. de funcionários	Ra	Rb	..	Rx	fs
S 1	M _{1,1}	N _{1,2}	N _{1,3}	...	N _{1,x}	f ₁
S 2	M _{2,1}	N _{2,2}	N _{2,3}	...	N _{2,x}	f ₂
S 3	M _{3,1}	N _{3,2}	N _{3,3}	...	N _{3,x}	f ₃
:	:	:	:	:	:	:
S y	M _{y,1}	N _{y,2}	N _{y,3}	...	N _{y,x}	f _y
F h	Fh ₁	Fh ₂	Fh ₃	...	Fh _x	

Fonte: Haddad et al., 2008

Os valores de “N” a ser inseridos na planilha de matriz de risco seguem o padrão estabelecido pelos mesmos autores em outra publicação (Haddad et al., 2012), onde o nível de severidade a ser definido depende da ação do agente de risco, que pode ser zero quando inexistente, ou nove quando apresentar ação forte, como mostrado na tabela 3.

Tabela 3: Nível de severidade com relação ao agente

Nível de Severidade	Avaliação qualitativa	Avaliação quantitativa (Medições)
N=0	Agente não presente	Agente não presente
N=1	Ação fraca	A exposição ao agente ocorre abaixo do nível de ação
N=3	Ação mediana	A exposição ao agente ocorre acima do nível de ação e abaixo do Limite de tolerância.
N=9	Ação forte	A exposição ao agente ocorre acima do nível de tolerância.

Fonte: Haddad et al., 2012

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Baseado no método desenvolveu-se a matriz de relevância de risco da fábrica de produtos de policarbonatos, vide Tabela 4.

Tabela 4: Matriz de relevância de risco da fábrica de produtos de policarbonato

Setor	NT Físico: Poeira	Químicos		Físicos		Biológicos		Ergonômicos		Mecânicos/Acidentes		%														
		Substâncias químicas	Fumos	Ruído	Radição não ionizante	Calor	Vibração	Procedimentos e técnicas	Esforço físico intenso	Trabalho em turnos	Manuseio de materiais repetitivo		Postura	Levantamento e transporte manual de peso	Condições ambientais inadequadas	Máquinas sem proteção	Eletricidade	Inclinação	Quedas	Armazen. inadequado	Incêndios	Quemaduras				
Alimentação das máquinas	1	3	0	3	3	0	9	3	0	1	0	0	3	0	9	9	9	3	3	3	3	0	3	76	8%	
Extrusão	6	0	0	3	3	0	9	0	0	1	3	3	9	9	9	9	9	3	1	3	3	1	0	9	486	48%
Expedição	1	0	0	1	0	0	0	0	0	3	0	3	9	3	3	3	0	1	0	1	9	0	0	36	4%	
Manutenção mecânica	2	0	3	3	3	3	0	0	3	0	1	3	1	3	9	9	3	3	9	1	0	3	132	13%		
Manutenção elétrica	2	0	0	3	0	3	0	0	3	0	1	3	1	3	9	9	9	9	3	9	1	0	3	138	14%	
Laboratório	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	3	3	0	1	0	1	1	0	0	15	1%	
Gerenciamto da produção	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	3	3	0	1	0	1	1	0	0	19	2%	
Serviços Gerais	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	13	1%	
Serviços Gerais interno	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	8	1%		
ADM	8	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	88	9%		
Fh	4	6	29	39	6	78	3	2	26	18	47	64	68	90	109	118	45	50	34	70	34	1	70	1011	100%	
%		0%	1%	3%	4%	1%	8%	0%	0%	3%	2%	5%	6%	7%	9%	11%	13%	4%	5%	3%	7%	3%	0%	7%	100%	

Fonte: Faustino, 2017.

Os valores atribuídos ao nível de severidade foram definidos por análise preliminar de perigos e riscos e de informações de acidentes ou quase acidentes obtidas em entrevista não estruturada com os funcionários e de avaliações ambientais dos agentes calor e ruído identificadas no Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA) da empresa.

Utilizou-se para agentes ambientais os níveis de severidade apresentados na tabela 3 e conforme limites de tolerância e níveis de ação estabelecidos pela legislação brasileira por meio da Norma Regulamentadora (NR)15.

O setor de extrusão apresentou-se como o de maior risco, com f_s equivalente a 48%, seguido de Manutenção elétrica e mecânica com f_s correspondente a 14 % e 13% respectivamente. Já os agentes de riscos

identificados foram às máquinas sem proteção com f_H equivalente a 12 %, arranjo físico inadequado com f_H de 11%, e cortes com 9%.

O setor de extrusão apresenta um quadro fixo de 6 funcionários, enquanto que os setores de manutenção mecânica e elétrica possuem apenas 2 trabalhadores que realizam atividades em ambos os setores simultaneamente.

Observa-se que embora o setor de extrusão apresente um maior risco por possuir seis funcionários, estes se mantem próximo às linhas de produção realizando apenas as atividades atribuídas. Entretanto, o setor de elétrica e manutenção apresenta dois funcionários que realizam atividades simultâneas em ambos os setores, como manutenção das máquinas, trabalho em altura e com eletricidade, que expõe os trabalhadores a condições de risco iminente de morte, por realizar atividades perigosas. As máquinas sem proteção e o arranjo físico inadequado evidenciam a existência de falha nos projetos dos equipamentos e processos da empresa. Medidas preventivas como adoção de proteção coletiva fixa e móvel nas máquinas e equipamentos, mudança no *layout*, utilização dos Equipamentos de Proteção Individual podem contribuir para melhoria do ambiente laboral. Os resultados obtidos no estudo condizem e corroboram com a proposta apresentada por Haddad, et al., (2008).

4. CONCLUSÃO

O estudo realizado na fábrica de produtos de policarbonato utilizou uma matriz de risco para identificar e priorizar os setores e os agentes com maiores riscos, e assim poder atuar nas principais causas de acidente e doenças do trabalho. A análise dos dados demonstra que os setores de extrusão, manutenção elétrica e mecânica são os que apresentam os maiores riscos. Já os principais agentes de risco foram às máquinas sem proteção, arranjo físico inadequado e cortes. Portanto, recomenda-se o desenvolvimento de projetos de adequação das máquinas com proteções coletivas fixas e móveis, melhorias no *layout* e uma melhor gestão do uso de equipamentos de proteção individual. Desse modo, a empresa poderá garantir melhores condições de saúde e segurança para seus trabalhadores, refletindo em melhoria na produtividade e no retorno financeiro.

5. REFERÊNCIAS

- Associação brasileira da indústria do plástico - Abiplast. (2016). *Edição Especial – Perfil 2016*. 2016. Consultado em Outubro 20, 2017 em: http://file.abiplast.org.br/file/download/2017/Perfil_2016_Abiplast_web.pdf
- Brasil. (1994, Dezembro). *Portaria n.º 25, de 29 de dezembro de 1994*. Disponível em: https://www.fcm.unicamp.br/fcm/sites/default/files/2017/page/portaria_n_25_29_dez_1994_mt_riscos_ambientais_mapa_de_ris_0.pdf.
- Costa, D.M.B; Emmel, M. B; Galante, E.B.F; Morgado, C.V. (2016). Student Occupational Health and Safety in technological education. In: Arezes, P; Baptista, M. J. S; Barroso, M. P; Carneiro, P; Costa, N; Melo, R. B; Sérgio, M. A.; Perestrelo, G (Eds). *Occupational Safety and*
- Hygiene IV. (pp. 1-636). London, Taylor & Francis Group. Disponível em <<https://books.google.com.br/books?id=SgbYCwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=ptBR#v=onepage&q&f=false>>. Consultado em 18 de Novembro de 2017.
- Faustino, B.C.R. (2017, Dezembro). Análise das condições de saúde e segurança em uma fábrica de produtos de policarbonato. (Dissertação da pós-graduação não publicada). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil.
- Fiorentinni, S. R. B. (2009). Manual Básico de Segurança e Saúde no Trabalho para as Micro e Pequenas Serralherias. *SEBRAE-SP*. Série Saiba Mais. São Paulo. 24p.
- Haddad, A. N. Morgado, C. R.V e De Souza, D. I. (2008, Dezembro). Health, safety and Environmental Management Risk Evaluation Strategy: Hazard Matrix Application Case studies. *Proc. of the IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, Singapore, 2-5. 08-11 Dezembro 2008. DOI: 10.1109/IEEM.2008.4738083
- Haddad, A. N. Galante, E. Caldas, R. Morgado, C. R.V (2012, Abril). Hazard Matrix Application in Health, Safety and Environmental Management Risk Evaluation, Risk Management for the Future - Theory and Cases. *Intechopen*, Dr Jan Emblemsvåg (Ed.). 29-51. DOI: 10.5772/17159.
- Previdência Social. (2015a). *Anuário Estatístico de Acidentes do Trabalho (AEAT)*. Disponível em: <http://www.previdencia.gov.br/wpcontent/uploads/2017/05/aeat15.pdf>
- Previdência Social. (2015b). *Anuário Estatístico da previdência social (AEPS)*. Secretária da Previdência, 24, 1-917. Disponível em: http://www.previdencia.gov.br/wpcontent/uploads/2015/08/AEPS-2015_FINAL.pdf.
- Reniers, G. L. L. Dullaert, W. Ale, B. J. M., & Soudan, K. (2005, Maio). Developing an external domino accident prevention framework: Hazwim. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 18 (3), 127-138. DOI: 10.1016/j.jlp.2005.03.002

Instrumento para avaliação de risco aplicado ao estudo da confiabilidade humana em uma usina nuclear

Risk assessment instrument applied to the human reliability study in a nuclear power plant

Ferraz Martins, Eduardo

Universidade Santa Úrsula (USU) e Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN)

ABSTRACT

The study projects in highly complex installations involves robust modeling, supported by conceptual and mathematical tools, to carry out systematic research and structured the different risk scenarios that can lead to unwanted events from occurring equipment failures or human errors. In the context of classical modeling, the Probabilistic Safety Analysis (PSA) seeks to provide qualitative and quantitative information about the project particularity and their operational facilities, including the identification of factors or scenarios that contribute to the risk and consequent comparison options for increasing safety. In this context, the aim of the paper is to develop a hybrid instrument (CPP-HI) innovative, from the integrated modeling techniques of Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), concepts of Human Reliability Analysis and Probabilistic Composition of Preferences (PCP). In support of modeling and validation of the CPP-HI, a simulation was performed on a triggering event "Loss of External Electric Power" - PEEE, in a Nuclear Power plant. The results were simulated in a virtual environment (sensitivity analysis) and are robust to the study of Human Reliability Analysis (HRA) in the context of the PSA.

KEYWORDS: APS; ACH; FMEA; CPP-HI ; Instalação Nuclear

1. INTRODUÇÃO

1.1 Considerações iniciais

O conceito de confiabilidade, enquanto visto pelo aspecto tecnológico, ganhou destaque na Primeira Guerra Mundial com estudos realizados em aviões segundo Fogliatto e Ribeiro (2009). Desde este período, com a globalização, o conceito tornou-se um tema importante de pesquisa com a demanda por produtos de qualidade no mercado.

Muitos estudos surgiram nos anos 60 também motivados pela pesquisa espacial e devido à Guerra Fria. Nesta década, destaca-se ainda a elaboração do primeiro periódico para divulgação de trabalhos sobre confiabilidade - o IEEE Transactions on Reliability. Já na década de 70, observa-se um foco na análise dos riscos envolvendo a construção e a operação de usinas nucleares. No setor de energia nuclear, esta apreensão se intensificou ainda mais com acidentes de Three Mille Island (1979), Chernobyl (1986) e Fukushima no Japão (2011) que promoveu uma inquietação internacional sobre a segurança das usinas nucleares.

Com o tempo, observou-se ainda que o sucesso da operação de um produto ou sistema ausente de falhas dependia de muitos estudos, sendo estes de grande relevância para um diferencial competitivo. Diante de um cenário extremamente desafiador, destaca-se a atuação da engenharia e de áreas correlatas na elaboração de modelos que possam agregar valor ao tema confiabilidade.

1.2 Contextualização do estudo

Fonseca (2009) relata que as usinas nucleares estão inseridas no contexto de organizações de alto risco, que manipulam materiais perigosos, podendo promover acidentes catastróficos.

Os acidentes relatados demonstram a relevância da elaboração de metodologias para análise dos aspectos relativos aos erros humanos em um ambiente de risco. A análise deve considerar também um suporte para a formulação de ações para mitigar a criticidade dos riscos encontrados.

1.3 Objetivo do estudo

O objetivo do trabalho que foi desenvolvido na tese de Martins (2015) foi o desenvolvimento de um Instrumento Híbrido (CPP-HI) inovador, a partir da modelagem integrada das técnicas de Análise de Modo de Falha e Efeito, de conceitos da Análise de Confiabilidade Humana (ACH) e da Composição Probabilística de Preferências (CPP). Como apoio à modelagem e validação do CPP-HI, foi realizada uma simulação em um evento iniciador "Perda de Energia Elétrica Externa", em uma planta de Energia Nuclear. Os resultados obtidos foram simulados em ambiente virtual (análise de sensibilidade) e se mostraram robustos ao estudo da Análise de Confiabilidade Humana.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Etapas da metodologia

As etapas da metodologia são delineadas da seguinte forma:

Desenvolvimento de uma metodologia híbrida com a utilização da FMEA, ACH e da CPP.

A contribuição científica esperada está fundamentada na teoria de análise de confiabilidade de sistemas, particularmente na abordagem de aplicação híbrida do uso das técnicas FMEA, dos conceitos de ACH e CPP, com foco na investigação dos possíveis erros humanos.

O Quadro 01 retrata a adaptação com a inclusão de dois fatores à FMEA tradicional: o Estresse (E) do

operador diante da situação abordada, que compreende a carga de trabalho mais o tempo de execução; e o processo Cognitivo, representado pelo termo Ininteligibilidade (I), envolvendo a complexidade da tarefa a ser executada e o Tempo de Diagnóstico. Observa-se também, no que está sendo proposto, um foco maior em pessoas na investigação de possíveis erros humanos. No FMEA tradicional, os focos seriam os processos e produtos segundo Yang, Bonsall e Wang (2008). Os Inputs serão: Ocorrência (O); Severidade (S); Detecção (D); Ininteligibilidade (I) e Estresse (E) para cada erro humano identificado. E o Output dar-se-á em função dos fatores de entrada, representado pelo Risk Priority Number (RPN) para cada erro humano. Os Inputs serão analisados com a CPP representada no Quadro 01 na coluna de modelagem. E, por fim, o Output RPN para cada erro será classificado conforme a criticidade em classes.

Quadro 01- FMEA Tradicional versus CPP-HI

Descrição	Inputs	Outputs	Modelagem	Foco
FMEA Tradicional	(O) (S) (D)		-	Em processos e produtos
CPP-HI	(O) (S) (D) (I) (E)	RPN	*CPP *Simulação de Monte Carlo	Análise da Confiabilidade Humana

2.2 Modelagem

Por meio da implementação dos passos anteriores foi possível a elaboração de um instrumento híbrido CPP-HI com a interface entre a técnica FMEA e a análise de confiabilidade humana, conhecida como HRA. A junção das técnicas pode ser observada com a utilização dos fatores: Ocorrência (O), Severidade (S), Detecção (D), Estresse (E) e Cognição ou Ininteligibilidade (I). Após a análise, entende-se que os *outputs* ou RPNs para cada modo de falha serão classificados e ordenados conforme criticidade dos possíveis erros humanos identificados.

Para aplicação do instrumento foi estudado o evento perda de energia elétrica externa que é crítico na usina estudada. Este evento é o momento conhecido como blackout que ocorre após a perda de energia elétrica. Com o detalhamento da árvore do evento foram identificados dez modos de falhas possíveis nos procedimentos que devem ser adotados pelos colaboradores após a ocorrência deste evento, representados por M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8, M9 e M10. As informações foram compiladas em um questionário, que se encontra com todas as outras informações na tese de Martins (2015), a fim de obter o julgamento de valor dos especialistas e posteriormente as análises.

Na classificação dos modos de falha, foi utilizado o método de CPP proposto por Sant'Anna (2002) e (2015). Para a classificação foram estabelecidas classes com um número variável de perfis. Foi utilizado o software "R" para geração dos resultados.

3. RESULTADOS

Com o uso da CPP foi possível classificar os modos de falhas conforme criticidade para um maior acompanhamento nas ações necessárias dos gestores. Os modos de falhas podem ser observados na figura 01 abaixo em suas respectivas classes de criticidade.

	MÍNIMO	Classificação Central
M1	1,37E-03	3
M2	2,17E-03	2
M3	5,93E-04	3
M4	3,48E-03	2
M5	1,27E-03	3
M6	2,28E-03	3
M7	4,57E-03	4
M8	4,88E-03	3
M9	3,95E-03	3
M10	6,36E-04	3

Figura 1: Classificação central dos modos de falhas

O modo de falha M7, identificado como mais crítico, está contemplado no procedimento de Injeção de Segurança de Alta Pressão. Já M2 e M4 são identificados com um menor nível de criticidade. M2 corresponde à falha manual em atuar as bombas de Água de Alimentação Auxiliar após a falha da partida automática. E M4 corresponde à falha em estabelecer água de alimentação auxiliar pela partida das bombas motorizadas, após perda de energia elétrica externa com falha dos Geradores Diesel Alinhados.

4. DISCUSSÃO

Primeiramente, a análise utilizando a classificação dos modos de falha com uso do CPP identificou como mais crítico M7 e como menos crítico M2 e M4. Após esta análise, foi realizada uma maximização da probabilidade de ocorrência dos modos de falha, ainda com o uso do CPP, de forma a diferenciar a criticidade dos mesmos dentro da própria classe, visto que a maioria dos modos de falha estavam concentrados na classe 3. Nesta análise, o modo M7 permaneceu como mais críticos, demonstrando coerência com a análise anterior. Ainda foi possível observar que os modos de falha com menor criticidade foram M4, M2 e M1. Além disso, a ordenação dos demais modos de falha também pôde ser verificada. Após a coerência das análises apresentadas com o uso do CPP, foi apresentada uma análise estocástica com o uso da Simulação de Monte Carlo. Nesta simulação, foi possível observar faixas de criticidade com 90% de chance de ocorrência, bem como analisar os outputs mais frequentes e exigentes por parte de cada especialista com o uso da distribuição triangular e, tendo em vista os dados de entrada ou cenários benevolentes. Ou seja, está contemplada na simulação a subjetividade no julgamento de valor, que pode variar dependendo do especialista que está realizando a análise. Nesta análise M7 permaneceu novamente dentre os mais críticos. Observou-se ainda a coerência com a identificação de uma criticidade menor em relação aos modos M2 e M4. Entende-se, então, que

as análises, embora apresentem contribuições distintas, são coerentes. Ainda foi realizado o uso da Simulação de Monte Carlo com a distribuição normal e os resultados apresentados foram similares ao da simulação inicial com a distribuição triangular, com exceção de M5 que apresentou um nível de criticidade elevado. As comparações podem ser observadas na figura 02 abaixo.

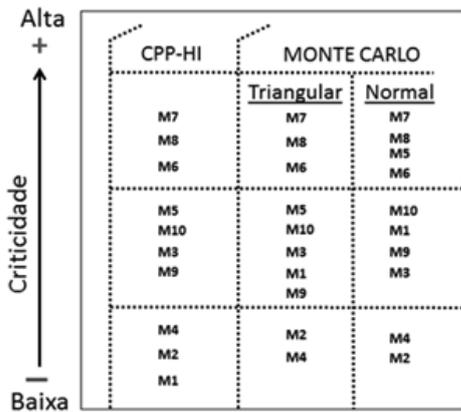


Figura 02: Comparação CPP-HI e Simulação de Monte Carlo

Ainda foi realizada uma simulação com a FMEA tradicional para o estudo dos resultados e comparação com as modelagens que foram propostas. Na FMEA tradicional foram considerados os critérios: Severidade, Detecção e Ocorrência. A moda de cada critério foi considerada para avaliação da criticidade dos modos de falha, desta forma, a partir dos dados de entrada, foi possível a multiplicação dos critérios de cada modo de falha para verificação do output ou RPN, que representa o índice de criticidade. Visto que a escala utilizada varia de 1 a 5 e foram definidos três critérios, o valor máximo de criticidade é 125. Na análise dos resultados dos modos de falhas com as respectivas criticidades (M1-12; M2-14; M3-16; M4-12; M5-16; M6-8; M7-14; M8-14; M9-12 E M10-16), foi possível verificar que há um grande número de empates, o que dificulta a tomada de decisão acerca do modo de falha que se deverá priorizar. Observa-se ainda que, ao utilizar a moda, opiniões e interpretações dos especialistas são descartadas. Além disso, dependendo da variação de um determinado critério, isto pode ocasionar um impacto grande no output final e uma distorção da real criticidade do modo de falha.

5. CONCLUSÃO

A aplicação do estudo na usina nuclear em questão foi acompanhada pelo órgão regulador do País, que acatou as sugestões para abordagem da técnica na análise de outros eventos como forma de mitigar os riscos envolvidos nas operações que necessitam de intervenção humana. A utilização da técnica bem como dos procedimentos motivados pelo estudo visaram eliminar, neutralizar ou reduzir a lesão e os danos decorrentes das atividades nas instalações contribuindo para gestão da segurança e saúde ocupacional.

Uma cultura de alta confiabilidade é relevante principalmente em organizações de alto risco. Neste

sentido o desenvolvimento de técnicas, como a que foi proposta neste estudo, auxiliam no gerenciamento das organizações de alto risco de forma a evitar acidentes.

O desenvolvimento da técnica CPP-HI atribuiu um aspecto mais quantitativo a técnica FMEA, dando suporte com uma modelagem mais robusta para identificação das criticidades dos modos de falha. Além disto a adição dos fatores de confiabilidade humana permitiu a análise com foco no processo, e também com ênfase em que administra ou executa o processo.

A consideração dos fatores humanos, ou de quem administra o processo é reconhecida como importante por diferentes autores: Rasmussen (1997), Hollnagel (2003), Reason (2000), Leveson (2009), dentre outros.

Na modelagem foi realizada ainda uma análise de sensibilidade, com o uso do Método de Monte Carlo de forma a validar os resultados obtidos no CPP-HI.

Como sugestão de estudos futuros, destaca-se a importância de analisar os resultados obtidos com o CPP-HI e comparar com os resultados da THERP, que é a técnica utilizada na usina que serviu de apoio a modelagem. A comparação tem como objetivo um entendimento de futuras contribuições e o que pode não estar sendo considerado na análise atual.

6. REFERÊNCIAS

- Fogliatto, F. S.; Ribeiro, J. L. D. (2009) Confiabilidade e Manutenção Industrial. Porto Alegre: Elsevier
- Fonseca, R. A. (2009) Estudo de Uma Proposta para a Inserção da Experiência Operacional como Ferramenta de Suporte no Plano de Treinamento de Usinas Nucleares. Tese (Doutorado em Engenharia Nuclear), COPPE, UFRJ, Rio de Janeiro.
- HOLLNAGEL, E. (2003) Handbook of Cognitive Task Design. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.
- LEVESON N. (2009) System Safety Engineering: Back to the Future. Cambridge, MA: MIT Press.
- MARTINS, E. F. (2015) Instrumento híbrido aplicado ao estudo da confiabilidade humana em evento de perda de energia elétrica externa em usina nuclear. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) UFF, Rio de Janeiro.
- RASMUSSEN J. (1997) Risk management in a dynamic society: a modeling problem. Safety Science, v.27, p.183-213.
- REASON, J. (2000) Safety paradoxes and safety culture. Injury Control and Safety Promotion, v.7, p. 3-14.
- SANT'ANNA, A. P. (2002) "Aleatorização e composição de medidas de preferências", Pesquisa Operacional, V. 22, p. 87-103.
- SANT'ANNA, A. P. (2015) Probabilistic Composition of Preferences, Theory and Applications. New York: Springer.
- YANG, Z., BONSALL, S., WANG, J. (2008) Fuzzy rule-based Bayesian reasoning approach for prioritization of failures in FMEA. IEEE Transactions on Reliability, v.57, p. 517-528.

Estudo Ergonómico numa Indústria Metalomecânica – O Caso do Posto da Amarração

Ergonomic Study in a Metalworking Industry – The Case of the Mooring Workplace

Martins, Sílvia¹; Oliveira, Ana¹; Carneiro, Paula²; Colim, Ana²

¹School of Engineering, University of Minho, Portugal

²ALGORITMI Centre, School of Engineering, University of Minho, Portugal

ABSTRACT

The continuous search for improvements on working conditions is the starting point of this article. The main objective is to improve the mooring workplace located in a metalworking industry, characterized by the performance of numerous tasks of manual lifting loads. The main indicators that lead us to this analysis are the occurrence of Work related Musculoskeletal Disorders (WRMSD), absenteeism, high turnover rate and workers complaints. The NIOSH equation was applied to evaluate the risk of LMERT to which the workers are exposed and the Anthropometry was used to size the workplace based on the Anthropometric Data of the Adult Portuguese Population. The main results indicate that workplace needs a quick intervention through the mechanical aid because it is not possible to eliminate the manipulation of manual loads.

KEYWORDS: Ergonomics, Metalworking, WRMSD, NIOSH Equation, Anthropometry

1. INTRODUÇÃO

Melhorar as condições de trabalho é o ponto inicial deste artigo, sendo que, para a maioria dos indivíduos, o trabalho é, de todas as atividades, a que ocupa a maior parte das suas vidas (Giddens, 2005). Deste modo, promover o bem-estar e satisfação dos indivíduos no seu posto de trabalho é fundamental. A realização deste estudo apresenta como principal objetivo o melhoramento do posto de trabalho da amarração, situado numa indústria metalomecânica, caracterizado pelas inúmeras elevações manuais de cargas num dia de trabalho. Partindo do objetivo principal, aplicou-se a Ergonomia, que estuda a relação entre o Homem e a sua ocupação, o equipamento e o ambiente em que decorre a sua atividade profissional, no sentido de tornar as tarefas mais fáceis e seguras (Costa & Barroso, 2008).

Relacionadas diretamente com a Ergonomia, as Lesões Musculoesqueléticas Relacionadas com o Trabalho (LMERT) são um dos problemas ocupacionais mais comuns na atualidade, afetando milhões de trabalhadores europeus, com um custo de milhares de milhões de euros para as entidades patronais (EU-OSHA, 2017). As LMERT caracterizam-se por sintomas como: dor, a maior parte das vezes localizada, mas que pode irradiar para áreas corporais; sensação de dormência ou de “formigueiros” na área afetada ou em área próxima; sensação de peso; fadiga ou desconforto localizado; sensação de perda ou mesmo perda de força. As suas causas são várias, ainda que a “sobrecarga biomecânica” ao nível dos tendões, dos músculos, das articulações e dos nervos constitua um importante fator de risco. Essa sobrecarga é composta por vários elementos, nomeadamente: relacionados com a atividade de trabalho; individuais, também chamados co-fatores de risco; organizacionais/psicossociais, que embora sejam igualmente fatores de risco profissionais, são frequentemente abordados separadamente (DGS, 2008).

Pretende-se, com este artigo, estudar o posto de trabalho de amarração situado numa indústria metalomecânica, utilizando a equação NIOSH para avaliar o risco de LMERT. Através da Antropometria pretende-se redimensionar o mesmo, apresentando soluções que conduzam à sua melhoria. A técnica utilizada para o estudo deste posto de trabalho prende-se com a observação direta.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Avaliação de Risco de LMERT

Numa visita ao posto de trabalho de amarração, identificou-se que o principal problema se relaciona com a manipulação manual de cargas, que provoca um grande desgaste físico ao trabalhador. Aqui surge a necessidade de estudar o movimento do corpo humano no exercício da sua atividade, neste caso em particular, a elevação manual de cargas. Pelo exposto, aplicou-se a Equação NIOSH'91 para avaliar o risco de LMERT deste posto de trabalho. Este método baseia-se na definição de um peso máximo recomendado para elevações em determinadas condições ocupacionais (Waters *et al.*, 1994). De acordo com os autores e verificado que as elevações são realizadas em pé, este posto de trabalho obedece às seguintes condições da equação: as elevações são realizadas com as duas mãos; a duração do período de trabalho não é superior a 8h; elevação é feita com suavidade, isto é, sem movimentos bruscos; a elevação não tem restrições à postura mais favorável; boas condições mecânicas são asseguradas por um piso plano e sem obstruções oferecendo boa aderência ao calçado; boas condições térmicas e visuais favoráveis. Através de observação direta e posterior recolha de dados, foram analisadas três tarefas distintas de manipulação manual de cargas realizadas num dia de trabalho, bem como as posturas assumidas pelos trabalhadores. Cada tarefa de manipulação de cargas diz respeito ao enchimento de um

balanceiro. Para o enchimento do balanceiro estão afetos 4 trabalhadores, no entanto a avaliação de risco de LMERT efetuou-se observando 1 trabalhador. Optou-se por calcular o Peso Limite Recomendado para cada tarefa separadamente, visto existirem diferenças significativas entre as características das tarefas.

2.2 O Dimensionamento do Posto de Trabalho

O dimensionamento do posto de trabalho baseou-se em Dados Antropométricos da População Portuguesa Adulta (Barroso *et al.*, 2005). Partindo deste pressuposto, surge a necessidade de estudar a altura a que se deveria situar o balanceiro (elemento essencial deste posto de trabalho), determinando assim o redimensionamento deste posto de trabalho, de modo a satisfazer 95% da população masculina.

3. RESULTADOS

Com base nos autores Costa & Barroso (2008), foram identificados os principais indicadores de potenciais problemas para este posto de trabalho que são: aparente tendência para a ocorrência de acidentes e a ocorrência de lesões por trauma cumulativo (tratadas neste caso internamente por um massagista); absentismo e taxa de rotação elevada; queixas dos trabalhadores e manipulação de cargas e trabalhos de manipulação repetitivos.

O posto de trabalho da “amarração” consiste em suspender peças metálicas, através de arames ou ganchos, em balanceiros, para serem transportados pelas pontes rolantes até aos banhos químicos. Estas peças metálicas podem ser de variadas formas e tamanhos diferentes caracterizando-se em peças metálicas leves e pesadas. Num dia normal de trabalho, os trabalhadores desta secção realizam várias tarefas de manipulação manual de cargas (movimentos de elevação repetitivos com ciclos de menos de 0,5 minutos) que se traduzem no carregamento dos balanceiros. Nesta secção cada turno de 8 horas é composto por 8 trabalhadores (sexo masculino) e fazem em média 23 a 24 balanceiros por dia. 60% do fluxo de trabalho é realizado com peças metálicas de carga superior a 15 kg. A determinação das cargas a elevar é definida pelo fluxo de trabalho e material a galvanizar, não sendo controlada. A análise feita neste posto de trabalho é meramente representativa.

Tabela 1. Tarefas observadas

Tarefas	Frequência elevações	Profundidade Objetos	Peso objetos
1.Objeto J03	6/min	25 cm	14,3 kg
2.Objeto J04	4/min	25 cm	24,4 kg
3.Objeto J05	4/min	7 cm	6 kg

De acordo com o cálculo dos Pesos Limite Recomendados, de cada tarefa individualmente, se o peso das elevações for igual ou inferior que 2,90 kg, 4,99 kg e 5,71 kg, respetivamente, estas condições serão aceitáveis para 99% dos trabalhadores masculinos.

Calculado o risco, através da Equação de NIOSH'91, determinou-se que as tarefas analisadas apresentam riscos para a maioria dos trabalhadores $IE \simeq 4,93$, como indica a Tabela 2, sendo importante uma intervenção a nível ergonómico neste posto de trabalho.

Tabela 2. Interpretação dos valores IE (Índice de Elevação)

≤ 1	Ausência de risco
1.1 – 2,9	Risco para alguns trabalhadores
≥ 3	Risco para a maioria dos trabalhadores

Neste seguimento, e consultando a Tabela de dados Antropométricos da População laboral Portuguesa adulta (Costa & Arezes, 2005), determinou-se o percentil de 5 da altura do ombro para os homens que corresponde ao valor de 1277mm, ao qual somado a correção de calçado de 25mm obtivemos o valor, já arredondado, de 130cm para a altura ideal do balanceiro.

Verificou-se também que a altura inicial das mãos no início da elevação tem um valor muito baixo pois situa-se relativamente perto do chão. Para tarefas de elevação com o peso das tarefas 1 e 2 (Tabela 1), determinou-se a Altura do Punho como indicação para a altura ótima para iniciar a elevação de cargas. Através da consulta à mesma tabela determinou-se o percentil de 95 dos homens, que corresponde a 83 cm, de modo a satisfazer 95% da população masculina.

4. DISCUSSÃO

Não havendo forma de eliminar a necessidade de realização de elevação de cargas, o próximo passo passará pela modificação das condições de elevação de modo a situá-las dentro das exigências físicas aceitáveis, garantindo níveis mínimos de segurança (Costa & Arezes, 2005). Devido à impossibilidade de alterar os pesos das peças, devem ser introduzidos dispositivos mecânicos de ajuda à elevação das cargas ou então a elevação destas peças deve ser feita por mais que um trabalhador.

De uma forma prática pode-se também reduzir o risco de LMERT, alterando o ponto inicial da elevação, colocando a paleta/cesto em cima de mesas elevatórias móveis, onde o trabalhador pode regular a altura de acordo com o posicionamento das peças no cesto/paleta. Sugere-se que o ponto inicial da elevação deva ser igual ou superior à altura do punho, para 95 % da população masculina, que corresponde ao valor de 83 cm. Neste caso, não se elimina o risco de LMERT, no entanto melhora-se o método de trabalho. Ao utilizar esta medida, sugere-se que sejam eliminadas todas as barreiras horizontais, neste caso, utilizar somente paletes e eliminar os cestos, de forma facilitar a elevação da carga. Reduzir a frequência das manipulações também levaria a uma melhoria das tarefas.

Tendo em conta o dimensionamento deste posto de trabalho, o balanceiro deveria situar-se a uma altura máxima de 130 cm. No entanto, a altura proposta não é compatível com o balanceiro por três motivos. O primeiro é que o balanceiro tem uma largura de 120 cm, o que impede que o trabalhador se consiga deslocar por debaixo

do mesmo, não permitindo o seu pleno enchimento. O segundo é que existem formatos variados de peças, podendo algumas ter altura superior a 130 cm. O terceiro motivo prende-se com a impossibilidade de modificação da largura do balanceiro. A modificação do mesmo levaria à alteração de todo o processo produtivo, ou seja, levaria não só à modificação dos balanceiros como à modificação das tinas dos ácidos e forno de galvanização, já não havendo necessidade da sua dimensão, e consequente quantidade de enchimento de ácidos e zinco, que levaria a desperdícios, bem como a elevados custos. Deste modo conclui-se que modificar o balanceiro não será opção.

Este posto de trabalho precisa de uma rápida intervenção. Projetar algo com grande facilidade de execução é o próximo passo. É aqui que surge a ideia de implementar um engenho mecânico, como por exemplo, um braço mecânico suspenso no teto que ajudaria o trabalhador na elevação da peça desde o ponto inicial até ao balanceiro. Outra solução passaria por modificar os ganchos usados neste posto de trabalho, ou seja, implementar uma mola resistente nos mesmos, de forma a que esta estique e encolha. Neste caso a mola passaria por não obrigar o trabalhador a exercer força sobre a mesma. Uma terceira opção, que implicaria custos mais elevados, seria implementar uma plataforma elevatória ao nível do solo, que se deslocasse por debaixo do balanceiro e que elevasse as paletes, de modo a que o trabalhador não pegasse na peça e apenas necessitasse de encaixar a peça no gancho/arame. As soluções apresentadas devem sempre ser criadas com o apoio e cruzamento da Antropometria com a Ergonomia e *Design*. Qualquer novo processo implementado deve ser acompanhado de disponibilização de informação ao trabalhador, bem como a respetiva formação. Devem ser indicadas as melhorias na execução das tarefas bem como os benefícios que pode trazer para o trabalhador.

5. CONCLUSÃO

Em conclusão, os resultados obtidos sugerem que o auxílio mecânico neste posto de trabalho é algo imprescindível, precisando este de intervenção imediata. Apresentar soluções para o melhorar e promover o bem-estar do trabalhador é essencial. Isto levará a uma maior satisfação do mesmo, trazendo como consequência a sua permanência na empresa. A sua permanência fará com que o investimento feito pelo empregador para com o seu funcionário não tenha sido desperdiçado.

Partindo da realização deste artigo, sugere-se à empresa a continuação deste projeto envolvendo os seus trabalhadores na implementação de novas soluções, de modo a ter em conta as suas necessidades e os seus pontos de vista quanto à forma como o local de trabalho deve estar organizado, o que resultaria na produção de informação por parte dos mesmos. É de salientar que o cumprimento da legislação portuguesa é importante de forma a regular a saúde e segurança no trabalho.

Para concluir, considera-se que, para complementar este estudo, deve ser feita uma análise relativa à necessidade fisiológica de períodos de repouso adequados

aos trabalhadores no posto de trabalho da amarração, entrando no âmbito da Fisiologia Ocupacional.

6. REFERÊNCIAS

- Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho (2017). *Lesões musculoesqueléticas*. Consultado a 15/11/2017, disponível em <https://osha.europa.eu/pt/themes/musculoskeletal-disorders>
- Barroso, M. P., Arezes, P. M., da Costa, L. G., & Miguel, A. S. (2005). Anthropometric study of Portuguese workers. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 35(5), 401-410. doi:10.1016/j.ergon.2004.10.005
- Costa, L. G., & Arezes, P. M. (2005). *Ergonomia e Antropometria: Conceitos Básicos e Aplicação*. Guimarães: Escola de Engenharia da Universidade do Minho.
- Costa, L. G., & Arezes, P. M. (2005). *Introdução à Elevação Manual de Cargas*. Guimarães: Escola de Engenharia da Universidade do Minho.
- Costa, L. G., & Barroso, M. P. (2008). *Introdução à Ergonomia e Abordagem Ergonómica de Sistemas*. Guimarães: Grupo de Engenharia Humana do Departamento de Produção e Sistemas da Universidade do Minho.
- Direção-Geral da Saúde (2008). *Lesões Musculoesqueléticas Relacionadas com o Trabalho – Guia de Orientação para a Prevenção*. Consultado a 12/11/2017, disponível em <https://taslogado.files.wordpress.com/2016/05/lesc3b5es-musculoesquelc3a9ticas-relacionadas-com-o-trabalho-guia-de-orientac3a7c3a3o-para-a-preven3a7c3a3o.pdf>
- Giddens, A. (2007). *Sociologia*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 5ª Edição.
- Waters, Thomas R. & Putz-Anderson, Vern & Garg, Arun (1994). *Applications Manual For The Revised NIOSH Lifting Equation*, U. S. Department of Health and Human Services, 4-14.

Caraterização do Ambiente Térmico na Indústria da Ourivesaria e Joalheria e na Indústria da Alimentação e Bebidas

Characterization of the Thermal Environment in the Gold and Jewellery Industry and in the Food and Beverage Industry

Sampaio, Cláudia; Laranjeira, Paulo; Rebelo, Mário; Lopes, Miguel
CIICESI, ESTG, Politécnico do Porto, Portugal

ABSTRACT

The aim of this article is to characterise the exposure of workers from 20 (10+10) companies of two different sectors of Portuguese industry (jewelry and watch making industry and food and drink industry) regarding thermal comfort in the workplace and to determine the environmental and personal indicators of thermal comfort and the parameters of influence on the well-being of workers. The present work is not completed and conclusive on matters, nevertheless is a starting point for subsequent work, mainly due to an may be unexpected result for majority of readers: the level of satisfied workers in the jewelry and watch making industry is considerably lower than in food and drink industries.

KEYWORDS: environment; thermal comfort; health; worker

1. INTRODUÇÃO

O ambiente térmico é definido como o conjunto das variáveis térmicas do posto de trabalho que influenciam o organismo do trabalhador, o que o torna um fator importante que intervém de forma direta ou indireta no bem-estar e saúde do trabalhador, afetando assim a realização das tarefas laborais que lhe estão atribuídas e como tal, desempenha um papel importante na melhoria das condições de trabalho.

O ser humano é homeotérmico, ou seja, para sobreviver necessita de manter a temperatura interna do organismo (cérebro, coração e órgãos do abdómen), esses valores são aproximadamente ($37^{\circ} \pm 0,8^{\circ}\text{C}$), o que obriga a que o fluxo de calor produzido ou recebido pelo organismo seja igual ao fluxo de calor cedido pelo organismo e pelo meio que o rodeia.

Para existir um equilíbrio essencial levando a um ambiente térmico saudável, a temperatura média ideal deve estar compreendida entre 18° e 22° , e a humidade deve oscilar entre 50% e 70%.

Quando verificamos resultados não compreendidos dentro destes intervalos, significa que os trabalhadores expostos a esses valores sentem desconforto térmico, originando sensações de frio bem como sensações de calor.

Um ambiente térmico desajustado pode dar origem a desconforto e mal-estar psicológico, absentismo elevado, redução da produtividade, aumento da frequência de acidentes e a efeitos fisiológicos

Os estudos em conforto térmico visam principalmente analisar e estabelecer as condições necessárias para a avaliação e conceção de um ambiente térmico adequado às atividades e ocupação humanas, bem como estabelecer métodos e princípios para uma detalhada análise térmica de um ambiente. Convém ressaltar que devido à variação biológica entre as pessoas, é impossível que todos os ocupantes do ambiente se sintam confortáveis termicamente, procurando sempre criar condições de conforto para um grupo, ou seja, condições nas quais a

maior percentagem das pessoas esteja em conforto térmico.

Para a estimativa do estado de conforto ou desconforto em ambientes térmicos quentes ou frios podem utilizar-se os índices PMV (*Predicted Mean Vote*) e PPD (*Predicted Percentage Dissatisfied*) os quais estão definidos na norma ISO 7730 - *Ergonomics of the thermal environment - Analytical determination of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and thermal comfort criteria*.

O índice PMV (voto médio previsível) representa o valor médio dos votos de um grupo numeroso de pessoas em termos de sensação térmica, segundo uma escala de 7 pontos (-3,0 muito frio a +3,0 muito quente, sendo 0 neutro).

O PPD, por sua vez, estabelece uma previsão de carácter quantitativo da percentagem de pessoas termicamente insatisfeitas, as quais se sentem nos extremos, ou muito frias, ou muito quentes.

Consideram-se assim as pessoas termicamente insatisfeitas todas as pessoas que vão votar quente ou fria na escala referente à sensação térmica.

Os riscos relacionados com o ambiente térmico resultam da dificuldade do corpo manter a temperatura normal (homeotermia), conseguida através da dissipação para o ambiente do calor produzido internamente (metabolismo).

Este processo depende, fundamentalmente, das condições ambientais (temperatura do ar, humidade relativa do ar ou pressão parcial de vapor, temperatura média radiante das superfícies vizinhas e velocidade do ar) e do metabolismo dependente da atividade desenvolvida pelo trabalhador (leve, moderada ou pesada).

No estudo do ambiente térmico, devem considerar-se duas situações:

- Stress térmico ocasionado pela exposição do corpo humano a temperaturas extremas, podendo causar graves alterações fisiológicas, tais como: vasodilatação sanguínea (aumenta o fluxo sanguíneo cutâneo e, conseqüentemente maior é

a troca de calor), ativação das glândulas sudoríparas (provocam um aumento das trocas de calor pela passagem do suor do estado líquido a vapor), ativação da circulação sanguínea periférica;

- Conforto térmico que reflete a influência do ambiente de trabalho e do tipo de tarefa executada no bem-estar do indivíduo.

2. METODOLOGIA

O programa «Prevenir – Prevenção como Solução», foi desenvolvido pela AEP – Associação empresarial de Portugal e pela ACT – Autoridade para as condições do trabalho e com o apoio do POAT – Programa operacional de assistência técnica, tendo como principal objetivo apoiar as empresas na implementação de medidas que permitam atingir os níveis de eficiência operacional desejados, em termos de segurança e saúde no trabalho.

Foram analisados estatisticamente dados provenientes dos boletins do conforto térmico elaborados pelo Laboratório de Ensaios Ambientais do Instituto de Desenvolvimento e Inovação Tecnológica (IDIT) e cedidos pela AEP, no âmbito do programa Prevenir, de uma amostra de vinte empresas de dois setores da indústria portuguesa, nomeadamente:

- Indústria de joalharia, ourivesaria e relojoaria (2010 e 2011): 10 empresas;
- Indústria alimentação e das bebidas (2009 e 2010): 10 empresas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Indústria da joalharia, ourivesaria e relojoaria

A indústria da joalharia, ourivesaria e relojoaria é um setor da indústria portuguesa com grande tradição, pois é um setor maduro com grande potencial crescimento. Tem uma forte implantação e componente histórica no nosso país, mais especificamente na zona norte.

Este setor envolve uma extensa variedade de operações unitárias, no entanto, podemos verificar que muitas delas são comuns a vários setores de atividade, tais como, fundição, polimento e acabamento.

A presente indústria abrange diversas atividades, todas elas com a classificação de atividades económicas (CAE) 32123.

Da amostra analisada verifica-se, no que concerne à avaliação do conforto térmico existente nos postos de trabalho, 24% dos postos de trabalho avaliados apresentam um índice de PMV de muito quente, 33% são quentes, 30% ligeiramente quentes e apenas 13% dos postos de trabalho apresentam um ambiente térmico neutro (ver Figura 1).

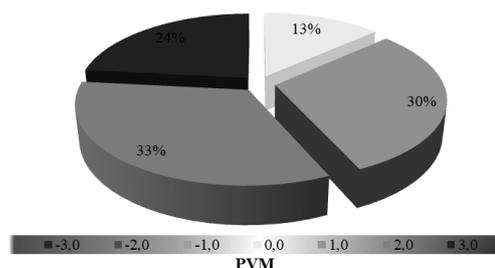


Figura 1 – PMV do setor da joalharia, ourivesaria e relojoaria.

Relativamente ao índice de PPD (ver Figura 2), pode constatar-se que em 57% dos postos de trabalho avaliados é exetável que mais de 50% dos trabalhadores estejam insatisfeitos com o ambiente térmico e que em 30% dos postos de trabalho avaliados a percentagem de trabalhadores insatisfeitos é superior a 10%. Apenas em 13% dos postos de trabalho avaliados é exetável que a percentagem de trabalhadores insatisfeitos com o ambiente térmico seja inferior a 10%.

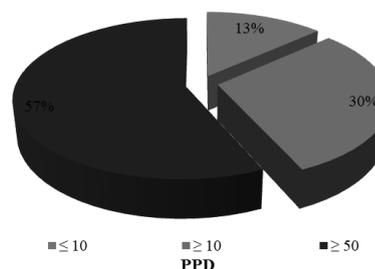


Figura 2 – PPD do setor da joalharia, ourivesaria e relojoaria.

A generalidade das empresas não aplica qualquer programa de medidas direcionadas a diminuir o desconforto térmico dos seus trabalhadores.

3.2 Indústria da Alimentação e Bebidas

A indústria da alimentação e bebidas portuguesas cresce 9% ao ano, tornando esta área na indústria transformadora uma das que mais contribui para economia nacional, sendo o segundo setor que mais emprega em Portugal.

As instalações das empresas são compostas por um conjunto de locais/postos de trabalho onde os trabalhadores exercem diferentes atividades. Como tal, estas deverão cumprir um conjunto de requisitos legais e normativos com o objetivo de promover um ambiente de trabalho seguro e mais produtivo.

Devem ter-se em conta não só os fatores físicos, como também os climas social e psicológico do local de trabalho, e sua influência na saúde, bem-estar e qualidade de vida do trabalhador.

No presente estudo foram consideradas dez empresas deste setor, com CAE diversos (10203, 10204, 11021, 10412, 10510, 10711, 10912 e 11050).

Da amostra analisada pode verificar-se, no que diz respeito à avaliação do conforto térmico existente nos postos de trabalho deste setor, que 3% apresentam ambientes ligeiramente quentes, 48% ambientes frios, 13% ambientes muito frios e apenas 36% dos postos de

trabalho possuem condições termo higrométricas neutras (ver Figura 3).

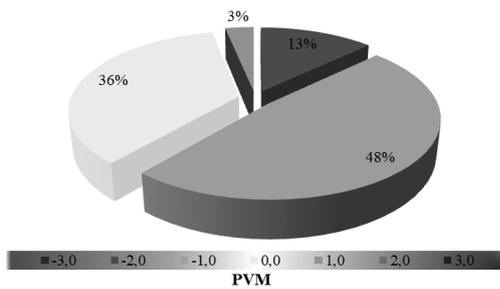


Figura 3 – PMV do setor da alimentação e das bebidas.

Relativamente ao índice de PPD (ver Figura 4) verifica-se que em 61% dos postos de trabalho avaliados é exetável uma percentagem de trabalhadores insatisfeitos superior a 10% e em 7% dos postos de trabalho é exetável uma percentagem de trabalhadores insatisfeitos com o ambiente térmico dos seus postos de trabalho superior a 50%. Apenas 32% dos postos de trabalho avaliados apresentam um ambiente térmico em que a percentagem de trabalhadores insatisfeitos é inferior a 10%.

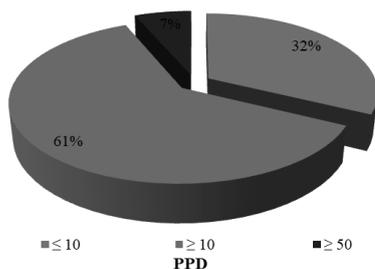


Figura 4 – PPD do setor da alimentação e das bebidas.

A generalidade das empresas não aplica qualquer programa de medidas direccionadas a diminuir o desconforto térmico dos seus trabalhadores.

4. CONCLUSÕES

O presente trabalho teve como objetivo a caracterização da exposição dos trabalhadores de 20 empresas de dois sectores diferentes da indústria portuguesa relativamente ao conforto térmico no ambiente de trabalho e determinar os indicadores ambientais e pessoais de conforto térmico e os parâmetros de influência sobre o bem-estar dos trabalhadores.

Nos dados das amostras, podemos verificar que nas indústrias do setor da joalheria, ourivesaria e relojoaria, apenas 13% dos postos de trabalho encontram-se num ambiente térmico neutro, que é o ideal, e a percentagem de postos de trabalho ligeiramente quentes, quentes ou muito quentes é de 87%. Neste setor, a percentagem de postos de trabalho em que mais de 10% dos trabalhadores estão insatisfeitos com o seu ambiente térmico é igualmente de 87%.

Enquanto nas indústrias de alimentação e bebidas, apenas 36% dos postos de trabalho apresentam um ambiente térmico neutro, e a percentagem de postos de

trabalho em que mais de 10% dos trabalhadores estão insatisfeitos com o seu ambiente térmico é igualmente de 68%. O ideal seria proporcionar ao trabalhador um ambiente de conforto térmico, ou seja, um ambiente neutro, onde a produção do calor metabólico é equilibrada através de desperdícios de calor sensível (por convecção, radiação ou condução), pelas perdas de calor respiratório e pela transpiração, para que com isto o trabalhador não tenha de sofrer com o calor ou com o frio.

5. RECOMENDAÇÕES

Sugerem-se algumas recomendações aos setores estudados relativamente ao ambiente térmico, tais como:

- Instalação de refrigeradores para o ar renovado;
- Rotação periódica do pessoal exposto;
- Uso de vestuário adequado, bem ventilado e flexível;
- Vigilância médica dos trabalhadores expostos a ambientes térmicos excessivos;
- Existência de isolamento térmico;
- Pavimentos, tetos e paredes resistentes a variações térmicas;
- Utilização de ecrãs protetores de energia radiante;

É de extrema importância referir que além das medidas anteriormente descritas há que ter em conta as variantes individuais dos trabalhadores, tais como:

- Idade superior a 45 anos (a sua capacidade de alcançar a temperatura normal é mais lenta aos cessada aa exposição);
- Obesidade (menos capacidade de perda de calor).

6. REFERÊNCIAS

- AEP (2011). Caracterização do sector Industrial da Alimentação e das Bebidas Segurança e Saúde no trabalho. Multitema.
- Eurisko (2011). Caracterização do sector Industrial da Alimentação e das Bebidas Segurança e Saúde no trabalho. Leça da Palmeira: AEP.
- Eurisko (2011). Caracterização do Sector Indústria da Joalheria, Ourivesaria e Relojoaria Segurança e Saúde no Trabalho. Leça da Palmeira: AEP.
- ISO 7730 (2005). *Ergonomics of the thermal environment - Analytical determination of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and thermal comfort criteria.*
- Miguel, A. S. (2010). Manual de Higiene e Segurança do Trabalho. Porto: Porto Editora.

A influência das condições geológicas na concentração de radão no ar interior dos estabelecimentos termais

The influence of geological conditions on radon concentration in the indoor air of thermal establishments

Silva, Ana^{1,2}; Dinis, Maria de Lurdes^{1,2}

¹CERENA-Polo FEUP - Centre for Natural Resources and the Environment, Faculty of Engineering, University of Porto;

²PROA/LABIOMEPEP - Research Laboratory on Prevention of Occupational and Environmental Risk; Faculty of Engineering, University of Porto.

ABSTRACT

A exposição ao radão é considerada a causa de várias mortes por cancro do pulmão, uma vez que a população humana está continuamente exposta a radiação natural, maioritariamente exposta ao radão produzido a partir da decomposição do urânio. Vários estudos permitem concluir que existe uma correlação significativa entre os fatores geológicos e a concentração de radão no ar interior. O objetivo deste estudo foi avaliar a concentração de radão no ar interior de 16 estabelecimentos termais portugueses, entre 2011 e 2015 e interpretar os resultados com base no enquadramento geológico. Os resultados obtidos para a concentração de radão no ar interior situam-se entre os 73-4335 Bq/m³. Em média (721 Bq/m³), as concentrações de radão no ar interior dos estabelecimentos termais são superiores ao nível de referência previsto na Diretiva 2013/59/EURATOM, 300 Bq/m³.

KEYWORDS: Radon, geology, thermal establishments, ventilation

1. INTRODUÇÃO

A exposição ao radão é considerada a causa de várias centenas de mortes por cancro de pulmão todos os anos na Europa (UNSCEAR, 2000; OMS, 2007).

A população humana está continuamente exposta a radiações ionizantes de várias fontes naturais que podem ser classificadas em duas categorias: i) contribuição cósmica: raios cósmicos de alta energia incidentes sobre a atmosfera da Terra e libertação de radiação secundária; ii) contribuição terrestre: nuclídeos radioativos formados durante a formação da Terra e ainda presentes na crosta terrestre, principalmente famílias radioativas de urânio e tório juntamente com potássio (⁴⁰K), que é um isótopo radioativo de longa duração do potássio elementar. O radão é um gás nobre, natural, gerado pelo decaimento radioativo do rádio, que por sua vez é um elemento de decaimento do U²³⁸. O mapa europeu (Figura 1) e nacional identifica as áreas em que provavelmente haverá elevadas concentrações de radão no ar interior, tornando assim, uma ferramenta útil para todas as entidades, principalmente em locais em que existam poucas medidas de concentração de radão no ar interior.

Existem vários estudos acerca da influência da estrutura geológica nos níveis de radão no ar interior dos edifícios, e especificamente em Portugal, refira-se como exemplo, Pereira (2003) que realizou vários trabalhos de investigação em diversas áreas urbanas da região centro de Portugal, designadamente análises de urânio nas rochas e mais de um milhar de determinações da concentração de radão no solo e concentração de radão no interior de várias habitações (Gulan, et al., 2017; Sun et al., 2017).

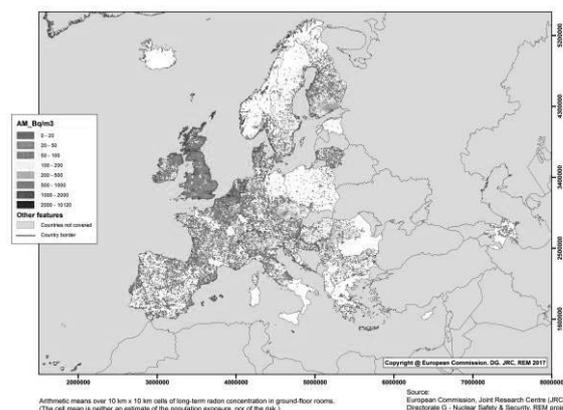


Figura 1 – Concentrações de radão no ar interior na Europa, Agosto, 2017.

Os estudos desenvolvidos por este autor permitiram concluir que existe uma correlação significativa entre os fatores geológicos e a concentração de radão nas habitações, sendo a concentração de radão mais elevada em rochas graníticas onde o urânio se encontra fixado em suportes mineralógicos próprios, bem como em estruturas mineralizadas em urânio, geralmente em caixas de falha (Pereira et al., 2003; Pereira et al., 2006; Chen et al. 2017; Stefan et al., 2017; Abente-López et al. 2018).

Este trabalho teve como objetivo interpretar os resultados obtidos através da medição da concentração de radão no ar interior de 16 estabelecimentos termais, relacionando-os com as condicionantes geológicas.

2. MATERIAS E MÉTODOS

A concentração de radão no ar interior foi avaliada em diversos locais de cada estabelecimento termal (área de vapores, duche vichy, ORL e piscina termal). Na avaliação da concentração de radão no ar interior foram utilizados os detetores CR-39, pequenos dispositivos

inseridos dentro de câmaras de difusão, (4.5 cm de altura, de 2 cm de diâmetro) por períodos médios de exposição de 40 dias, entre 2012 e 2015.

Os detetores CR-39 foram colocados em cada local a cerca de 1 metro de altura do solo. Após o período de exposição, os detetores foram recuperados e enviados para o Laboratório Radioatividade Natural da Universidade de Coimbra para análise. O processo de revelação dos detetores é feito com ataque químico usando uma solução a 25 % de NaOH a 90 °C, durante 270 minutos (Silva et al., 2016).

3. RESULTADOS

3.1 *Enquadramento geológico estrutural*

A maioria das nascentes termais existentes em Portugal Continental (com temperaturas de emergência entre os 20 °C e os 76 °C) encontram-se localizadas na região Norte/Centro do País, fruto das características geológicas e estruturais distintas da restante parte do território Português.

Em Portugal Continental podemos localizar três unidades fundamentais, distintas, quer do ponto de vista cronológico, quer da estrutura de terrenos. Essas unidades morfoestruturais são: i) Maciço Hespérico; ii) Orlas Mesocenozóica Ocidental ou Lusitana e Orla Meridional ou Algarvia e iii) Bacia Cenozóica do Tejo e do Sado, pelo que as ocorrências de águas termais apresentam características consideravelmente distintas (Figura 2).

Relativamente ao Maciço Hespérico, as nascentes termais encontram-se preferencialmente localizadas ao longo de alinhamentos de orientação NNE, NE e ENE e associadas a rochas granitóides e xistentas, assim como a filões quartzosos ricos de mineralização de sulfuretos. Tratam-se de águas essencialmente sulfúreas, fracamente mineralizadas, encontrando-se algumas bicarbonatadas e gasocarbónicas, estas últimas apresentando mineralização elevada. As águas hipossalinas parecem correlacionar-se, principalmente, com ambientes geológicos onde predominam rochas quartzíticas.

No caso da Orla Mesocenozóica Ocidental a geologia é dominada por extensas formações sedimentares. Estas águas são cloretadas-bicarbonatadas-sódicas, sendo de realçar igualmente a presença de águas termais sulfatadas-cálcicas.

Na Orla Mesocenozóica Ocidental ou Lusitana e Orla Meridional as águas termais são essencialmente bicarbonatadas-sódicas e bicarbonatadas-cálcicas devido à interação com rochas ígneas e sedimentares, respetivamente.

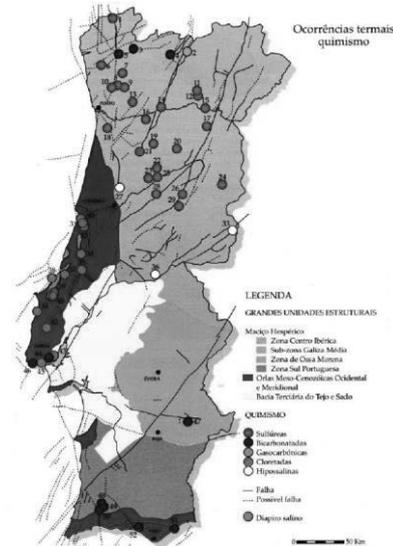


Figura 2 - Localização das ocorrências termais de Portugal Continental e sua relação com as grandes unidades estruturais (IGM, 1998).

3.2 *Concentração de radão no ar interior*

Foram realizadas 102 medições para avaliação da concentração de radão no ar interior de 16 estabelecimentos termais em Portugal (Tabela 1).

Tabela 1 – Concentração de radão no ar interior de 16 estabelecimentos termais (Bq/m³)

N. ET	N.º total medições	Média Máximo Mínimo		
		Bq/m ³		
16	102	721	4335	73

Em média a concentração de radão obtida nos estabelecimentos termais foi de 721 Bq/m³, superior a 300 Bq/m³, nível de referência previsto na Diretiva 2013/59/EURATOM.

Os valores da concentração de radão no ar interior dos estabelecimentos termais portugueses (16) variam entre 73 e 4335 Bq/m³.

4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A principal razão para estes resultados deve-se ao enquadramento geológico dos estabelecimentos termais, nomeadamente pelo facto de se situarem numa região granítica.

Apesar da condicionante geológica ser predominantemente granítica, em 18 % dos estabelecimentos termais os níveis da concentração de radão no ar interior foram inferiores aos níveis de referência recomendados pela UE. Nestes casos, a explicação para este facto deve-se ao eficaz sistema de ventilação existente no interior do estabelecimento termal (sistema de ventilação mecânico).

Por exemplo, o valor da concentração de radão no ar interior de 4335 Bq/m³ foi obtida num posto de trabalho de inalação/pulverização, num estabelecimento termal situado na dependência da fratura do maciço de direção dominante NE-SW.

Na maioria dos estabelecimentos termais os resultados mais elevados da concentração de radão no ar interior foram obtidos durante o período de inverno, o que é coerente com a literatura consultada e outros estudos desenvolvidos, em que a concentração de radão no ar interior no outono/inverno é superior à concentração de radão no ar interior na primavera/verão.

5. CONCLUSÕES

As elevadas concentrações de radão no ar interior podem ser explicadas pelo enquadramento geológico, maciço hespérico, em que se situam os estabelecimentos termais alvo deste estudo.

Contudo, um conjunto de medidas devem ser adotadas pelos responsáveis dos estabelecimentos termais: i) melhorar as condições de ventilação dos edifícios dos estabelecimentos termais; ii) implementar um sistema de vigilância, monitorização e proteção radiológica dos trabalhadores dos estabelecimentos termais.

6. REFERÊNCIAS

- Abente-López, G., Núñez, O., Fernández-Navarro, P., Barros-Dios, J.M., Martín-Méndez, I., Bel-Lan, A., Locutura, J., et al. (2018). Residential radon and cancer mortality in Galicia, Spain, *Science of the Total Environment* 610-611: 1125-1132.
- Chen, J. and Ford, K.L. (2017). A study on the correlation between soil radon potential and average indoor radon potential in Canadian cities, *Journal of Environmental Radioactivity*, 166: 152-156.
- Friedmann, H., Baumgartner, A., Bernreiter, M., Graser, J., Gruber, V. et al. (2017). Indoor radon, geogenic radon surrogates and geology – investigations on their correlation, *Journal of Environmental Radioactivity*, 166: 382-389.
- Gulan, L., Stajic, J.M., Bochicchio F., Carpentieri, C., Milic, G., Nikezic, D., Zunic, Z.S. (2017), *Environmental Science and Pollution Research*, 24: 19561-19568.
- OMS - Organização Mundial da Saúde (2007). Radon and cancer. Fact Sheet Nr. 291. WHO, Genève.
- Pereira, A.J.S.C., Neves, L.J.P.F., Godinho, M.M., Dias, J.M.M. (2003). Natural radioactivity in Portugal: Influencing geological factors and implications for land use planning. *Radioprotecção* 2(2-3): 109-120. ISSN 0874-7016.
- Pereira, A.J.S.C., Neves, L.J.P.F. (2006). Radon in Portugal, 9th International Symposium on Metal Ions in Biology and Medicine, Lisboa, Maio, 19-23, 2006.
- Silva, A.S. & Dinis, M.L. (2016a). Measurements of indoor radon and total gamma dose rate in Portuguese thermal spas Book chapter in: *Occupational Safety and Hygiene IV*, Eds. P. Arezes, J. S. Baptista, M. Barroso, P. Carneiro, P. Cordeiro, N. Costa, R. Melo, A. S. Miguel, G. Perestrelo, pp.485-489, ISBN 978-1-138-02942-2, London: Taylor & Francis.
- Silva, A.S., Dinis, M.L., Pereira, A.J.S.C., Fiúza, A. (2015). Radon levels in Portuguese thermal spas. Proceedings of the: “Third International Conference on Radiation and Application in Various Fields of Research, RAD2015”, Budva, Montenegro, June 08-12, 2015.
- Stefan, F., Tiberius, D., Bety-Denissa, B., Mircea, M., Kinga, S., Anca, T. (2017). Indoor radon related with the geology in Romanian urban agglomerations (Cluj-Napoca), 2:29-36.
- Sun, X., Yang, Pengtao, Y., Xiang, Y., Si, X. and Liu, D. (2017). Across-fault distributions of radon concentrations

in soil gas for different tectonic environments, *Geosciences Journal*, pp. 1-13.

UNSCEAR (2000) United Nations Scientific Committee on Effects of Atomic Radiation, Sources and Effects of Ionizing Radiation. United Nations, New York, United States publication. E.00.IX.3

Acidentes na Indústria da Construção em Portugal – Período entre 2008 e 2015

Construction Industry Accidents in Portugal – Period Between 2008 and 2015

Bastos, Pedro; Ferreira, Miguel (Universidade Fernando Pessoa)

ABSTRACT

In this paper, we intend to deal with the topic of work health and safety in the Construction sector in Portugal. Since this sector has a high number of work-related accidents and a high mortality rate, there is an urgent need for gathering information concerning work-related accidents. Furthermore, it is of paramount importance that we interpret the meaning of the statistical data conveyed by the relevant organizations concerning these accidents.

The choice of this topic relates to the need of contributing to a greater awareness of a “culture of prevention” in this area. Our research was developed following the collection, compilation and analysis of statistical data concerning work-related accidents in the period between 2008 and 2015, obtained from official sources such as Gabinete de Estratégia e Planeamento [*Strategy and Planning Office*], Associação dos Industriais da Construção Civil e Obras Públicas [*Association of the Construction and Public Works Industrialists*] and Federação Portuguesa da Indústria da Construção e Obras Públicas [*Portuguese Federation of the Construction and Public Works Industry*].

The results show that the number of work-related accidents, as well as the number of workers and job sites has been decreasing throughout the last few years. On the other hand, when we cross the number of accidents with the number of workers/job sites for each year, we observe an increase in the accident rate.

From the results obtained, we conclude that the statistical data conveyed should be read based on a relative approach, which allows us to conclude that the number of work-related accidents that happened in this sector by worker/job site and by year has not been decreasing. It thus seems pertinent to proceed with the efforts to change this trend.

KEYWORDS: construction; work health and safety; work-related accidents; relative approach; prevention

1. INTRODUÇÃO

O setor da Construção Civil, sendo uma área fortemente empregadora, parece estar associado a um elevado número de acidentes de trabalho que persistem no tempo, não obstante a aprovação de uma panóplia de diplomas legais e a implementação de sistemas de gestão da Segurança e Saúde no Trabalho (SST) pelas empresas (Bastos, 2017). Em 2014, o setor em análise tinha o mais elevado índice de mortalidade laboral europeu (Eurostat, 2014), pelo que é premente investir-se nesta área. Assim, O estudo dos acidentes de trabalho potencia a produção de conhecimento necessário para orientar a ação de informação e controlo, no domínio da SST. Pode ainda, criar oportunidades para que todos os intervenientes do processo construtivo elaborem e/ou corrijam as medidas de prevenção, de modo a evitar futuros acidentes (Bastos, 2017). Neste contexto autores como Hämäläinen et al. (2009) referem que os dados estatísticos são um ponto de partida para o trabalho em segurança, assim como fundamentais para a prevenção de acidentes. Também Miguel (2014, p.41) enfatiza a importância da estatística neste domínio, dizendo que esta “constitui o método mais frequente de análises de riscos, permitindo ao especialista de segurança um conhecimento efetivo da sinistralidade laboral e consequente definição de prioridades no controlo dos diferentes riscos”

O presente artigo tem como objetivo “Sensibilizar para a promoção da SST no setor da Construção Civil”, a partir da interpretação do significado dos dados estatísticos sobre os acidentes de trabalho neste mesmo setor. Para tal formulou-se a seguinte hipótese: “O estudo da ocorrência de acidentes de trabalho deve ser efetuado a partir de uma análise relativa”.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido a partir de pesquisas quantitativas de cariz documental, com base em dados recolhidos de fontes oficiais. A informação referente à população empregada foi obtida a partir da Federação Portuguesa da Indústria da Construção e Obras Públicas (FEPICOP). No que diz respeito ao licenciamento das obras foi efetuado um estudo de documentação proveniente da Associação dos Industriais da Construção Civil e Obras Públicas (AICCOPN). A informação estatística sobre os acidentes de trabalho teve como fonte o Gabinete de Estratégia e Planeamento (GEP).

Os dados obtidos possibilitaram a análise e a compilação de informação relativa aos acidentes de trabalho no setor da Construção Civil, em Portugal. Cruzaram-se os números de acidentes de trabalho com o número de trabalhadores, bem como, com o número de obras no período que compreende o intervalo entre 2008 e 2015.

3. RESULTADOS

A mão de obra é um elemento fundamental no setor da Construção que depende de variados fatores, nomeadamente, do investimento e consequentemente de carteiras de encomendas das empresas. Como é possível observar-se na Tabela 1, através de dados recolhidos, desde 2008, o emprego tem sofrido um decréscimo bastante acentuado, somente contrariado em 2015, quando se verificou um ligeiro aumento.

Tabela 1 - População empregada no Setor da Construção entre 2008 e 2015

Ano	População	Ano	População
2008	555100	2012	357200
2009	505600	2013	300500
2010	482500	2014	275800
2011	440300	2015	277500

Fonte: FEPICOP (2011, 2014, 2015, 2016)

Relativamente ao licenciamento municipal de obras, segundo o Relatório e Contas de 2015 da AICCOPN, entre 2008 e 2015, verificou-se uma significativa diminuição, cerca de 62%, conforme se pode observar na Tabela 2.

Tabela 2 - Licenciamento de obras entre 2008 e 2015

Ano	População	Ano	População
2008	39202	2012	21280
2009	30962	2013	16310
2010	28020	2014	15458
2011	25035	2015	14736

Fonte: AICCOPN (2015)

A Tabela 3, apresenta-nos os dados relacionados com o número total de acidentes de trabalho, número de acidentes não mortais e número de acidentes mortais verificados no setor da Construção Civil.

Tabela 3 - Acidentes de trabalho, no setor da Construção entre 2008 e 2015

Ano	Mortais	Não Mortais	Totais
2008	78	46946	47024
2009	76	45042	45118
2010	67	44237	44304
2011	57	38515	38572
2012	55	28038	28093
2013	42	26393	26435
2014	43	27266	27309
2015	48	28539	28587

Fonte: GEP (2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017)

É possível observar-se uma diminuição dos acidentes de trabalho, tanto mortais como não mortais, de 2008 a 2013, verificando-se um aumento dos mesmos em 2014 e 2015.

Os dados estatísticos em termos absolutos podem-nos induzir em erro, pois nos exemplos apresentados, tudo leva a concluir que o número de acidentes de trabalho, no setor da construção, diminuiu significativamente, cerca de

39%. Isto faz transparecer uma notável melhoria das condições de trabalho que na realidade é questionável.

4. DISCUSSÃO

Face aos resultados obtidos importa, pois, realizar um estudo, em termos relativos, isto é, analisar o número de acidentes de trabalho em função do número de trabalhadores e do número de obras existentes.

De acordo com a Tabela 3, assiste-se a uma diminuição anual do número de acidentes de trabalho, à exceção dos anos de 2014 e 2015. Da mesma forma, o número de trabalhadores no setor da Construção também diminuiu ao longo dos tempos, como é possível observar-se na Tabela 1. Assim, ao efetuar-se o cruzamento entre o número de acidentes e o de trabalhadores, de uma forma cronológica, no intervalo de tempo em estudo, pode concluir-se que o número de acidentes de trabalho por trabalhador e em cada ano, ultrapassa em 2015 o valor que se obteve em 2008. Este fenómeno acontece tanto nos acidentes mortais como nos acidentes não mortais. (Figuras 1 a 2).

Figura 1 - Acidentes de trabalho mortais ocorridos por trabalhador e por ano, no setor da Construção

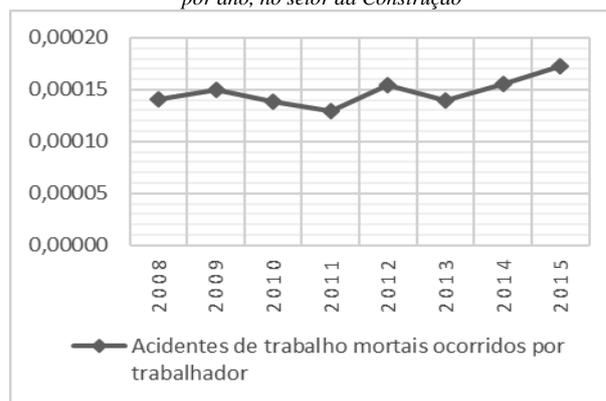
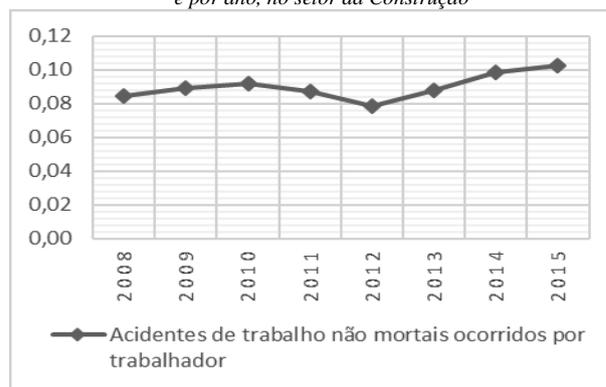


Figura 2 - Acidentes de trabalho não mortais ocorridos por trabalhador e por ano, no setor da Construção



Por sua vez inferiu-se, pela análise da Tabela 2, que o número total de obras tem vindo a diminuir de uma forma continuada, ao longo dos anos referidos neste estudo.

Procedendo-se a um cruzamento dos dados relacionados com número de acidentes de trabalho e com o total de obras existentes, por ano, entre 2008 e 2015, através das Figuras 3 e 4, pode-se verificar que o número

de sinistros por obra e por ano aumentou, registando-se pontualmente um decréscimo.

Figura 3 - Acidentes de trabalho mortais ocorridos por obra e por ano, no setor da Construção

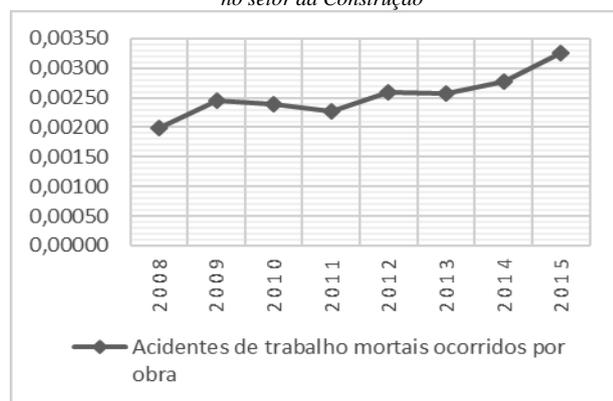
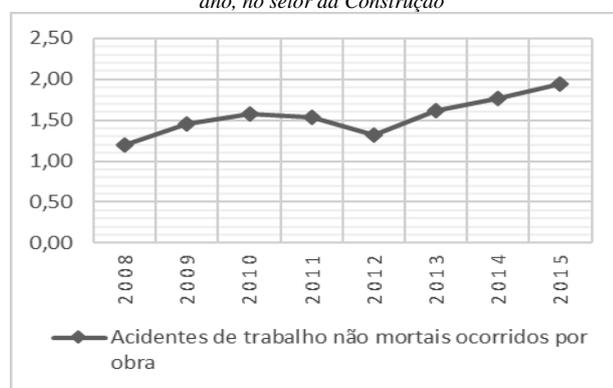


Figura 4 - Acidentes de trabalho não mortais ocorridos por obra e por ano, no setor da Construção



5. CONCLUSÕES

Dando resposta ao objetivo deste estudo, emerge a opinião de que a interpretação dos dados estatísticos sobre os acidentes de trabalho deverá ser realizada de uma forma relativa em detrimento de uma abordagem absoluta. Parece ser necessário proceder-se a uma mudança paradigmática na forma de interpretar as estatísticas da sinistralidade laboral, nomeadamente no setor da Construção. Partindo de uma análise absoluta, é-se induzido a reconhecer que o número de acidentes de trabalho tem vindo a diminuir ao longo do tempo. No entanto, há um conjunto de variáveis que se interrelacionam e que não podem ser interpretadas de uma forma isolada, correndo-se o risco de se chegar a conclusões que poderão desvirtuar a realidade. O que parece verificar-se, efetivamente, é que o número de trabalhadores do setor também tem vindo a diminuir bem como o número de obras, o que pode influenciar a análise dos dados publicados. Assim, este estudo, leva-nos a concluir que, ao efetuar-se o cruzamento entre o número de acidentes e o de trabalhadores/obras, em cada ano, regista-se, um aumento da sinistralidade, contrariando a leitura em termos absolutos.

Face ao exposto impõe-se uma atuação, junto de todos os intervenientes no processo construtivo, com vista à promoção de atitudes conscientes e positivas, ancoradas

no reconhecimento da existência dos riscos nos locais de trabalho e na conseqüente necessidade de os eliminar/minimizar.

6. REFERÊNCIAS

- AICCOPN (2015). Relatório e Contas. Porto, AICCOPN.
- Bastos, P. (2017). Estudo dos Acidentes de Trabalho no setor da Construção Civil em Portugal. *Dissertação para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil*. Porto, UFP.
- Eurostat [Em Linha]. Disponível em <http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Accidents_at_work_statistics> [Consultado em 02/03/2017].
- FEPICOP (2011). Produção da Construção acentua queda no 3º trimestre - Conjuntura da Construção n.º 57. Lisboa, FEPICOP.
- FEPICOP (2014). Construção menos negativa acalenta otimismo dos empresários - Conjuntura da Construção n.º 78. Lisboa, FEPICOP.
- FEPICOP (2015). Investimento em construção e VAB do setor registam primeira variação semestral positiva desde 2007 - Conjuntura da Construção n.º 81. Lisboa, FEPICOP.
- FEPICOP (2016). Mais um ano de quebra de produção na construção - Conjuntura da Construção n.º 88. Lisboa - FEPICOP.
- Gabinete de Estratégia e Estudo (2013). Acidentes de Trabalho 2011. Lisboa, Ministério da Economia.
- Gabinete de Estratégia e Estudo (2014). Acidentes de Trabalho 2012. Lisboa, Ministério da Economia.
- Gabinete de Estratégia e Planeamento (2010). Acidentes de Trabalho 2008. Lisboa, Ministério do Trabalho e da Solidariedade Social.
- Gabinete de Estratégia e Planeamento (2011). Acidentes de Trabalho 2009. Lisboa, Ministério da Solidariedade e da Segurança Social.
- Gabinete de Estratégia e Planeamento (2012). Acidentes de Trabalho 2010. Lisboa, Ministério da Solidariedade e da Segurança Social.
- Gabinete de Estratégia e Planeamento (2015). Acidentes de Trabalho 2013. Lisboa, Ministério do Trabalho, Solidariedade e Segurança Social.
- Gabinete de Estratégia e Planeamento (2016). Acidentes de Trabalho 2014. Lisboa, Ministério do Trabalho, Solidariedade e Segurança Social.
- Gabinete de Estratégia e Planeamento (2017). Acidentes de Trabalho 2015. Lisboa, Ministério do Trabalho, Solidariedade e Segurança Social.
- Hämäläinen, P., Saarela, L., & Takala, J. (2009). Global trend according to estimated number of occupational accidents and fatal work-related diseases at region and country level. *Journal of Safety Research*, volume 40, pp. 125-139.
- Miguel, S. (2014). *Manual de Higiene e Segurança do Trabalho*. Porto, Porto Editora - 13ª Edição.

Romanian empowerment procedure for OHS practitioners

Bohalteanu, Cornelia
protection srl

ABSTRACT

1.Introduction. The OHS occupation is a relatively new profession in Romania, dating from 1998 and having many changes since then. This research aims to thoroughly analyze the transformation in the OHS field and present the current empowerment procedure of Romanian OHS practitioners.

2.Materials and methods. The researcher undertake empirical research based on officials documents and used the literature review to thoroughly analyze the transformation in the OHS field and present the legal empowerment procedure of Romanian OHS professionals.

3.Results. Research is a history of health and safety legislation in Romania including the Romanian approach towards the implementation of EU Directives starting with 2007.

4.Discussion. Consideration of the background of working practitioners and their level of training, correlated with the period in which they were empowered as OHS practitioners, is the objective of this research. Knowing the level of training is necessary to determine the training needs of OHS practitioners, now that Romania has joined the EU in order to allow free movement of the work force.

5.Conclusions. The European Union single market - as well as the increasing number of companies operating across Europe that are applying a consistent set of safety and health standards to their work sites - has created a great need for safety and health managers with credentials that are recognised at a Pan-European level.

KEYWORDS: OHS practitioners, empowerment, mandatory, Romanian OHS professionals

1.INTRODUCTION

The OHS occupation is a relatively new profession in Romania, dating from 1998 and having many changes since then. This research also aims to thoroughly analyze the transformation in the OHS field and present the current empowerment procedure of Romanian OHS practitioners.

2.MATERIALS AND METHODS

The researcher undertake empirical research based on officials documents and used the literature review to thoroughly analyze the transformation in the OHS field and present the legal empowerment procedure of Romanian OHS professionals. From the viewpoint of objective, it's a descriptive research, describing systematically the empowerment procedure of OHS practitioners. From the process adopted to find answer to research questions it's a structured approach classified as a quantitative research, the empowerment process is predetermined, analyzing the legal requirements.

2.1 History of health and safety legislation in Romania

The first evidence of activity related to labour protection in Romania can be considered to be the 1864 enactment of the Civil Code (inspired by Napoleon's Code) which established the legal basis of the individual labour contract. Chronology of labour protection activities as presented on the website of the Ministry of Labour is:

1890 - Servants Act
1894 - Regulation of unsanitary industries
1902 - Trades Act
1905 - Law on Child and Women Labour
1907 - Trade Unions Act

1912 - The first law of insurance in case of illness, accidents

1920 - Establishment of the Ministry of Labour

1927 - Setting up of Labour Inspection

1932 - Establishment of work and pension contributions

1945 - Trade Unions Act

1946 - Law setting up the work day and work departments in court premises

1949 - Law on Disease pension

1954 - Introduction of the work groups

1965 - Labour Protection Act No.5 in force until 1996

1972 - Labour Code, Law No. 10 in force until 2003

1989 - The Romanian Revolution

1996 - Law no.90 of labour protection (in force until 2006)

1998 - Order no.236 empowerment process of OSH specialists

2002 - Law no. 346 of insurance in case of accidents at work and occupational diseases

2002 - Order no. 251 changing the conditions regarding the empowerment of OHS specialists

2003 - Law no. 53 Labour Code (in force)

2004 - Order 167 changing the conditions regarding the empowerment of OHS specialists

2006 - Law no.319 Occupational Health and Safety Act (in force) modified in 2010.

2007 - Romania joined the European Union.

3. RESULTS

The process of recognition of OHS practitioners in Romania.

Order no.236/12.05.1998 established, for the first time, the OHS external services` provider empowerment and the requirements for OHS consultant. The mandatory conditions for the authorization to provide services in the field of OHS are:

- 5 years of experience in the field for those with university degrees, or 15 years for those with pre university qualifications; for the members of Labour of Ministry or local inspectorate, 4 years of experience are enough;

- Technical university degrees and post university degrees with a duration of at least 6 weeks in the work protection field;

The subscription folder should contain: the mandatory request form, Curriculum Vitae, diplomas and certificates from the work protection courses, the proof for the years of experience in the work protection field and also in the economical domain of activity, for the empowerment authorization request.

The authorization procedure included presenting a file with all the documents, passing a written exam and interview with representatives of the Labour Ministry. The validity of the certificate so obtained, was of 3 years; for renewing the certificate, a new examination was done after 3 years, with the specification that continuous professional development courses (CPD) had to be attended in the meantime.

Order no. 251/01.07.2002 followed; it reduced the years of experience from 15 to 10, for those with pre university qualifications and increased post university courses from 6 to 8 weeks.

Order no. 167/16.04.2004 added new conditions, such as a recommendation from the Local Labour Inspectorate, with mandatory examination by members of Labour Ministry or local Inspectorates.

Law no.319/26.07.2006 and the Government Decision no.1425/30.10.2006, changed matters in the field. The procedure was changed, the authorization being made only after the analysis of a candidate`s file by a board of professionals from the local Inspectorate. Other changes were made: the name was modified from work protection, to external services for occupational health and safety and also the minimum requirements for the employees and the leader of this external services. The empowerment was made now for a minimum of 5 years` experience, without the mandatory requirement of having experience in any economical field of activity; also, a declaration of confidentiality became mandatory.

Two levels of training were introduced:

- OHS technician with technical high school degree and health and safety courses of at least 80 hours;

- OHS expert with an engineering degree, health and safety courses of at least 80 hours and also post graduate courses of 180 hours. The modifications brought by Government`s Decision no.955/2010 had the purpose of harmonizing the Romanian Legislation with the European Directive 2005/36/EC, in order to allow the free movement of OHS professionals within the European Union, Romania being a member since 2007.

These modifications said that any OHS professionals authorized in a similar way in any of the EU member states could practice in Romania, just by notifying the Empowerment Commission.

For empowerment, there was no longer the requirement to prove experience in some economical area of activity, but 5 years` experience in the field of health and safety, to become the leader of the external service; the conditions referring to mandatory CPD courses and the limited validity of the certificates were dropped. All these changes brought a large number of new OHS practitioners on the market.

4. DISCUSSION

The levels of health and safety practitioners in Romania are the same, technician and expert, the minimum requirements for technician level being provided by art.49, art.51.1, art.51.2 and for expert level being provided by art.50, art.51.

The health and safety was appointed by the management to deal with work safety training (recorded on individual induction sheets) and was sent to training courses in the field.

5. CONCLUSIONS

The project assisted the development of OHS professionals from Romania, as the world is changing and practitioners must prepare themselves for the new challenges. The opening of labour market towards Europe could bring European OHS professionals to the country and this might create great competition for our experienced safety officers. The research is interesting, also, for European OHS professionals, as they could find out who they are competing against in Romania and what the level of local competition is.

6. REFERENCES

- Romanian Parliament `Law regarding Health and Safety`, no.319, published in the Official Monitor, Part I, no.646 from 26.07.2006.
- Romanian Government Decision `Amending and supplementing the Norms for applying Law of health and safety no.319/2006 approved by Government Decision no. 1.425/2006`, no. 955, published in the Official Monitor, Part I, no.661 from 27.09.2010.

Medidas de Engenharia de Baixo Custo na prevenção da sinistralidade rodoviária.

Estudo de caso – Estradas do Distrito de Braga, Portugal

Low-Cost Engineering Measures on prevention of road accidents.

Case study – Roads of the District of Braga, Portugal

Pereira, Filipe^a ; Rebelo, Manuel^b; Silva, Rui^b

^aInfraestruturas de Portugal, S.A. - Centro Operacional Norte

^bUniversidade Lusíada, CLEGI, Largo Tinoco de Sousa, 4760-108 V. N. de Famalicão

ABSTRACT

The road network plays an important role for the mobility of society, involving the interaction of three main factors: the road infrastructure, the vehicle and the driver. In the presence of the failure of one of these three factors, adverse situations arise with several negative consequences in terms of social and economic aspects. In this sense, it is imperative to act, preventively, on these factors to mitigate potential damages resulted from road accidents. The aim of this investigation was, in an operational management context of the road network of the district of Braga - Portugal, to identify critical road sections, in terms of accidents, and propose a set of Low-Cost Engineering Measures that, once implemented, can contribute for the progressive reduction of the number of road accidents and consequent improvement of the associated indicators. The research strategy and methods took in account the case study. A diagnostic was performed to identify the cause-effect relationships at specific points of conflict. Based on the diagnosis, which was supported on a specific checklist and on the elaboration of a detailed topographic survey, it was possible to develop a sequence of structured activities, whose implementation allowed: the identification; the critical analyze; and the consequent proposal of relevant improvements, corrective, and preventive measures. These improvements were materialized on a set of Low-Cost Engineering Measures to be implemented in an efficient way, with a careful management of costs for Infraestruturas de Portugal, SA.

KEYWORDS: Low-cost engineering measures, Traffic calming measures, Black spots, Road traffic accidents

1. INTRODUÇÃO

É significativo o número de acidentes rodoviários que todos os anos se verificam nas estradas Portuguesas, com consequente perda de vidas humanas. Os acidentes rodoviários representam, pois, um verdadeiro drama, quer para as vítimas, suas famílias e amigos, quer para a Sociedade em geral, com custos elevados para o Estado e para a Economia.

Considerando o estudo realizado, em 2010-2011, para estimar o custo económico e social dos acidentes rodoviários nacionais (Donário & Santos, 2012) e os acidentes rodoviários registados no ano de 2010 (OCDE/ITF, 2016), estima-se em 1,9 milhar de milhões de Euros, os custos nacionais dos danos sofridos com os acidentes rodoviários, com mortes, feridos graves e feridos ligeiros, o que representa um valor cerca de 1,1% do Produto Interno Bruto (PIB). Ainda de acordo com OCDE/ITF (2016), em Portugal ocorreram 6,1 mortes por 100.000 habitantes no ano de 2014, devido a acidentes rodoviários.

De acordo com o Relatório anual de sinistralidade rodoviária (MAI, 2015), o Distrito de Braga, que dispõe de uma rede rodoviária densa e complexa com cerca de 1.000km de extensão, encontra-se posicionado em terceiro lugar no *ranking* dos dezoito distritos de Portugal, com maior número de acidentes, apenas superado pelo Distrito de Lisboa e pelo Distrito do Porto, os quais ocupam a primeira e a segunda posições, respetivamente (figura 1). Assim, no Distrito de Braga, no ano de 2013, registaram-se 2706 acidentes com vítimas

(8,91 % do total nacional), sendo a média dos dezoito distritos de 1685 acidentes. Já no ano de 2014 registaram-se 2721 acidentes (8,89 % do total nacional), sendo a média dos dezoito distritos de 1709 acidentes.

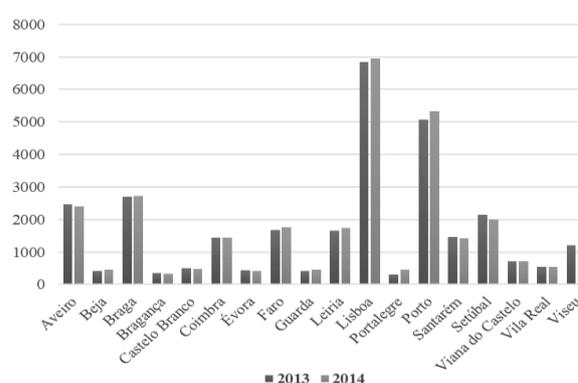


Figura 1 – Número de acidentes com vítimas em 2013 e 2014, por distrito.

Fonte: Aptado de (MAI, 2015).

No Distrito de Braga, no período 2010-2014, 92% dos acidentes, com vítimas, ocorreram dentro de localidades e 8%, fora de localidades.

No âmbito da União Europeia (UE) tem sido manifestada uma forte preocupação com a dimensão do fenómeno da sinistralidade rodoviária no espaço Europeu

tendo sido adotados programas de ação e objetivos, a nível Europeu, para a segurança rodoviária (PE, 2011). Decorre da literatura que são considerados três, os fatores que influenciam diretamente a sinistralidade rodoviária: os condutores, os veículos, e as vias/estradas. De acordo com OCDE/ITF (2012), as melhorias na infraestrutura rodoviária desempenham um papel essencial no aumento do nível de segurança de uma rede rodoviária e consequente redução da sinistralidade. Por sua vez, estudo de caso conduzido por Gitelman, *et al.* (2014) releva como essenciais, as poupanças (valor económico tangível), com a redução de acidentes, associadas às melhorias implementadas na infraestrutura rodoviária, designadamente ao nível dos pontos negros.

Neste breve enquadramento, a investigação realizada visou principalmente o fator – via/estrada–, tendo como objeto um conjunto de estradas nacionais do Distrito de Braga nas quais são identificados troços que, pela sua relevância, motivam particular interesse, justificando uma investigação cuidada para consequentes propostas de Medidas de Engenharia de Baixo Custo (MEBC), como contributos para a prevenção e consequentemente para a tão desejada diminuição da sinistralidade rodoviária, seja a nível nacional e distrital, seja a nível da UE.

São diversas as MEBC existentes. Das principais identificadas em MT (1998), são exemplos as seguintes: sinalização vertical adequada de advertência e regulamentação; sinalização horizontal complementar, através de pintura de mensagens de advertência em locais com condições precárias de geometria e/ou visibilidade; adoção de equipamentos luminosos associados à sinalização de advertência; separação física de peões e veículos em áreas de travessias urbanas; utilização de proteções ou sistemas de guiamento para disciplinar a travessia em pontos com boa visibilidade; repavimentação, em curvas, com material de maior rugosidade; utilização de equipamento refletor para delimitação das curvas mais acentuadas; e implantação de balizas refletoras nas passagens pedonais. Também conforme MT (1998), a implantação de MEBC apresenta várias vantagens, como sejam: a rapidez na elaboração e implantação dos projetos e a redução imediata de acidentes, entre outros..

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Em contexto real, no âmbito do Centro Operacional Norte da Infraestruturas de Portugal S.A., e para o Distrito de Braga, a estratégia e método de investigação tiveram em conta o estudo de caso através de uma abordagem indutiva do tipo: investigação – ação, recorrendo da vivência dos autores com a temática, o objeto e o contexto organizacional e operacional do estudo.

Globalmente todo o trabalho foi desenvolvido de acordo com um cronograma de atividades, definido para o período temporal de cerca de um ano durante o qual se desenvolveu o projeto de investigação. São exemplo dessas atividades as seguintes: a pesquisa bibliográfica; a análise crítica/revisão de literatura; a caracterização da natureza e incidência dos acidentes rodoviários no

Distrito de Braga; a definição de um processo documentado de sistematização das fases do trabalho; os levantamentos topográficos dos troços considerados; o tratamento e análise da informação recolhida; o estudo e identificação das potenciais causas dos acidentes; a identificação de MEBC com potencial de implementação; e, a elaboração e formalização de propostas com as diferentes MEBC selecionadas e custos associados.

Os principais objetivos foram: (i) caracterizar e posicionar a sinistralidade rodoviária no Distrito de Braga, tendo por comparação a sinistralidade global na Rede Rodoviária Nacional (RRN); (ii) em face dos resultados obtidos e da sua análise, inferir sobre potenciais causas de acidentes rodoviários nos troços das Estradas Nacionais (EN) e em troços de Estradas Regionais (ER); e (iii) apresentar propostas de MEBC que, uma vez implementadas, possam contribuir, quer para a prevenção e melhoria das condições de segurança da circulação rodoviária, quer para a melhoria dos correspondentes indicadores de sinistralidade associados, desde logo o relativo à taxa de acidentes com vítimas mortais.

3. RESULTADOS

Na tabela 1 sintetizam-se alguns dos resultados consequentes ao trabalho desenvolvido.

Tabela 1 – Resultados.

Nº	Descrição
1	Desde logo, uma revisão de literatura, ampla e aprofundada, desenvolvida ao nível de diferentes fontes de conhecimento que apresenta de forma estruturada e detalhada o estado da arte no âmbito do trabalho desenvolvido.
2	Uma análise e caracterização detalhada da sinistralidade rodoviária no Distrito de Braga por tipo de natureza, dos acidentes dentro das localidades no período de 2010 a 2014, inclusivé.
3	A identificação de pontos negros (PN) no período 2010 a 2014, num total de 10, na rede viária do Distrito de Braga, priorização da análise dos dois que evidenciaram maior número de acidentes com vítimas e veículos envolvidos.
4	A realização da análise e caracterização de cada dos dois PN como seja ao nível: <ul style="list-style-type: none"> – da sua localização e caracterização dos locais; – do histórico da sinistralidade; – de estudo de diagnóstico detalhado, no local de cada PN, com base em <i>checklist</i> preparada para o efeito e em registos fotográficos; e – do levantamento topográfico das situações existentes, nos locais.
5	A identificação das potenciais causas da sinistralidade nos dois PN.
6	A preparação e apresentação à Gestão de propostas concretas (incluindo custos) de soluções suportadas em MEBC para a prevenção e melhoria das condições de Segurança Rodoviária e dos Indicadores de sinistralidade.

4. DISCUSSÃO

Decorre da revisão de literatura *versus* estado da arte que as MEBC têm vindo a ganhar cada vez mais importância a nível internacional, nomeadamente nos países mais desenvolvidos da UE. O mesmo está também a ocorrer em Portugal, e o presente Trabalho dá também um contributo nesse sentido. Acresce, que as MEBC revelam-se serem de implementação rápida e de baixo custo, apresentando, a médio prazo, um retorno financeiro significativo.

As diferentes MEBC aplicadas, caso a caso, nas infraestruturas rodoviárias potenciam a redução da sinistralidade e estabelecem uma relação de custo/benefício em termos do investimento requerido e as perdas relativas aos diferentes dados sofridos, particularmente quando ocorrem acidentes com perda de vidas humanas.

5. CONCLUSÕES

São ainda elevadas as taxas de sinistralidade rodoviária com vítimas mortais, seja ao nível da UE, seja ao nível de Portugal, seja ainda ao nível do Distrito de Braga, no qual o trabalho se desenvolveu, particularmente dentro de localidades. Em resultado, os custos, económico e social, dos danos sofridos com os acidentes rodoviários, com mortes, feridos graves e feridos ligeiros são relevantes impondo-se que sejam implementadas medidas ao nível da prevenção de acidentes, com prioridade para os acidentes com vítimas mortais, medidas essas que assegurem o objetivo de os reduzir drasticamente.

Na sequência deste trabalho foram selecionadas várias MEBC com o propósito de também elas contribuírem para a prevenção de acidentes rodoviários, na circunstância na rede de estradas nacionais do Distrito de Braga e com prioridade para os troços de Estrada analisados e nos quais ocorreram acidentes com vítimas mortais.

As MEBC sendo medidas simples podem ser implantadas em locais onde se observa maior concentração de acidentes. Com a implantação das MEBC propostas, os perigos e riscos inerentes, poderão ser reduzidos, e assim ser melhorado o nível de segurança do tráfego rodoviário.

Sendo certo que é fundamental a implementação de melhorias e medidas corretivas e preventivas nas infraestruturas rodoviárias, igualmente o é ao nível do parque automóvel, da informação, da formação e da responsabilização dos condutores e das condutoras, bem como de uma adequada fiscalização. De resto, a segurança rodoviária *versus* sinistralidade é uma responsabilidade de todos os atores envolvidos.

Trabalhos futuros para potenciarem outros contributos para a redução da sinistralidade rodoviária, consistirão na investigação das mais-valias decorrentes de ser utilizada sinalização com iluminação específica, numa relação de causa-efeito, monitorizando o número de acidentes, antes e depois da colocação da mesma, nos locais considerados.

6. AGRADECIMENTOS

À Infraestruturas de Portugal, S. A. e ao Diretor do Centro Operacional Norte por terem autorizado a realização deste trabalho e assegurado as necessárias condições. A todos aqueles(as) que de uma forma ou outra também contribuíram para a sua realização.

7. REFERÊNCIAS

- Donário, A. & Santos, R. (2012). *Custo Económico e Social dos Acidentes de Viação em Portugal*. Lisboa, Portugal: Edual. ISBN 978-989-8191-35-9.
- Gitelman, V., Carmel, R. & Pesahov, F. (2014). The evaluation of safety efficiency of non-urban infrastructure improvements; a case-study. *European Transport Research Review*, 6(4), 477–491.
- Ministério da Administração Interna/ Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária [MAI/ANSR]. (2015). *Ano de 2014. Observatório de Segurança Rodoviária*. Retrived from <http://www.ansr.pt/>
- Ministério dos Transportes [MT]. (1998). *Guia de Redução de Acidentes com Base em Medidas de Engenharia de Baixo Custo*. Rio de Janeiro, Brasil: DNER - Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. Divisão de Pesquisas e Desenvolvimento. Retrived from <http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/>
- Organização de Cooperação e de Desenvolvimento Económico / Empresa Nacional de Infra-estrutura de Transporte [OCDE/ITF]. (2012). *Sharing Road Safety: Developing an International Framework for Crash Modification Functions*. Paris, França: OECD Publishing. ISBN:9789282103760
- Organização de Cooperação e de Desenvolvimento Económico / Empresa Nacional de Infra-estrutura de Transporte [OCDE/ITF]. (2016). *Road Safety Annual Report 2016*. Paris, França: OECD Publishing. ISBN 978-92-82-10797-3.
- Parlamento Europeu [PE]. (2011). *Relatório sobre a Política Europeia de Segurança Rodoviária de 2011 a 2020. Comissão dos Transportes e do Turismo*. Estrasburgo: PE Publishing. Retrived from <http://www.europarl.europa.eu/>

Lombalgias e trabalho: serão importantes as exigências físicas do trabalho?

Low-Back Pain (LBP) and Work: how important are the physical demands?

Serranheira, Florentino¹; Sousa-Uva Mafalda¹; Heranz, Francisco²; Sacadura-Leite, Ema¹; Kovacs, Francisco³; Sousa-Uva, António¹

¹ CISP - Centro de Investigação em Saúde Pública, Escola Nacional de Saúde Pública, Universidade NOVA de Lisboa

² Investigador clínico, Médico do Trabalho

³ Unidad de la Espalda Kovacs. Hospital Universitario HLA-Moncloa, y Red Española de Investigadores en Dolencias de la Espalda. Madrid

ABSTRACT

Low back pain (LBP) is a common occupational health complaint. Analysing the association between physical demands at work and occupational outcomes can be useful for improving LBP prevention and management. In this study, workers filled out a questionnaire gathering data on socio-demographic and work-related characteristics, general health, LBP (LBP episodes in the last 12 months, pain severity, disability), psychosocial variables (CoPsoQ) and other occupational factors (DMQ). 745 workers answered the questionnaire. Among these 745 workers from different companies, 507 (69%) reported LBP in the last year (A 78,4%; B 60%; C 67%; D 77%). Most workers reported having sedentary-type work (39%), 34% a low physical intensity one, and 27% a moderate/highly physically demanding one. Results showed that, after adjusting for age, gender and sector (i) moderate work intensity (vs. sedentary work) was associated with a higher likelihood of having 3 to 6 LBP episodes per year (OR=2.22; 95%CI 1.23-4.00) and >6 LBP episodes per year (OR=1.89; 95%CI 1.08-3.30); (ii) high work intensity (vs. sedentary work) was associated with a higher likelihood of having 3 to 6 LBP episodes per year (OR=1.98; 95%CI 1.10-3.57), and >6 LBP episodes per year (OR=1.78; 95%CI 1.02-3.12). These findings suggest that moderate and high physical demands at work, as compared to sedentary work, are associated with a higher likelihood of presenting LBP episodes.

KEYWORDS: Low-back pain; Physical demands, WRMSDs Prevention, Occupational Health, Ergonomics

1. INTRODUÇÃO

A lombalgia relacionada com o trabalho apresenta frequentemente como ponto de partida uma exigência biomecânica (mediada por exigências físicas no local de trabalho, fatores individuais, psicossociais e organizacionais) que implica uma estimulação dos tecidos sensitivos da dor (NRC; IOM, 2001; Serranheira et al., 2016a,b).

De forma geral, a relação que se estabelece quando da existência de uma carga aplicada sobre os tecidos e a sua tolerância fisiológica e biomecânica (incluindo as componentes elásticas e plásticas tecidulares) determina o risco de lesões musculoesqueléticas ligadas ao trabalho (LMELT) (Serranheira; Lopes; Uva, 2008). Assim, sempre que as exigências externas do trabalho impõem respostas individuais com picos de carga física (em qualquer dos tecidos anatómicos da zona lombar) abaixo da tolerância tecidular, o risco de lesão é reduzido. O contrário também é válido, identificando-se níveis de risco de lombalgia elevados e de LMELT a nível lombar, pelo menos para uma determinada proporção da população.

A prevalência de lombalgia nos últimos seis meses na população entre os 26 e 44 anos (faixa etária predominante em ambiente laboral) é de 41% (von Korff et al., 1988). A prevalência de lombalgia no último ano é de cerca de 56% e durante a vida é superior a 70% (Taylor; Curran, 1985).

Apesar da esperada relação entre o trabalho físico e as lombalgias estudos recentes referem que destas apenas 11 a 18% estão relacionadas com a exposição profissional,

nomeadamente, com exigências físicas do trabalho (Marras, 2012).

O presente estudo teve como objetivo, entre outros não referidos neste artigo, analisar a presença de eventuais associações entre as exigências físicas do trabalho e a presença de lombalgias, em trabalhadores de diversas instituições portuguesas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Realizou-se um estudo observacional, analítico, de prevalência no contexto da vigilância da saúde em Serviços de Saúde Ocupacional (SSO) ou de Saúde e Segurança do Trabalho (SST). Neste estudo participaram 4 empresas da região de Lisboa (designadas como empresas A, B, C e D), com o objetivo de identificar a influência de diferentes fatores (individuais, profissionais, psicossociais e clínicos) na prevalência de lombalgias. Para tal, após consentimento informado, aplicou-se um questionário a um grupo de trabalhadores em cada uma das empresas para recolha de dados sociodemográficos, do contexto profissional, de saúde e sobre a presença (ou não) de lombalgias (episódios de lombalgia nos últimos 12 meses, intensidade da dor, incapacidade resultante), dados psicossociais (CoPsoQ - Kristensen et al., 2005) e relacionados com as exigências físicas do trabalho (DMQ - Hildebrandt et al., 2001).

Os resultados aqui apresentados focam-se apenas na identificação de eventuais relações entre a carga física de trabalho e a presença de lombalgias e foram analisados com recurso ao software estatístico SPSS, através de análises de estatística univariada e bivariada utilizando o teste de independência de qui-quadrado. A associação

entre o número de episódios de lombalgia e as exigências do trabalho foi quantificada com recurso à regressão multinomial. Para todos os testes estatísticos fixou-se um nível de significância de 0,05.

3. RESULTADOS

Participaram no estudo um hospital, duas grandes empresas privadas, e uma empresa pública.

Responderam ao questionário 745 trabalhadores. Trata-se de um grupo maioritariamente do sexo feminino (51,4%), com uma média de idades de 43 anos, tendo como nível de escolaridade mais frequente o ensino secundário ou a formação profissional especializada (38,1%).

Observa-se um tempo médio na profissão de 16 anos e uma média de 40 horas de trabalho semanais. Relativamente ao tipo de horário praticado, 11,6% dos respondentes trabalha por turnos e 21,0% tem trabalho noturno. Quanto à função, a maioria (52,3%) desempenha trabalho manual predominante.

Aproximadamente dois terços (60,5%) dos inquiridos trabalham no setor privado.

Quanto à classificação das exigências do trabalho, 38,7% dos trabalhadores desempenham trabalho sedentário; 34,2% trabalho com moderadas exigências físicas; e 27,1% têm um trabalho intenso com elevadas exigências físicas. As exigências profissionais mais frequentes são (i) “estar sentado mais de 50% do dia de trabalho” (57,1%); (ii) “estar de pé mais de 50% do dia de trabalho” (49,9%), (iii) “rotação frequente do corpo (ou do tronco)” (40,3%), (iv) “flexões frequentes do tronco (para a frente) ou flexão mantida do tronco” (35,5%), (v) “mobilização manual de cargas” (32,6) e a exigência profissional menos frequente é (vi) a “exposição a vibrações que se transmitam a todo o corpo (2,1%)”.

Cerca de 70% dos participantes auto-reportaram (Tabela 1), ter sofrido pelo menos um a dois episódios de dor lombar no último ano. Desses, a maioria descreve que a dor teve uma duração de 2 a 14 dias (56,2%). A dor lombar foi irradiada (dor ciática) em 43,6% dos respondentes. Entre os que referiram ter sofrido um ou mais episódios de dor lombar no último ano, 49,6% refere sentir dor deitado e 51,4% ao levantar-se; 64,6% quando está sentado e 86,2% necessita de mudar, com frequência, a postura do tronco para estar mais confortável.

Tabela 1: Descrição da referência a lombalgias

Variáveis	Categorias	n	Frequência (%)
Nº de episódios no último ano	Nenhum	218	29,7
	1-2	222	30,3
	3-6	131	17,9
	>6	162	22,1
Duração habitual da dor	≤ 1 dia	166	32,9
	2-14 dias	284	56,2
	15-30 dias	27	5,4
	>30 dias	28	5,5
Duração do episódio	≤ 1 dia	117	23,5
	2-14 dias	286	57,6

mais prolongado	15-30 dias	54	10,9
	>30 dias	40	8,0
Dor lombar desce pela perna	Sim	216	43,6
	Não	279	56,4
Dor lombar deitado	Sim	264	37,2
	Não	445	62,8
Dor lombar ao levantar	Sim	271	38,1
	Não	440	61,9
Dor lombar sentado	Sim	337	47,7
	Não	370	52,3

Analisando a presença de lombalgias por empresas participantes (Tabela 2), destaca-se a presença de mais de 6 episódios de lombalgias na empresa D no último ano, sendo igualmente na empresa D que a maioria dos trabalhadores refere a presença de trabalho físico intenso ($\chi^2 = 29,7$; $p = 0,001$) (Tabela 3).

Tabela 2: Lombalgias nos últimos 12 meses

	Nenhum	1-2	3-6	>6	
A	n	24	33	28	26
	%	21,6%	29,7%	25,2%	23,4%
B	n	39	34	14	10
	%	40,2%	35,1%	14,4%	10,3%
C	n	118	112	58	73
	%	32,7%	31,0%	16,1%	20,2%
D	n	35	40	30	49
	%	22,7%	26,0%	19,5%	31,8%

Tabela 3: Exigências físicas do trabalho

	Trabalho sedentário	Trabalho ligeiro/moderado	Trabalho intenso	
A	n	21	42	45
	%	19,4%	38,9%	41,7%
B	n	90	5	3
	%	91,8%	5,1%	3,1%
C	n	125	145	80
	%	35,7%	41,4%	22,9%
D	n	39	47	63
	%	26,2%	31,5%	42,3%

Da análise multivariada destaca-se que realizar trabalho sedentário, relativamente a trabalho ligeiro/moderado ou intenso, apresenta uma probabilidade diminuída de ter pelo menos 3-6 queixas (ou mais que 6) de dor lombar no último ano, relativamente a nenhuma (Tabela 4).

Tabela 4: Elementos da situação de trabalho que influenciam a ocorrência de lombalgias

Variável dependente	Categorias	Exigências físicas	OR *	IC 95%		Valor p	
				Mínimo	Máximo		
Nº episódios de dor lombar no último ano	1-2	Trabalho sedentário	0,8	0,5	1,3	0,325	
		Trabalho ligeiro/moderado	0,7	0,4	1,2	0,248	
		Trabalho intenso	Categoria de referência				
	3-6	Trabalho sedentário	0,4	0,2	0,8	0,008	
		Trabalho ligeiro/moderado	0,5	0,3	0,9	0,023	
		Trabalho intenso	Categoria de referência				
	>6	Trabalho sedentário	0,5	0,3	0,9	0,026	
		Trabalho ligeiro/moderado	0,6	0,3	1,0	0,043	
		Trabalho intenso	Categoria de referência				
	Nenhum		Categoria de referência				

*Com ajustamento para sexo, grupo etário e empresa

4. DISCUSSÃO

Diversos estudos realizados, essencialmente, nas últimas duas décadas sobre a etiologia das lombalgias destacam fatores de natureza individual, maioritariamente variáveis psicossociais, e atribuem-lhes um papel predominante, desvalorizando os fatores ocupacionais como as exigências físicas do trabalho (Waddell; Burton; Main, 2003; Hartvigsen et al., 2004). Essa corrente, que atribui às lombalgias uma natureza psicossocial, tem-se centrado quase exclusivamente nas variáveis individuais, subvalorizando o contexto de trabalho e as relações entre as exigências do trabalho, a lombalgia e a eventual incapacidade resultante (Schultz et al., 2000; White et al., 2015; Schultz; Law; Cruikshank, 2016).

Por outro lado, estudos, como por exemplo de Oliv e colaboradores (Oliv et al., 2017), referem que uma boa capacidade de trabalho nos idosos está associada ao trabalho físico de reduzida intensidade, isto é, as pessoas que durante a vida ativa não estiveram em postos de trabalho fisicamente exigentes apresentam melhores níveis de saúde, designadamente menor presença de raquialgias, do que aqueles a quem foram solicitadas elevadas exigências físicas no trabalho.

Há ainda alguns documentos de consenso clínico, porventura consequentes do referido paradigma, como guias de tratamento das lombalgias (Staal et al., 2003), que, de certa forma, consolidaram o reduzido valor dos contributos ocupacionais na clínica.

Apesar deste conjunto de orientações não se identificam reduções do número de casos de lombalgia e a intervenção centrada no indivíduo também não revela sucesso.

Subsiste, assim, a presença de dúvidas sobre o papel das exigências físicas na etiologia das lombalgias.

No presente estudo os resultados apontam para um risco de lombalgia elevado em trabalhadores com exigências físicas, relativamente aos trabalhadores sedentários (os que têm menores exigências, entre outros, em termos de aplicação de força e de mobilização de cargas). Tal situação, a verificar-se num substantivo conjunto de trabalhadores e de situações de trabalho,

determina a necessidade de conhecer melhor o contributo das exigências físicas do trabalho para a etiologia das lombalgias.

Provavelmente existirão inúmeros fatores que podem influenciar a ocorrência de lombalgias, pois a sua etiologia assenta numa matriz multifatorial.

Assim, quer os fatores psicossociais, quer os fatores ocupacionais poderão estar a ser valorizados em diferentes ponderações de acordo com o contexto da investigação. Tal situação determina a necessidade de uma maior criação de conhecimento nesse domínio, no sentido de contribuir para a prevenção das lombalgias de origem profissional.

5. CONCLUSÕES

Os resultados deste estudo encontraram uma associação significativa entre trabalho com exigências físicas e a frequência de pelo menos três episódios de lombalgias no último ano, comparativamente com o trabalho sedentário.

Apesar da reconhecida influência dos fatores de natureza individual, a exposição a outros fatores de risco profissionais pode contribuir para o aumento de episódios de dor a nível da região lombar. Destaca-se, nesse contexto, a necessidade de desenvolver o conhecimento das interdependências entre as exigências físicas do trabalho e as lombalgias.

6. AGRADECIMENTOS

Agradece-se o apoio da Autoridade para as Condições de Trabalho (ACT), designadamente pelo financiamento do projeto 027ESC/13: “Lombalgia crónica e trabalho”. Agradece-se, igualmente, a colaboração das empresas e respetivos Serviços de Saúde Ocupacional, e em particular de todos os trabalhadores que participaram neste estudo.

7. REFERÊNCIAS

- Hartvigsen, J., Lings, S., Leboeuf-Y, C., Bakketeig, L. (2004). Psychosocial factors at work in relation to low back pain and consequences of low back pain: a systematic, critical review of prospective cohort studies. *Occupational and Environmental Medicine*, 61:e2.
- Hildebrandt, V., Bongers, P., van Dijk, F., Kemper, H., Dul, J. (2001). *Ergonomics*, 44:12, 1038-1055.
- Kristensen, T., Hannerz, H., Høgh, A., Borg, V. (2005). The Copenhagen Psychosocial Questionnaire – a tool for the assessment and improvement of the psychosocial work environment. *Scandinavian Journal of Work and Environmental Health*, 31:6, 438-449.
- Marras, W.S. (2012) The Complex Spine: The Multidimensional System of Causal Pathways for Low-Back Disorders. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 54:6, 881–889. DOI: 10.1177/0018720812452129.
- National Research Council, The Institute of Medicine (2001). *Musculoskeletal disorders and the workplace: Low back and upper extremities*. Washington DC: National Academy Press.
- Oliv, S., Noor, A., Gustafsson, E., Hagberg, M. (2017). A Lower Level of Physically Demanding Work Is Associated with Excellent Work Ability in Men and Women with Neck Pain in Different Age Groups. *Safety and Health at Work*, 8, 356-363.
- Schultz, I., Crook, J., Fraser, K., Joy, P. (2000). Models of diagnosis and rehabilitation in musculoskeletal pain-related occupational disability. *Journal of Occupational Rehabilitation*, 10, 271–93.
- Schultz, I., Law, A., Cruikshank, L. (2016). Prediction of occupational disability from psychological and neuropsychological evidence in forensic context. *International Journal of Law and Psychiatry*, 49, 183–96.
- Serranheira, F., Lopes, F., Sousa-Uva, A. (2008). *Lesões músculo-esqueléticas e trabalho: alguns métodos de avaliação do risco*. Lisboa: Sociedade Portuguesa de Medicina do Trabalho, Cadernos Avulso, 5.
- Serranheira, F., Sousa-Uva, A. (2016) (a). *Lesões musculoesqueléticas - fatores individuais e trabalho: interações e interdependências (1ª parte)*. *Segurança*, 232, Maio/Junho, 20-24.
- Serranheira, F., Sousa-Uva, A. (2016). (b). *Lesões musculoesqueléticas - fatores individuais e trabalho: interações e interdependências (2ª parte)*, *Segurança*, 233, Julho/Agosto, 20-24.
- Staal, J., Hlobil, H., van Tulder, M., Waddell, G., Burton, A., Koes, B., et al. (2003). Occupational health guidelines for the management of low back pain: an international comparison. *Occupational Environmental Medicine*, 60, 618–26.
- Taylor, H., Curran, N.M. (1985). *The Nuprin pain report*. New York: Louis Harris and associates.
- von Korff, M., Dworkin, S.F., Le Resche, L. et al. (1988). An epidemiologic comparison of pain complaints. *Pain*, 32, 173-183.
- Waddell, G., Burton, A., Main, C. (2003). *Screening to identify people at risk of longterm incapacity for work: a conceptual and scientific review*. London: Royal Society of Medicine Press.
- White, M., Wagner, S., Schultz, I., Murrayd, E., Bradleye, S., Hsuf, V., et al. (2015). Non-modifiable worker and workplace risk factors contributing to workplace absence: a stakeholder-centred synthesis of systematic reviews. *Work*, 52, 353–73.

Dual exposure to vibrations: a case study in olive harvesting campaign

Aguilar-Aguilera, Antonio J.¹; DeLaHoz-Torres, Luisa¹; Martínez-Aires, María D.²; Ruiz, Diego P.¹

Dept. of Applied Physics. Dept. of Building Construction University of Granada, Granada, Spain

ABSTRACT

The olives are harvested using thrashing devices and are also gathered off the ground once they have fallen spontaneously onto catching nets. Devices for thrashing are mechanical equipment, such as harvester or tractors that transmit vibrations to operators during the olive harvesting campaign that may affect their health. In this paper, we focus on a study case by measuring and assessing the vibration exposure in the work cycle of the olive harvesting campaign. It includes Hand-Arm Vibration (HAV) and Whole Body Vibration (WBV) measurement, based on the EU Directive on physical agents (vibration) 2002/44/EC, ISO 2631-1:2017 and ISO 5349-1:2001. The vibration level of an electrical harvester was measured at both right and left hand, and the WBV exposure was measured in relation to the use of tractors. Results show that the HAV exposure levels could lead to the arising of hand arm vibration syndrome.

KEYWORDS: Whole Body Vibration; Hand-Arm Vibration, olive harvester, tractor

1. INTRODUCTION

Spain is the main producer of Olive Oil in the world. The olive harvesting campaign employs a large number of temporary workers, especially in Andalusia (Spain), where there were 1.567.375 hectares of olive's area harvested in 2014 (Ministerio de Agricultura, 2015).

Harvesting methods depend on the tree's characteristics and the degree of technological implementation. Olive harvesting includes picking up the fruit and transporting it to the olive oil mills. To aid in this process various mechanical tools are used to improve the quality of the olive oil and to reduce the production costs (Amirante, Tamborrino, & Leone, 2008).

Consequently, the development and mechanization of olive harvesting systems have involved the emergence of new physical risks (Aiello et al., 2012). The use of these tools is associated with the risk of exposure to vibration transmitted to the hand-arm system (HAV) or to the whole body (WBV). As a result, if vibration exposure values exceed the limits established in legislation, risks to which the workers find themselves exposed become high (Costa, Arezes & Quintas, 2013).

It is well known that vibration exposure is a potential cause of musculoskeletal disorders (MSD) as low back pain (related to WBV) (Punnett & Wegman, 2004; Tiemessen, Hulshof, & Frings-Dresen, 2007), or Hand-Arm Vibration Syndrome (HAVS) and Vibration-Induced White Finger (VWF) (related to HAV) (Bovenzi, 1998; Griffin, Bovenzi, & Nelson, 2003).

Previous studies have also provided the evidence that WBV exposure is a risk factor for MSD in neck and low back in agricultural tractor applications (Bovenzi & Betta, 1994; Kim, Dennerlein, & Johnson, 2018). On the other hand, one of the equipment with the highest associated HAV risk is the hand held olives harvesters (Çakmak et al., 2011; Cerruto, Manetto, & Schillaci, 2010; Deboli et al., 2014; Deboli, Calvo, & Preti, 2016).

The aim of this study case is to assess the level of exposure to WBV and HAV transmitted to the operators (during the use of portable hand held olives harvesters and the transport to the olive oil mills) and to analyze the possible health effects at these levels.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1 *Field site and cultivation area*

The field of study was carried out during the olive harvesting campaign located in Porcuna (Jaen, Andalusia, Spain) 37°52'15.2"N 4°10'58.5"W, in an olive tree grove of the Picual variety (average of tree 25 years old).

2.2 *Operator*

One worker (see Table 1) was chosen to carry out the test. He has more than 30 years of experience working in the olive harvesting campaign and 10 years of experience using the mechanical olive harvester. He was chosen due to this wide experience as a representative worker.

Table 1. Worker's characteristics

Worker	Age	Height (cm)	Weight (kg)
1	59	178	72

2.3 *Equipment used*

The equipment chosen to measure vibration is SVAN 106, manufactured by SVANTEK. The measurements made by this machine comply with ISO 2631-1:2017 and ISO 5349-1:2001. It allows simultaneous measurements to be taken using triaxial accelerometers.

The equipment was chosen based on the typical activities that workers performed during their working day. The work cycle includes the use of different equipment: a tractor used for the olive's transport and an electrical harvester which impacts the trees by its vibratory parts to pick up the olives.

The electrical harvester used for the study is Olivion P230 (Pellenc®). It has a head oscillating equipped with 8 stick, mass 2.6 kg, pole length 2.3 m and 830 beat/min.

The WBV exposure during olive's transport was measured in a John Deere 7800 (127 kW) tractor. A GPS was used to determine worker's location during the tasks.

2.4 *Sample collection*

Strategies for measuring were chosen according to the characteristics of the operations. The work cycle with the harvester includes a series of repeated operations;

therefore two series of consecutive tests were carried out with it. The harvester need to be held with both hands, hence the tests were performed with each hand.

The work cycle with the tractor includes: the displacement from the garage to the olive grove (sample 1) and the displacement from the olive grove to the olive oil mills (sample 2). The entire cycle was measured.

2.5 Calculation of HAV exposure

Level of exposure was assessed following the European Directive 2002/44/EC (2002). Accelerations were simultaneously measured along the three perpendicular axes (ax,ay,az). The assessment of the level of exposure to HAV was calculated as the square root of the sum of the squares (rms) (total value) of the frequency-weighted acceleration values, determined on the three directions (see equation 1) (Directive 2002/44/EC, 2002; ISO 5349-1:2001, 2001). The daily vibration exposure A(8) is then calculated from the magnitude of the vibration and the daily exposure duration (see equation 2 and 3), where: ahv,eq is the equivalent vibration total value, Texp is the total exposure duration (h), and T0 is the reference time (8h).

$$a_{hv} = \sqrt{a_{hwx}^2 + a_{hwy}^2 + a_{hwz}^2} \tag{1}$$

$$A(8) = a_{hv,eq} \sqrt{\frac{T_{exp}}{T_0}} \tag{2}$$

$$A(B) = \sqrt{\frac{1}{T_0} \sum_{i=1}^N a_{wi}^2 T_i} \tag{3}$$

2.6 Calculation of WBV exposure

The daily exposure A(8) was calculated in order to assess the level of WBV exposure, according ISO 2631-1:1997. This parameter is expressed as the equivalent continuous acceleration over an eight-hour period, calculated as the highest (rms) value (see equation 4). The value A(8) is calculated as the maximum of the value in the orthogonal axes (see equation 5).

$$A_i(8) = k_i \cdot a_{wi} \sqrt{\frac{T_{exp}}{T_0}} \tag{4}$$

$$A(8) = \max[Ax(8), Ay(8), Az(8)] \tag{5}$$

where awi is the effective value of acceleration weighted in frequency according to the orthogonal axes x, y, z.; Texp is the exposure time; T0 is the reference time of 8 hours; ki is the factor of multiplication.

2.7 Exposure limit values

The Directive defines exposure limit values for HAV and WBV using a standardized eight hour reference period (Table 2).

Table 2. Exposure action values and limit values of HAV and WBV

Exposure	Exposure Action Value (EAV) (m/s ²)	Exposure Limit Value (ELV) (m/s ²)
HAV	2.5	5
WBV	0.5	1.15

3. RESULTS

Once measurement data has been obtained, it is possible to calculate the workers' exposure levels. Table 3 shows the results obtained for the HAV exposure from the harvester measurements, where TAV is the Time Action Value, and TLV is the Time Limit Value. Table 4 shows the results obtained for the WBV exposure during the olive's transport.

Table 3. Equivalent vibration total values, daily vibration exposure (6h scenario), TAV and TLV

Model	Hand	ahv,eq	A(8) 6h Scenario m/s ²	TAV (2.5m/s ²) hh:mm	TLV (5m/s ²) hh:mm
Olivion P230	Right	9.99	7.89	00:30	02:00
	Left	3.33	2.89	04:29	17:59

Table 4. Equivalent vibration total values, daily vibration exposure (1h scenario), TAV and TLV

Model	Sample	A(8) 1h Scenario m/s ²	TAV (0.5 m/s ²) hh:mm	TLV (1.15m/s) hh:mm
John	1	0.09	>24:00	>24:00
Deere	2	0.29	03:00	15:53

4. DISCUSSION

The results obtained for HAV show that the right hand's exposure was higher than the left hand. The daily vibration exposure A(8) for the right hand exceed the exposure limit value established in the directive. However, the left hand is less affected and the exposure only exceeded the EAV. This may be due to the asymmetry of the hand position, and the worker has the machine support in the right hand (the worker is right-handed). As a result, the electric harvester should be used by different operators during the work cycle, in order to minimize the impact on their health and don't exceed the EAV.

The WBV measurements show different results in both 2 samples (in both cases the worst axis was the z axis). Sample 1 was taken while the operator was driving from the garage to the olive grove (the trailer was empty); Sample 2 was the inverse displacement but, in this case, the trailer was full of olives (2,5 tonnes). Both samples included displacements over different kind of surfaces: off road and asphalt.

It appears that the load of the trailer increases the vibrations transmitted to the operator. It is an interesting fact that will be further researched.

5. CONCLUSION

Physical risks, such as vibrations, emerged as a consequence of the development and mechanization of olive harvesting.

One of the most popular hand held tools is the electrical harvester; however, the HAV exposure related to this tool in a typical working cycle exceeds the EAV (7.89 m/s² > 5 m/s²) established in the directive and so it

may lead to HAVS. Preventive measure should then be taken to limit or avoid the worker exposure.

The use of the tractor is another potential physical risk: operators are also exposed to WBV during their work cycle. As it is shown in this work, vibration exposure is not only limited to the working area, but also the different displacement performed with the vehicles.

It is important to remark that a double exposure (WBV and HAV) appears during the olive harvesting campaign. The effect of the double exposure may increase the severity of the effects compared to the single effect caused by one unique vibration source.

6. REFERENCES

- Aiello, G., La Scalia, G., Vallone, M., Catania, P., & Venticinque, M. (2012). Real time assessment of hand–arm vibration system based on capacitive MEMS accelerometers. *Computers and electronics in agriculture*, 85, 45-52.
- Amirante, P., Tamborrino, A., & Leone, A. (2008). Olive harvesting mechanization systems in high density orchards. Paper presented at the VI International Symposium on Olive Growing 949.
- Bovenzi, M. (1998). Exposure-response relationship in the hand-arm vibration syndrome: an overview of current epidemiology research. *International archives of occupational and environmental health*, 71(8), 509-519.
- Bovenzi, M., & Betta, A. (1994). Low-back disorders in agricultural tractor drivers exposed to whole-body vibration and postural stress. *Applied ergonomics*, 25(4), 231-241.
- Çakmak, B., Saraçoğlu, T., Alayunt, F. N., & Özarslan, C. (2011). Vibration and noise characteristics of flap type olive harvesters. *Applied ergonomics*, 42(3), 397-402.
- Cerruto, E., Manetto, G., & Schillaci, G. (2010). Vibrations produced by electric shakers for olive harvesting. Paper presented at the Proc. Int. Conf. Ragusa SHWA2010, Ragusa, Italy.
- Costa, N., Arezes, P. M., Quintas, C., & Melo, R. B. (2013). Vibration exposure in mechanical olive harvesting: workers' perception. *Occupational safety and hygiene*. CRC Press, Boca Raton, FL, USA, 417-20.
- Deboli, R., Calvo, A., Gambella, F., Preti, C., Dau, R., & Casu, E. C. (2014). Hand arm vibration generated by a rotary pick-up for table olives harvesting. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 16(1), 228-235.
- Deboli, R., Calvo, A., & Preti, C. (2016). Vibration and impulsivity analysis of hand held olive beaters. *Applied ergonomics*, 55, 258-267.
- Directive 2002/44/EC. (2002). Directive of the European Parliament and of the Council of 25 June 2002, on the minimum health & safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (vibration).
- Griffin, M., Bovenzi, M., & Nelson, C. (2003). Dose-response patterns for vibration-induced white finger. *Occupational and Environmental Medicine*, 60(1), 16-26.
- ISO 2631-1:2017. Mechanical vibration and shock, evaluation of human exposure to whole-body vibration. Part 1: General requirements.
- ISO 5349-1:2001. Mechanical vibration-measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration - Part 1: General requirements.
- Kim, J. H., Dennerlein, J. T., & Johnson, P. W. (2018). The effect of a multi-axis suspension on WBV exposures and physical stress in the neck and low back in agricultural tractor applications. *Applied ergonomics*, 68, 80-89.
- Lenzuni, P., Deboli, R., Preti, C., & Calvo, A. (2016). A round robin test for the hand-transmitted vibration from an olive harvester. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 53, 86-92.
- Manetto, G., Cerruto, E., & Schillaci, G. (2012). Vibration operator exposure during olive harvesting. In *Proc. Int. Conf. Work Safety and Risk Prevention in Agro-food and Forest Systems Ragusa SHWA2012*, Italy, 312-20.
- Ministerio de Agricultura. (2015). Encuesta sobre superficie y rendimiento de cultivos. *Gobierno de España*.
- Punnett, L., & Wegman, D. H. (2004). Work-related musculoskeletal disorders: the epidemiologic evidence and the debate. *Journal of electromyography and kinesiology*, 14(1), 13-23.
- Tiemessen, I. J., Hulshof, C. T., & Frings-Dresen, M. H. (2007). An overview of strategies to reduce whole-body vibration exposure on drivers: A systematic review. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 37(3), 245-256.

Os níveis de pressão sonora em piscinas cobertas. Uma problemática na área do desporto

The sound pressure in indoor swimming pools. A problem in sport area

Teixeira, Filipe

Universidade do Minho

ABSTRACT

The practice of professional-oriented physical activity, provided by indoor swimming pools, that it is intended to prevent and achieve gains that promote better health and to avoid the appearance of debilitating states that affect it, affecting daily performance. However, there are spaces, which can also be a source of risk to the health of all those who attend to those spaces. Multiples noises sources existing in these structures which can be incremented by poor sound quality in these spaces, and may as an important risk factor health, contributing to human health damage. The study was conducted in two phases, the measurement of occupational sound pressure levels, in the context of class, present in indoor pools (N = 4) of two regions with distinct characteristics and the application of a questionnaire to teachers / trainers (N = 61). Teachers and coaches who work more than 6hours (34,4%) or more than 4 hours (54,0%) are exposed to a very high sound pressure levels. The recorded sounds pressure results are between 74.3dB (A) and 100dB (A). However the average of the LEX,8h values were between 83dB (A) and 90dB (A). In conclusion, the study has revealed that the teachers and coaches and other attendees are exposed to high sound pressure levels, which by its magnitude can cause damage to hearing acuity. Some teachers and trainers have reported hearing loss.

KEYWORDS: Ruído, Saúde, Swim, Desporto, Work

1. INTRODUÇÃO

É na prática de actividade física orientada por profissionais, proporcionada pelas piscinas cobertas, que se pretende prevenir e alcançar ganhos que potenciem melhor saúde e, evitar, a aparição de estados debilitativos que prejudiquem a mesma, afectando o desempenho diário. No entanto, estes locais podem também ser incitadores de riscos para a saúde de todos os que os frequentam.

Os riscos, vários, podem provir da prática da actividade física ou serem relativos à exposição de diversos factores como ambientes térmicos, riscos biológicos, químicos ou exposição ao ruído.

Ruído, que nas piscinas cobertas podem ser de baixa intensidade e outros de maior intensidade.

Os profissionais e utentes das piscinas cobertas estão expostos a todos estes sons, sempre que estão a laborar e frequentar estes locais. Esta exposição é variável para profissionais e utilizadores, apesar dos frequentadores estarem expostos a um período inferior à dos profissionais, a sua acuidade auditiva pode ser afectada. A agravar esta exposição à pressão sonora, é de considerar ainda as más condições acústicas existentes nas piscinas cobertas (Iannace et al., 2006). Esta lacuna resulta de não serem previstos na concepção e na edificação das piscinas cobertas a existência de materiais de absorção sonora com vista a reduzir ou minimizar os elevados níveis de pressão sonora (Iannace et al., 2006; Maffei et al., 2009).

2. PRESSÃO SONORA E PISCINAS

Nas piscinas cobertas existem diversas fontes de ruído. Estas vão desde o constante movimento da água e funcionamento dos sistemas de ar ambiente, à dinâmica necessária a implementar nas aulas e treinos. A verbalização, os gritos, apitos entre outros sons, são

frequentes e constantes nestes espaços. (Schriemer et al., 2010; Teixeira & Arezes, 2015).

O ambiente térmico é outro elemento que interfere com o ruído. Nestes locais é geralmente elevado com temperaturas altas (28 a 30graus) e valores de humidade entre 60 e 70%, o que proporciona incremento da propagação do som (Teixeira, F.C., 2014).

Os produtos químicos desinfecção dos planos de água utilizados nas piscinas cobertas, podem ser ototóxicos (Pedroso, 2009; Teixeira, F.C., 2014). Podem ainda provocar determinadas consequências não desejáveis, nomeadamente, a geração de compostos no meio ambiente (ar) das piscinas. Estes dois factores quando conjugados com a exposição a níveis de pressão sonora altos, podem apresentar um risco acrescido para a saúde auditiva.

O ruído ambiente pode causar uma redução da sensibilidade do sistema auditivo a determinado som, como a voz. Nas piscinas cobertas, a fala é o método mais utilizado para a comunicação no ensino e na aprendizagem. Os profissionais e utilizadores das piscinas facilmente têm de forçar a voz para serem audíveis e inteligíveis. Este esforço pode com facilidade superar os 100dB(A) (Gaudreaudet al., 2011; Palma et al., 2009; Schriemer et al., 2010; F. Teixeira & Arezes, 2015). A voz, pelo esforço vocal que é necessário fazer para se tornar audível e perceptível, quando adicionada ao ruído ambiente, aumenta os níveis de pressão sonora inevitavelmente.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho realizou-se no norte de Portugal, nos concelhos de Guimarães e de Felgueiras respectivamente. Desenvolveu-se entre os meses de Março e Abril (2014) em piscinas cobertas em contexto de aula. Os critérios de selecção foram a localização, as características

arquitectónicas e as realidades de funcionamento (nº de colaboradores, nº de utentes, e ocupação). Neste estudo foram consideradas duas etapas, a elaboração, validação e aplicação de um questionário e a mensuração dos níveis de pressão sonora nas piscinas e o tratamento estatístico dos dados recolhidos. Utilizou-se o sonómetro, da marca Quest Technologies, modelo 2800 Impulse Integrating Sound Level Meter, número de série HS5120022, com uma precisão de ± 1 dB, com filtro de oitavas da mesma marca modelo OB-100 para medir a pressão sonora. No trato estatístico utilizou-se o IBM® SPSS® Statistics versão 22.0.

A recolha de dados de pressão sonora em cada piscina, foi em período semanal de cinco dias úteis das 18h30 e as 21 horas para abranger as seguintes situações:

- i - diferença de ocupação entre os dias da semana;
- ii - variação do número de utilizadores nas aulas;
- iii - diferente organização de actividades em cada dia;
- iiii - rotatividade dos professores nas aulas.

Foram seleccionados cinco pontos de registo (Pr), em que os critérios utilizados de selecção foram, a localização de professores /treinadores (Prf/Trn) e a distância existente à fonte principal de ruído. Registe-se que os Prf/Trn ministram aulas diferentes a cada 45 a 60 minutos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A amostra deste estudo foi constituída por quatro piscinas e pela totalidade de professores / treinadores (61) que ali laboravam. Responderam ao questionário 100% dos professores/treinadores (Prf/Trn), sendo do género feminino 27 (44,3%) e do género masculino 34 (55,7%), com média de idades de 33,7 anos $\pm 5,7$, compreendida entre os 23 e os 50 anos.

Os registos de LEX,8h corrigidos, mínimo e máximo por Ponto de registo (Pr) de cada piscina, estão representados na tabela 1, assim como o valor médio do dia.

Observam-se valores de LEX,8h na maioria muito altos, ultrapassam os valores definidos pela legislação portuguesa para a exposição ao ruído. O Pr1 apresenta os valores mais elevados em 3 piscinas, entre os 84,3 dB(A) e 100,0 dB(A).

Estes valores elevados representam um perigoso risco para a saúde auditiva dos Prf/Trn, e podem ainda provocar outros riscos, por exemplo os relativos à saúde vocal, pois vão obrigar a um esforço da voz muito superior ao nível existente, outro problema de saúde que pode surgir é a fadiga acentuada provocando uma diminuição do desempenho (Gaudreau et al., 2011; Pimentel et al., 2016).

Tabela 1 - Exposição de valores LEX_{8h} de Ponto de registo

		Piscinas (P) dB(A)							
DIA		P1		P2		P3		P4	
2ªf	Min	85,7	Pr3	75,9	Pr3	75,8	Pr2	82,5	Pr1
	Max	95,7	Pr4	86,8	Pr1	90,6	Pr1	87,8	Pr3
	Mdia	92,4		82,9		84,6		85,4	
3ªf	Min	79,3	Pr5	74,3	Pr3	80,8	Pr1	77,9	Pr1
	Max	100,0	Pr1	86,2	Pr1	85,3	Pr5	89,9	Pr4
	Mdia	93,2		81,3		83,8		85,2	
4ªf	Min	74,6	Pr4	74,3	Pr1	78,1	Pr1	81,0	Pr1
	Max	79,4	Pr5	88,3	Pr4	84,2	Pr5	92,1	Pr5
	Mdia	77,4		81,0		81,6		88,3	
5ªf	Min	79,5	Pr5	75,2	Pr1	76,1	Pr2	82,2	Pr5
	Max	90,0	Pr1	90,8	Pr1	88,7	Pr1	89,0	Pr4
	Mdia	85,3		84,7		83,9		86,0	
6ªf	Min	76,6	Pr5	79,2	Pr3	80,9	Pr2	79,1	Pr1
	Max	84,3	Pr1	90,4	Pr1	88,0	Pr1	91,4	Pr4
	Mdia	82,1		85,8		85,0		87,5	
Lex,8h piscina		89,4		83,5		83,9		86,7	

Min – Mínimo, Max – Máximo; M.dia – Média do dia; Pr – Ponto de registo

Quanto aos valores de LAeq de cada Pr em cada piscina pode-se verificar na tabela 2 que só na piscina 2 os Pr 2 e 3 são inferiores aos preconizados pela legislação, embora sendo altos. Lembra-se que os Pr são os locais onde os Prf/Trn estão situados para ministrar as suas aulas o que poderá ser relacionado com o tempo que passam no mesmo sítio, já anteriormente referido, é de 45 a 60 minutos. Registe-se que raras são as situações em que os Prf/Trn dão uma única aula.

A exposição pessoal média situa-se entre os valores 74,3 dB(A) e os 100,0 dB(A) e a média semanal do LEX,8h, os valores estão situados entre os 83,4 dB(A) e os 89,4 dB(A), sendo o valor médio das piscinas 84,8 dB(A).

Os valores registados de pressão sonora e aqui apresentados são similares aos revelados no estudo efectuado no Canadá (2011) em 5 piscinas cobertas do Quebec, onde foram registados valores de 94,6dB(A) em 149 minutos, representando uma dose de exposição de 37% a que os Prf/Trn estavam sujeitos naquele tempo. Gaudreau et al., (2011),

Tabela 2 – Valores LAeq por Ponto de registo

		Piscinas (P) dB(A)				
Ponto de registo		P1	P2	P3	P4	
Pr1	Min	78,3	74,3	78,1	77,9	
	Máx	100,0	90,8	90,6	86,7	
	M.smn	93,7	85,9	87,3	84,3	
Pr2	Min	77,5	76,2	75,8	81,0	
	Máx	88,4	79,9	82,0	85,5	
	M.smn	84,9	77,6	79,6	83,9	
Pr3	Min	77,1	74,3	79,1	83,8	
	Máx	88,0	79,2	85,0	87,8	
	M.smn	84,2	76,4	82,8	85,3	
Pr4	Min	74,6	80,2	80,3	86,6	
	Máx	95,7	88,3	84,4	91,4	
	M.smn	88,8	84,9	82,5	89,8	
Pr5	Min	76,6	79,9	81,8	82,2	
	Máx	86,4	86,6	85,3	92,1	
	M.smn	81,7	83,5	84,1	87,9	

Min – Mínimo, Max – Máximo; M.smn – Média da semana; Pr – Ponto de registo

Existe uma relação estatística ($p=0,02 < p < 0,05$) na relação horas de trabalho e horas de trabalho com exposição ao ruído. Constatou-se que os Prf/Trn ministram aulas de 45 a 60 minutos e que 54% estão mais de 4 horas expostos a valores de pressão sonora altos (tabela 2) e 34,4% estão num período superior a 6 horas estão expostos aos mesmos valores, o que poderá representar doses de exposição similares ao estudo acima referido. Pode-se ainda considerar que nas piscinas cobertas em contexto de aula os Prf/Trn estão expostos ao ruído e são locais e potencialmente ruidosos.

O tempo de actividade em contínua exposição ao ruído pode levar á redução ou mesmo perda de capacidade auditiva. No estudo perda auditiva ocupacional em professores de natação (Schriemer et al., 2010) foi relacionado a exposição a longo prazo nas piscinas cobertas pode causar danos ao sistema auditivo. Nas questões “Fez audiograma” e “foi identificada perda auditiva”, apurou-se que 70,0% dos Prf/Trn indica que não tinha efectuado qualquer exame auditivo, dos quais 56,7% dos inquiridos até 10 anos de actividade, não fizeram o referido exame, apenas 30% tinham efectuado audiograma, um valor muito reduzido, o que demonstra alguma negligência e pouca importância que os Prf/Trn dão aos problemas inerentes ao ruído.

Quanto à questão identificada perda auditiva, é de referir que a esta questão só respondiam os inquiridos que já tivessem realizado algum teste audiométrico. Verifica-se que as variáveis estão dependentes ($p=0,01 < p < 0,05$) e que os Prf/Trn até 10 anos de actividade, 11,1% indicam perda auditiva e que com mais de 10 anos de actividade o valor duplica, é de 22,2%. Este resultado corrobora o alcançado no estudo efectuado por Schriemer et al. (2010), dando indicações de que as piscinas cobertas podem, quando os níveis de pressão sonora são elevados, trazer prejuízos de saúde ao aparelho auditivo.

5. CONCLUSÕES

Os resultados agora revelados não são positivos, os níveis de pressão sonora são muito elevados e em alguns casos ultrapassam o limite de exposição permitido por lei. Os registos de média semanal de LEX,8h de pressão sonora entre os 83 dB(A) e os 100 dB(A), são idênticos aos que se encontram em ambientes industriais. O comportamento dos Prf/Trn destes espaços e, as próprias entidades gestoras das piscinas não vai no sentido de diminuir a sua exposição ou reduzir os níveis de pressão sonora existentes. Um número muito reduzido de Prf/Trn efectuaram testes audiométricos. Detectaram-se Prf/Trn que indicaram ter alguma perda auditiva. Os Prf/Trn mostram dar pouca importância à exposição ao ruído, descuidando a saúde do aparelho auditivo. As condições acústicas nas piscinas cobertas são na maioria das vezes, fracas em geral e de baixa qualidade. Pode-se considerar que as piscinas cobertas quanto às condições acústicas são insalubres e prejudicam a saúde do aparelho auditivo.

Para diminuição dos níveis de pressão sonora sugere-se acções de controlo e sensibilização sobre o tema da exposição ao ruído ocupacional e se implementem de regras que estimulem a minimização dos níveis de ruído.

Para futuro pretende-se alargar este estudo para âmbito nacional e analisar a capacidade auditiva dos Prf/Trn.

6. REFERENCES

- Braga, A. L., & Oliveira, R. G. de. (2009). Educação Física e Música - Uma visão dos professores de educação física sobre a música na educação física. *Revista Interfaces: Ensino Pesquisa E Extensão*, 1(1), 42–45.
- Gaudreau, M., Sgard, F., Néllisse, H., & Boutin, J. (2011). *Études et recherches: Bruit dans cinq piscines intérieures*. Québec: Institut de Recherche Robert-Sauvé en Santé et en Sécurité du Travail.
- Iannace, G., Lembo, P., Maffei, L., & Nataletti, P. (2006). Acoustical conditions and noise exposure inside school gymnasia and swimming pools. In *Euro Noise* (pp. 1–6).
- Maffei, L., Iannace, G., Masullo, M., & Nataletti, P. (2009). Noise exposure in school gymnasia and swimming pools. *Noise Control Engineering*, 57(6), 603–612.
- Mahendra Prashanth, K., & Sridhar, V. (2008). The relationship between noise frequency components and physical, physiological and psychological effects of industrial workers. *Noise and Health*, 10(40), 90. <https://doi.org/10.4103/1463-1741.44347>
- Palma, A., Mattos, U. A. de O., Almeida, M. N., & Oliveira, G. E. M. C. de. (2009). Nível de ruído no ambiente de trabalho do professor de educação física em aulas de ciclismo indoor Level of noise at the workplace environment among physical education teachers in. *Revista de Saúde Pública*, 43(2), 345–351.
- Pedroso, M. J. L. C. (2009). *Exposição Ocupacional em Piscinas Cobertas do Tipo I e II*. Faculdade de Medicina da Universidade do Porto.
- Pimentel, B. N., Fedosse, E., Rodrigues, N. da G. S., Cruz, K. S., & Santos Filha, V. A. V. dos. (2016). Percepção do ruído , saúde auditiva e qualidade de vida de professores de escolas públicas Perception of noise , hearing health and quality of life of public school teachers. *Audiology Ommunication Research*, 21, 1–7. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1590/2317-6431-2016-1740> ISSN
- Ryan, S., & Mendel, L. L. (2010). Acoustics in physical education settings: the learning roadblock. *Physical Education & Sport Pedagogy*, 15(1), 71–83. <https://doi.org/10.1080/17408980902729370>
- Schriemer, A. G., Kateman, H. R. (Erik), & Sorgdrager, B. (2010). Beroepsslechthorendheid bij zwemonderwijzers. *TBV*, (1), 16–20.
- Teixeira, F., & Arezes, P. (2015). Avaliação e caracterização da exposição ocupacional ao ruído em piscinas cobertas. *International Journal On Working Conditions*, 9, 161–177.
- Teixeira, F. C. B. S. B. (2014). *Avaliação e caracterização da exposição ao ruído em piscinas cobertas em contexto de aula*. Escola de Eng UM

Qualitative analysis of reports on occupational accidents related to the construction of concrete structures

Pardo-Ferreira, María del Carmen; Martínez-Rojas, María; López-Arquillos, Antonio; Salguero-Caparrós, Francisco; Rubio-Romero, Juan Carlos

University of Málaga, Málaga, Spain

ABSTRACT

The construction industry has a high accident rate worldwide. In Spain the activity sector with the highest incidence rate in 2016 was the construction sector. The construction of concrete structures is one of the most dangerous construction phases. The objective of this study is to carry out a qualitative analysis of investigation reports on occupational accidents related to the construction of concrete structures. For this purpose, 50 investigation reports developed between 2004 and 2012 were analyzed using Atlas.ti software. As other studies previously pointed out, the results indicated that the most frequent type of accident was the fall at a different level. The main causes of these accidents were: non-existent or inadequate work method, not using personal protective equipment, overconfidence or lack of attention and absence or deficiency of collective protections against falls of people.

KEYWORDS: Occupational accidents; Causes; Construction; Concrete structures; Atlas.ti

1. INTRODUCTION

1.1 Construction sector

The construction industry has a high accident rate worldwide (López-Arquillos, and Rubio-Romero, 2015) and in most countries the rate of fatal accidents in the construction industry is higher than in any other sector (Alves, 1999; Suraji et al. 2001; Adam et al., 2009). In that way, more than 20% of fatal accidents in Europe in 2014 occurred in the construction sector (Eurostat, 2018)

According to the National Institute of Safety, Health and Welfare at Work in Spain (INSSBT, 2017), in 2016 the activity sector with the highest incidence rate was the construction sector with a value of 7.217.2. This is more than doubled the average of the sectorial rates in Spain that year. In addition, this incidence rate presented an increase of 6.4% with respect to the incidence rate of the construction sector in 2015 (INSSBT, 2017). In addition, the region of Andalusia was the third region within the 19 regions in which Spain is divided, which presented the highest incidence rate (INSHT, 2017).

It is also important to point out that, according to the last study that included ratios by phases of construction (INSHT, 2008), the highest ratio of fatal accidents appear in the phase of "Structures and factory works", with 17.25% of the accidents investigated between 2005 and 2007.

Although accidents in the construction sector have been widely studied, all these data reflect the importance of continuing conducting research that lead to better understanding of the causes of accidents in the construction sector, in order to correct them and reduce occupational accidents.

1.2 Investigations report on occupational accidents

The investigation of occupational accidents is a safety technique aimed at discovering the causes that led to the accident in question (Salguero-Caparrós et al. 2015). In Spain, as in many other countries, it is mandatory to investigate occupational accidents. Accident investigation is one of the most important activities to close the cycle

of continuous improvement in the safety and health of companies (Consejería de Empleo de la Junta de Andalucía, 2012).

Therefore, the accident investigation reports should collect all the qualitative information about the accident, with the aim of discovering the causes that have given rise to an accident, as a necessary preliminary phase to design and apply the appropriate preventive measures, in order to prevent similar accidents from recurring (Fraile et al., 2013).

1.3 Grounded Theory

The origins of the Grounded Theory appear to have been in 1967, when Glaser and Strauss published their work *The Discovery of Grounded Theory* (Covan, 2007; Stern, 2009; Birks and Mills, 2015; Urquhart, 2017). They proposed a method to systematically derive theories about human behavior and the social world with an empirical basis (Kendall, 1999).

Hence, the Method of Grounded Theory is a research method for the collection and analysis of qualitative data. Its main objective is the development of "context-specific" theories based on the data offered by the context itself, that is, based on the information provided by the data collected by the researcher.

In this context, several software have been developed that are included in the Qualitative data analysis software (QDAS) and that allow to implement this qualitative research method. Among them, the most used by researchers are Atlas.ti and Nvivo. (Paulus et al., 2017).

1.4 Objective

The objective of this study is to perform a textual and in-depth qualitative analysis of a sample of investigation reports on occupational accidents within the construction sector, related to the execution of concrete structures. Thus, it is intended to establish the main causes that led to accidents.

2. MATERIALS AND METHODS

This study presents a qualitative analysis of a sample of investigation reports on occupational accidents carried out by the Andalusian Labor Authority.

Initially, 53 accident investigation reports were received. These accidents had occurred in Andalusia between 2004 and 2012 on construction sites during the execution of concrete structures. Three of these reports were discarded because they presented an illegible format, were incomplete or described a non-causal accident. Therefore, a sample of 50 accidents was used to perform the analysis and they are summarized in table 1.

Then, Atlas.ti 8 software focused on the principles of Grounded Theory was used to carry out the analysis. Once the investigation reports were loaded as primary documents, they were grouped by year and severity. Later, the reports were codified using 8 categories of codes: Type of task, type of accident, cause of accident, degree of injury, type of injury, training and information on safety and health, preventive modality and proposed corrective measure. Finally, the different analysis tools offered by Atlas.ti were applied and the main results were extracted.

Table 1. Summary of accidents classified by year and severity

Year	No. accidents	Slight	Serious	Very serious	Fatal
2004	3	0	3	0	0
2005	1	0	1	0	0
2006	8	1	6	0	1
2007	10	2	7	0	1
2008	12	5	7	0	0
2009	7	1	6	0	0
2010	6	2	3	0	1
2011	2	0	1	1	0
2012	1	0	0	1	0
Total	50	11	34	2	3

3. RESULTS AND DISCUSSION

In relation to the type of accident, the most frequent accident corresponds to falls at a different level (35 cases). The three fatal accidents and the two very serious accidents correspond to falls at different levels. Which means that besides being the most numerous type of accident, it is also the one that causes the most important injuries. With many fewer cases, the second most frequent type of accident corresponds to detachment of material (7 events). The rest of the accidents are divided between crushing, falling to the same level, electrification, hit against immobile object and injury during the use of machines and tools.

The four causes of accidents with greater occurrence are: non-existent or inadequate work method (26 cases), not using personal protective equipment (PPE) made available by the company and mandatory use (15 cases), overconfidence and/or lack of attention (12 cases) and absence/deficiency of collective protections against falls of people (12 cases). It is highlighted that of these four causes, two are the responsibility of the worker and the other two are the responsibility of the contractor, but all

of them were easily avoidable without incurring high economic expenses.

Regarding the training or information, only in 24 cases of the 50 accidents analyzed, it was established that the worker had adequate training and information and in 8 cases it was specifically indicated that the worker had a lack of training or information. Therefore, in 18 cases, no observations on this aspect were included in the report.

When the type of injury was analyzed, it was found that the most frequent injuries were: bone fracture (29 cases), superficial injuries (11 cases) and multiple lesions (10 cases). It highlights that the most important injuries were: 3 deaths, 2 amputations and losses of body parts, 2 concussions or intracranial injuries and 2 internal injuries.

In line with these results, the most frequent proposed corrective measures were: training, information, control and surveillance (27 cases), using adequate work procedures and techniques (20 cases), use of PPE (18 cases) and placement of collective protections (16 cases). That is to say, the majority of the accidents occurred are included in these four corrective measures, which, if applied, could have prevented numerous accidents.

For the preventive modality, almost all the companies, in which the accidents occurred, had contracted an external prevention service. Only one company had a joint prevention service. Emphasizing that no company had its own prevention service.

Finally, it is also important to note the type of task, which was being done when the accident occurred was usually the preparation or disassembly of formwork for the concrete structures. It is during this phase that the accident risk level is higher. Therefore, the preventive methods should be focused on this task minimizing the risks that cannot be eliminated.

4. CONCLUSIONS

The results presented show that the main type of accident in the construction of concrete structures is the fall in height, as other studies previously pointed out (Nadhim, 2016). In relation to the four main causes identified, they are essentially related to the workers and the company. Therefore, many of the accidents investigated could have been avoided:

- If the operators had made use of their PPE, paying more attention to the tasks they perform and carrying out the appropriate work procedures.
- If the companies had put the economic means for the installation of collective protections and they would had better trained the workers for the use of safe work procedures.

These corrections are not expensive and could have prevented deaths and a large number of minor, serious and very serious accidents.

In conclusion, it is necessary for companies to continue working to improve safety and health by improving their safe work procedures, as well as the training and information of their workers.

Among the limitations of the study, it should be noted that the sample of accident investigation reports is not representative due to its small size. Hence, the findings

are not truly representative of the accidents in construction of structures in Andalucía, Spain, at large. Furthermore, it is possible that there are some discrepancies between these findings and reality. Nevertheless, the findings of the study help to improve further comprehensive understanding of the causes of accidents and can serve as a basis to investigate new preventive measures that improve safety and health in this construction phase.

5. ACKNOWLEDGMENTS

We acknowledge the support of the Ministry of Economy, Industry and Competitiveness of the Government of Spain through the project "Composite Leading Indicators para la mejora de la resiliencia de la seguridad laboral, en las actividades de diseño y ejecución de estructuras" (BIA2016-79270-P) and the postdoctoral contracts "Juan de la Cierva" (FJCI-2015-24093). It is also important to acknowledge also the Ministry of Education, Culture and Sports of the Government of Spain for its support through the predoctoral contracts "Formación del Profesorado Universitario" (FPU 2016/03298).

6. REFERENCES

- Adam, J. M., Pallarés, F. J., & Calderón, P. A. (2009). Falls from height during the floor slab formwork of buildings: current situation in Spain. *Journal of safety research*, 40(4), 293-299.
- Alves, L. M. (1999). Construction safety coordination in Portugal. Proceedings, International Conference on Construction Safety Coordination in the European Union, CIB Publication 238, CIB Working Commission W99. Lisbon, Portugal
- Birks, M., & Mills, J. (2015). *Grounded theory: A practical guide*. Sage.
- Consejería de Empleo de la Junta de Andalucía (2012). Guía para la investigación de accidentes en microempresas. [online] Available at: <http://www.juntadeandalucia.es/servicios/publicaciones/detalle/75967.html>
- Covan, E. K. (2007). The discovery of grounded theory in practice: The legacy of multiple mentors (pp. 58-72). *The Sage handbook of grounded theory*.
- Eurostat (2018). Accidents at work statistics - Statistics Explained. [online] Available at: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Accidents_at_work_statistics#Incidence_rates.
- Fraile, A., Lopez, F., Maqueda, J., Muñoz, A., Obregon, P., Pique, T., Rosel, L., 1993. Proyecto INVAC: Una contribución a la modernización de la investigación de accidentes de trabajo. *Salud y Trabajo* 99, 29-44.
- INSHT (2017). Siniestralidad laboral enero 2016-diciembre 2016. Madrid. NIPO: 272-15-044-3.
- INSHT (2008). Análisis cualitativo de la mortalidad por Accidente de trabajo en España (2005-2007). Madrid.
- INSSBT (2017). Informe anual de accidentes de trabajo en España 2016. Madrid. NIPO 272-15-081-4
- Kendall, J. (1999). Axial coding and the grounded theory controversy. *Western Journal of Nursing Research*, 21 (6), 743-757.
- López-Arquillos, A., & Rubio-Romero, J. C. (2015). Propuesta de Indicadores de Prevención a Través del Diseño en los Proyectos de Construcción. *Revista de la construcción*, 14(2), 58-64.
- Nadhim, E. A., Hon, C., Xia, B., Stewart, I., & Fang, D. (2016). Falls from height in the construction industry: a critical review of the scientific literature. *International journal of environmental research and public health*, 13(7), 638.
- Paulus, T., Woods, M., Atkins, D. P., & Macklin, R. (2017). The discourse of QDAS: Reporting practices of ATLAS.ti and NVivo users with implications for best practices. *International Journal of Social Research Methodology*, 20(1), 35-47.
- Salguero-Caparrós, F., Suárez-Cebador, M., & Rubio-Romero, J. C. (2015). Analysis of investigation reports on occupational accidents. *Safety science*, 72, 329-336.
- Stern, P. N. (2009). In the beginning Glaser and Strauss created grounded theory. *Developing grounded theory: The second generation*, 23-29.
- Suraji, A., Duff, A. R., & Peckitt, S. J. (2001). Development of causal model of construction accident causation. *Journal of Construction Engineering and Management*, 127(4), 337-344.
- Urquhart, C. 2016. Grounded Theory. *The International Encyclopedia of Communication Theory and Philosophy*. 1-13.

Avaliação de riscos biológicos e implementação do plano de ação em laboratórios BSL3

Neto, Flávio¹; Gomes-Pereira, Sandra^{1,2}; Veloso Neto, Hernâni^{1,3}

¹ISLA Gaia - Instituto Politécnico de Gestão e Tecnologia, VN Gaia, Portugal

²CISA, Centro de Investigação em Saúde e Ambiente, ESS-IPP, Porto, Portugal

³Instituto de Sociologia da Universidade do Porto

ABSTRACT

Biological risk assessment is an essential tool to trigger and develop appropriate protective measures, which are determined by the characteristics of the agents involved in the activity and by the adequacy of the facilities, equipment and work practices. The main purpose of this work was to evaluate and manage biological risks in biosafety level 3 (BSL3) facilities, as well the risk assessment and categorization in the activities developed in a research laboratory. The method selected was the MARAT (method of risk assessment and work accidents) and the biological agent under evaluation was *Mycobacterium tuberculosis* (Mtb), the bacteria responsible for human tuberculosis. The BSL3 laboratory and the research procedures were evaluated concerning the infrastructure (including equipment) and laboratory organization, good laboratory practice, decontamination procedures, emergency procedures in case of an incident / laboratory accident and transport of biological samples. The assessment study of biological risks and the development of an action plan in BSL3 contributes to the development of risk management and guarantees the safety and health of the workers exposed in these laboratories.

KEYWORDS: Biological agents, BSL3 laboratory, tuberculosis, risk assessment, MARAT

1. INTRODUÇÃO

Os laboratórios de investigação biológica em doenças infectocontagiosas, devido à utilização deliberada de microrganismos patogénicos, representam locais de trabalho com potencial risco biológico para os trabalhadores e para a saúde pública. Nestes laboratórios, as atividades suscetíveis de apresentar um risco de exposição a agentes biológicos, deverão ser alvo avaliação dos riscos mediante a determinação da natureza e do grupo do agente biológico, bem como dos procedimentos aplicados e do tempo de exposição dos trabalhadores (DL 84/97 de 16 de abril; Diretiva 2000/54/CE, de 18 de setembro). No entanto, a inexistência de fichas de dados de segurança para agentes biológicos, bem como o número reduzido de estudos publicados sobre o desempenho dos métodos de avaliação dos riscos biológicos, poderão contribuir para a obtenção de níveis de risco pouco precisos. Para além destas limitações, e em particular nos laboratórios de investigação, a elevada diversidade de metodologias e de protocolos utilizados no estudo dos microrganismos também pode resultar numa maior heterogeneidade dos resultados da avaliação de riscos, pelo que existe necessidade de mais informação, uniformização e identificação dos procedimentos/atividades que apresentam nível de risco mais elevado.

No caso da manipulação da bactéria responsável pela tuberculose humana, *Mycobacterium tuberculosis*, e apesar da existência de uma vacina, BCG, a sua transmissão por via respiratória e as possíveis consequências para a saúde humana conduziram a que este agente biológico seja classificado no grupo 3 de risco biológico (Portaria nº 1036/98 de 15 de Dezembro), implicando a aplicação de medidas de confinamento primário e secundário de nível 3 (BSL3). Estas medidas de biossegurança abrangem o projeto e instalações do

laboratório, o código de práticas, o equipamento, a vigilância da saúde, a informação e formação dos trabalhadores e utilizadores deste laboratório e o tratamento de resíduos e visam minimizar o risco de exposição e desenvolvimento de tuberculose (OMS, 2013).

Com este trabalho pretendeu-se, assim, realizar a avaliação de risco biológico de uma instalação do tipo BSL3, bem como dos procedimentos que incluem a manipulação do agente da tuberculose.

O estudo teve por base os seguintes objetivos específicos:

- Analisar e descrever as atividades e espaços a avaliar em termos de incidência de riscos profissionais de natureza biológica
- Identificar fatores de risco (ou perigos) presentes nas atividades do laboratório BSL3.
- Avaliar os riscos e danos associados às atividades (estimação do risco)
- Especificar e hierarquizar os níveis de risco das atividades (valoração dos riscos)
- Decidir sobre a aceitabilidade dos riscos (resultado da valoração dos riscos)
- Definir de plano de ação com medidas de biossegurança nas atividades e instalações avaliadas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliadas as instalações e os procedimentos de um laboratório de investigação, relativamente ao risco biológico de exposição a *M. tuberculosis*. Sendo um agente do grupo 3 de risco biológico, a avaliação de risco teve como base as condições de trabalho de acordo com o nível de confinamento exigido, para além de um conjunto de fatores especificamente associados ao agente *M. tuberculosis* (Tabela 1).

Tabela 1 - Fatores a considerar aquando de uma avaliação de riscos em procedimentos com *Mtb* (TB-Tuberculose; MR-Multiresistentes; UR-Ultraresistentes) (OMS, 2013)

Fatores relevantes em todos os laboratórios com a utilização de <i>Mtb</i>	Considerações
Patogenicidade	A TB não tratada tem uma taxa de mortalidade de 30–50%; cerca de 30% das pessoas com exposição prolongada a um caso infeccioso de TB contraem a infeção; 5–10% das pessoas infetadas desenvolvem TB
Via de transmissão primária	Inalação de gotículas nucleadas infecciosas
Via de transmissão secundária	Ingestão, inoculação direta
Estabilidade	Bacilo da tuberculose pode permanecer viável no ambiente por longos períodos de tempo
Dose infecciosa	Estimada em 10 bacilos por inalação em humanos
Suscetibilidade individual	5–10% das pessoas imunocompetentes infetadas desenvolvem TB
Risco de TB em locais de alta incidência	Alto
Vacinação disponível	Sim, BCG (com limitações na eficácia)
Tratamento eficaz para estirpes suscetíveis a diferentes medicamentos	Sim
Tratamento eficaz para estirpe MR	Sim, mas mais difícil de tratar do que estirpes suscetíveis
Tratamento eficaz para estirpes UR	Poucas opções de tratamento

Recorreu-se à ficha de agente biológico *Mtb* do Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT, 2012) de forma a identificar a via e mecanismo de transmissão, as vias de entrada no hospedeiro, os efeitos para a saúde, a profilaxia e terapêutica disponível e as medidas de prevenção adequadas. Foram também recolhidos dados internos da instituição relativos às características do laboratório, assim como das atividades de SST (avaliações de risco existentes, intervenções de segurança, equipamentos de proteção, registos de manutenção e acidentes, formações de higiene e segurança) e aplicada uma lista de verificação específica dos requisitos físicos e operacionais das instalações BSL3 incluindo câmaras de segurança biológica (CSB), autoclave, boas práticas laboratoriais e práticas especiais.

Os procedimentos laboratoriais com *Mtb* foram analisados em mapas funcionais, permitindo esquematizar a base procedimental e associar a cada tarefa os possíveis riscos, após confirmação do processo com os profissionais que aplicavam essas metodologias.

O método de avaliação de riscos profissionais utilizado foi o MARAT (Kinney & Wiruth, 1976; Moura, 2013), que se define como sendo uma matriz composta que tem como base o Sistema Simplificado de Avaliação de Risco de Acidentes de Trabalho. Este método semi-quantitativo indica-nos o Nível de Risco (NR) da atividade em estudo, resultando este do produto entre o Nível de Probabilidade (NP) e o Nível de Severidade ou consequência (NS). Por sua vez, o valor do NP é obtido através do produto entre o Nível de Deficiência (ND) e o Nível de Exposição (NE). Resumindo:

$$NR = NP \times NS \text{ em que } NP = ND \times NE$$

Nas instalações avaliadas, o NE registado foi de 2 e 3, dado que a frequência de exposição dos trabalhadores era de algumas vezes por mês a algumas vezes por semana, respetivamente. Quanto ao ND este foi determinado tendo em conta o cumprimento de requisitos do nível 3 de confinamento, para além de todas as medidas gerais, de vigilância ambiental e da saúde e de formação dos trabalhadores exigidas. Ao nível de severidade (NS) foi atribuído o valor 60, dado que apenas há exposição a estirpes de *Mtb* não MR nem UR (tabela 1), pelo que o dano pessoal pode resultar em lesões com incapacidade laboral transitória, que requerem tratamento médico, o

qual está disponível e é eficaz. Através do NR obteve-se o Nível de controlo ou intervenção (NC), que estabelece linhas de orientação para a eliminação ou redução do risco atendendo à avaliação do custo – eficácia, e implementação de um plano de ação.

3. RESULTADOS

Após aplicação dos procedimentos mencionados anteriormente, foi possível obter retrato balizado da realidade do laboratório e dinâmicas de trabalho. Aqui apenas vamos dar ênfase ao resultado global da avaliação de riscos com o método MARAT. A grande maioria dos perigos revelou ter associado um nível de risco aceitável, com valores inferiores a 360, por cumprimento dos requisitos de confinamento nível 3, estando assim o perigo controlado. Todavia, houve um conjunto reduzido de fatores de risco que atingiram níveis inaceitáveis, ainda que com valores próximos da aceitabilidade (Tabela 2). A exposição a bioaerossóis contendo o agente *Mtb*, que constitui a via de transmissão principal da tuberculose, assim como o contacto da pele não íntegra ou mucosas com gotículas contaminadas com *Mtb*, atingiram um NR inaceitável associado a determinados procedimentos/tarefas. Este resultado deriva por um lado do nível de exposição mais elevado e do nível de deficiência que, sendo aceitável (ND=2), é de admitir que o dano possa ocorrer algumas vezes, mas existem medidas implementadas para atenuar os efeitos da exposição. Também podem ser previstas medidas que reduzam estes níveis de risco para valores aceitáveis, como seria o caso da diminuição da frequência da exposição, por rotatividade dos trabalhadores na realização das tarefas referidas. Quanto ao risco de perfuração cutânea com exposição a material biológico contaminado alcançou os níveis mais elevados, variando entre 720 e 1080, dependendo da frequência de exposição, e está associado a procedimentos para os quais ainda não é possível a substituição do material perfurante e cortante nomeadamente a inoculação do agente *Mtb* e a dissecação de animais infetados ou processamento de amostras biológicas contendo o agente *Mtb*.

Tabela 2 - Hierarquização dos riscos a serem tratados de acordo com NR obtido

Risco	Nível de risco	Classificação
Perfuração cutânea com exposição a material biológico contaminado	720 / 1080	Inaceitáveis
Exposição a bioaerossóis com a bactéria <i>M. tuberculosis</i>	360	
Contacto da pele não íntegra ou mucosas com gotículas contaminadas com <i>Mtb</i>	360	

4. DISCUSSÃO

A avaliação dos riscos é uma abordagem fundamental para a segurança e saúde dos trabalhadores (OSHA, 2008), contudo a abordagem dos riscos biológicos ainda é escassa e heterogênea. Para este facto contribuem vários fatores como o tipo de atividade a avaliar, se existe ou não intenção deliberada de trabalhar com os agentes, se está contemplado um plano de monitorização ambiental para deteção/ quantificação do agente e o custo associado, para além das limitações nas fichas de dados de segurança e nos valores limite de exposição, as quais estão inerentes às características biológicas dos próprios agentes.

A metodologia de avaliação aplicada é também outra variável que interfere nos resultados obtidos havendo metodologias simplificadas, como o NTP 833 (INSHT, 2009) mais direcionado para atividades sem intenção deliberada de trabalho com os agentes, e outros métodos semi-quantitativos, incluindo o MARAT, que têm sido testados e avaliada a sua performance em diferentes situações de exposição a agentes biológicos.

A objetividade dos métodos é crítica para a obtenção de resultados fiáveis pelo que é um dos critérios a considerar na escolha da metodologia (Guimarães, 2016). Em estudos anteriores, comparando o método MARAT com o William T Fine, o MARAT revelou maior objetividade e simplicidade na aplicação (Bulhões, 2014).

Contudo, uma das limitações associadas ao MARAT prende-se com a dificuldade em avaliar co-exposições do trabalhador a outros agentes biológicos presentes no local de trabalho (Carvalho *et al*, 2011), o que é comum em laboratórios de microbiologia clínica. No caso do BSL3 em avaliação, os investigadores apenas trabalham com um tipo de agente biológico e, ainda que neste BSL3 sejam manipulados outros agentes, nunca ocorre a utilização simultânea de agentes, para além de que o único agente transmitido por via inalatória é o *Mtb*. Nestas condições, considera-se que o método MARAT responde de uma forma fiável às exigências da avaliação deste do risco biológico nestes laboratórios.

No trabalho também se explora a gestão dos riscos biológicos na atividade de investigação num BSL3. Com a elaboração da matriz de avaliação de riscos biológicos, verificou-se que para a grande maioria dos fatores de risco estão implementadas medidas que garantem segurança dos trabalhadores, existindo, no entanto, a presença de níveis de risco inaceitáveis em determinadas situações. A maior parte dos riscos obtiveram esta valoração devido ao tempo de exposição, sendo apenas necessário uma redução no mesmo para que ocorra um

declínio no valor do risco, tornando-os, desta forma, aceitáveis. Contudo, foi observado um fator de risco com uma classificação mais elevada, resultante da natureza corto-perfurante da atividade exercida e a qual não pode ser substituída, sendo, assim, crítico o cumprimento das boas práticas de trabalho. Para a minimização deste risco, e ainda que as medidas de formação e informação específica sejam cumpridas, foi recomendado que fosse incrementada a sensibilização dos trabalhadores, aumentando a sua perceção do risco em causa.

No caso de inoculação do agente biológico *Mtb*, a rápida notificação do superior hierárquico da ocorrência do acidente, seguida da intervenção do médico com prescrição de antibiótico adequado, e posterior vigilância e acompanhamento médico, serão críticas para o não desenvolvimento de infeção e doença.

Quanto ao método MARAT revelou uma boa aplicação nesta área de estudo dos riscos biológicos, integrando variáveis relacionadas com as medidas de prevenção implementadas, condições de trabalho e as práticas dos trabalhadores, o que permitiu uma avaliação do risco mais completa e fiável.

5. CONCLUSÕES

O método MARAT com a adaptação proposta para os agentes biológicos é um método adequado para avaliar os riscos de exposição em laboratórios de confinamento nível 3, uma vez que apresenta resultados claros e objetivos. Para uma maior uniformidade nos resultados obtidos tornar-se-ia necessário a aplicação do método a mais procedimentos e a agentes biológicos distintos. É ainda importante aferir a perceção do risco dos trabalhadores, através por exemplo da aplicação de questionários específicos.

Em relação ao risco de exposição e infeção a *M. tuberculosis*, observou-se uma baixa probabilidade de ocorrer a disseminação dos agentes, devido às medidas de controlo implementadas nesta instalação BSL3, estando apto para trabalhar com microrganismos que podem ser transmitidos por via aérea e para este nível de confinamento, tal como o agente estudado.

6. REFERÊNCIAS

- Bulhões, N.P. (2014). *Identificação de perigos e avaliação de riscos na indústria alimentar. Comparação de Métodos*. Master Thesis, Universidade dos Açores, Açores.
- OMS. (2013). *Manual de Biossegurança para Laboratório da Tuberculose* (MBLT), Organização Mundial de Saúde.
- República de Portugal. (1997). DL n.º 84/97, de 16 de abril. *Diário da República*, Série I-A, N.º 89, p. 1702 – 1709.
- República de Portugal. (1998). Portaria n.º 1036/98 de 15 de dezembro.
- INSHT. (2012). *Ficha de dados de segurança: M.tuberculosis*, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Espanha
- Kinney, G. F., A. D. , Wiruth. (1976). *Practical Risk Analysis for Safety Management*. Naval Weapons Center, California, USA
- Moura, C. D. (2013). *Metodologia de Avaliação Ambiental e Quantificação de Custos no Âmbito da Responsabilidade Ambiental*. Thesis, Universidade do Porto, Porto.
- OSHA (2008). *Agentes Biológicos*. FACTS 41. Bélgica: OSHA.

Escolhas Alimentares Protetoras e Promotoras do Sono: Resumo de Revisão Integrativa da Literatura

Food Choices that Protect and Promote Sleep: Summary of Integrative Review of Literature

Cerdeira, Margarida; Pinho, Olívia

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal

ABSTRACT

Sleep is a basic human need, and for the regulation of it several and complex mechanisms contribute to its development. Of sleep, of its efficiency and quality, are dependent too many physiological processes, which, when unprotected, can give rise to disorders and pathological processes. Predominantly, there is scientific evidence about the implications of sleep on the choices and eating behaviors of individuals. However, there is also increasing research into the effect that certain foods and functional food components have on sleep. The aim of this work is to present a summary of integrative review of the literature on the food choices that protect and promote sleep, focusing firstly on how feeding and sleep are interrelated. A literature search was conducted through SCOPUS, PubMed, Web of Science, CINAHL Complete, Nursing & Allied Health Collection, Comprehensive Health Technology Assessments, NHS Economic Evaluation Database, Cochrane Methodology Register, and Cochrane Database of Systematic Reviews and Library, Information Science & Technology Abstracts, in April 2017, and the present work was undertaken according to the Preferred Reporting Items of Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA). Of the forty-two studies found, thirteen met the inclusion criteria. Effectively, the repercussions of sleep restriction on the food choices of individuals are scientifically evident. The short duration of sleep, poor sleep quality and late bedtime are associated with an increase in food intake and poor diet quality. Currently, the incorporation into the diet of foods such as barley powder, nuts and whole grains, maca (root), panax (ginseng), mushroom lingzhi, asparagus powder and lettuce, sour cherry and kiwis, schisandra wine (berries), milk and fatty fish, shows benefits in relation to the promotion of sleep. Human beings regulate their organism through metabolic and physiological processes under the command of a circadian rhythm. Among other factors, it is influenced by diet and sleep habits, and, reciprocally, food and sleep influence the internal rhythmicity of the organism. The disagreement between these relationships can contribute to organic and functional disorders in man. Therefore, knowledge about the food and behavioral resources that can be mobilized and applied is of the utmost importance.

KEYWORDS: circadian rhythm, food, sleep, shift work

1. INTRODUÇÃO

O sono é uma necessidade básica da vida, sendo que, no entanto, os mecanismos pelos quais a alimentação promove o sono não são à luz da ciência claros e são o foco de pesquisa atual (Zeng et al., 2014).

O ritmo circadiano determina que o ser humano, a nível celular e metabólico, se encontre programado num ciclo de cerca de vinte e quatro horas, por fazer parte de um sistema dependente do ciclo solar, organizando-se, deste modo, para comer durante o dia e dormir durante a noite (Nea, Kearney, Livingstone, Pourshahidi, & Corish, 2015). Regula, também, o *timing* de variações diárias em vários processos comportamentais, endócrinos e neurofisiológicos, estabelecendo, por exemplo, os ciclos sono-vigília, a temperatura corporal, a pressão arterial e a libertação hormonal (Nea et al., 2015). Quase todas as funções do corpo, desde as funções a nível celular até às funções dos grandes sistemas fisiológicos, apresentam-se organizadas conforme o ritmo circadiano e das disrupções desses ritmos advêm implicações sistémicas para todo o organismo (Nea et al., 2015).

Contudo, o ritmo circadiano fisiológico é prejudicado nas sociedades modernas devido, por exemplo, ao trabalho por turnos, e encontra-se bem descrito que os distúrbios do ritmo circadiano promovem a disfunção

metabólica sistémica associada à obesidade ou a diabetes mellitus (Shimizu, Yoshida, & Minamino, 2016).

Reveste-se, desta forma, da maior importância o conhecimento mais profundo e actual, no que respeita a esta problemática, abordando-se, igualmente, as relações entre alimentação e sono, bem como quais os alimentos promotores do sono à luz do conhecimento científico actual.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente artigo trata um resumo de revisão integrativa da literatura, realizado conforme a metodologia Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) (Liberati et al., 2009). Por forma a identificar os artigos acerca da temática abordada, foi concretizada, em abril de 2017, pesquisa nas bases de dados SCOPUS, integrando a 100% a base de dados MEDLINE, PubMed, Web of Science, CINAHL Complete, Nursing & Allied Health Collection: Comprehensive, Health Technology Assessments, NHS Economic Evaluation Database, Cochrane Methodology Register, Cochrane Database of Systematic Reviews e Library, Information Science & Technology Abstracts. Para a pesquisa, foi apenas feito uso de termos em inglês: *foods, diet, functional food, sleep, sleep promotion e promoting sleep*. Foram

empregues os seguintes critérios de exclusão, pela ordem apresentada: data de publicação anterior a 2013; tipos de documentos que não fossem revisões, artigos e artigos em impressão; língua de publicação que não fosse o inglês; e, artigos que não abordassem em título a temática em estudo. Foram incluídos estudos epidemiológicos experimentais, cujo desfecho fosse a avaliação comportamental em termos de alimentação aquando de período de restrição do sono. Foram identificados estudos que apresentavam duplicidade entre as bases. Foram, então, analisados todos os resumos de artigos resultantes. Nos casos em que a análise do resumo não foi suficiente para estabelecer se o artigo deveria ser incluído, considerando-se os critérios de inclusão definidos, o artigo foi lido na íntegra para determinar a sua elegibilidade. Quando a análise do resumo foi suficiente, os artigos foram selecionados e, assim, obtida a versão integral para confirmação de elegibilidade e inclusão no estudo. Foram incluídos na análise treze artigos.

3. RESULTADOS

Para o Homem, o ritmo circadiano mais evidente é o ritmo de vinte e quatro horas manifestado no ciclo sono-vigília (Andreani et al., 2015), sendo caracterizado, em parte, por profundas alterações metabólicas e de fluxo de energia entre sono/jejum e vigília/alimentação (Nohara et al., 2015). De forma a sincronizar o “relógio” ou marcapasso com o ambiente exterior de vinte e quatro horas, os organismos usam sinais sensoriais que são chamados *zeitgebers* (derivado do alemão, para *time giver* ou *synchronizer*) (Andreani et al., 2015). A luz e o alimento são dois *zeitgebers* bem estudados, sendo que estes dão *feedback* aos componentes do “relógio” para regular a sua actividade (Andreani et al., 2015). No que concerne à alimentação, a qualidade desta ou a sua composição dietética e o *timing* da refeição podem, diretamente, influenciar os marcapassos moleculares especificamente nos tecidos periféricos (Andreani et al., 2015). Assim, a ingestão de nutrientes modifica os ritmos circadianos, ocorrendo que os *timings* de alimentação proporcionam mecanismos de continuidade ou arrastamento e a dieta pode modular a atividade dos marcapassos (Andreani et al., 2015). Os marcapassos endógenos moleculares podem ficar dessincronizados com o ambiente ou, mesmo, em relação aos ritmos de outros tecidos dentro do corpo, podendo exacerbar uma vasta gama de distúrbios e doenças (Andreani et al., 2015).

O ritmo circadiano nos seres humanos modula o metabolismo energético, de modo que a vigília, a atividade e a ingestão de alimentos são promovidas durante o dia solar e o sono, a inatividade e o jejum ocorrem durante a noite solar.

Assim, o estar acordado durante a noite biológica promove a perturbação fisiológica e comportamental, uma vez que origina um estado de dessincronia entre a ritmicidade ou marcapasso circadiano e o ciclo vigília-sono, conhecido como desalinhamento circadiano (McHill et al., 2014). Este desalinhamento é comum nos trabalhadores em regime de trabalho por turnos,

susceptibilizando estes indivíduos em termos de saúde metabólica e de perturbação do sono (McHill et al., 2014). A restrição do sono está associada a maior ingestão calórica total, a maior consumo absoluto de gordura e a dietas com maior gordura e menor composição proteica (Dashti et al., 2015). É também possível que o sono tenha um impacto nos comportamentos de ingestão e no momento da ingestão alimentar, sendo que, especificamente, a evidência aponta para o fato de que os comportamentos alimentares se desviam das tradicionais três refeições por dia para menos refeições principais e para *snacks* mais pequenos, mais frequentes e hiperenergéticos durante o dia e, principalmente, concentrados à noite em indivíduos que apresentam duração do sono encurtada (Dashti et al., 2015). Assim, estes indivíduos tendem a exibir um comportamento desviante no que respeita aos horários de refeição durante o dia, comendo em períodos da noite, não convencionais e irregulares (Dashti et al., 2015).

Chaput reflete acerca de um dos mecanismos propostos para explicar o aumento de ingestão alimentar aquando da experiência de sono insuficiente, considerando que são verificadas alterações a nível das hormonas do apetite (por exemplo, leptina, grelina e cortisol) de tal forma que a sensação de fome é reforçada (Chaput, 2014).

De entre os treze artigos incluídos para análise, apenas em quatro destes, constituindo a sua totalidade revisões de literatura, pode ser identificada informação relativa a componentes funcionais que devem ser privilegiados na dieta para obtenção de um sono promovido ou informação relativa a alimentos em si promotores do sono. Atualmente, a incorporação na dieta de alimentos, tais como a cevada em pó, as nozes e os grãos integrais, a maca (raíz), o panax (ginseng), o cogumelo lingzhi, os espargos em pó e a alfaca, a cereja ácida/ginja e os kiwis, o vinho schisandra (bagas), o leite e os peixes gordos, demonstra benefícios em relação à promoção do sono. Em termos de avaliação dos componentes funcionais dos alimentos que devem ser privilegiados na dieta por forma a promover o sono, o consumo de certos tipos de alimentos que aumentam a disponibilidade de triptofano, bem como a síntese de serotonina e de melatonina, justifica a sua necessidade de ingestão e, assim, importância. De entre os treze artigos incluídos para análise, apenas num destes, constituindo uma revisão de literatura, pode ser identificada informação relativa a um composto químico alimentar não promotor do sono. Clark & Landolt determinaram que a cafeína prolonga o período de latência do sono, reduz o tempo total de sono e reduz a eficiência do sono e piora a qualidade do sono percebida pelo indivíduo (Clark & Landolt, 2017).

Nea et al. esclarecem que é necessário identificar as barreiras existentes à mudança se se pretende a melhoria dos hábitos de saúde dos trabalhadores (Nea et al., 2015). A muitos trabalhadores por turnos não são fornecidas as opções de refeição adequada, o tempo suficiente ou os intervalos adequadamente espaçados para comer as suas refeições em um ambiente descontraído (Nea et al., 2015). Poucos trabalhadores sentem que o seu

empregador apoia a prática de uma alimentação saudável, o que identifica novamente o local de trabalho como uma área chave para a mudança, a fim de facilitar comportamentos de estilo de vida mais saudáveis (Nea et al., 2015).

4. CONCLUSÕES

O Homem, como parte integrante que é do ecossistema que habita, de forma dependente deste faz regular o seu organismo, regendo os seus processos metabólicos e fisiológicos sob o comando de um ritmo circadiano. Entre outros fatores, este é influenciado pela alimentação e pelos hábitos de sono, sendo que, reciprocamente, a alimentação e o sono influenciam a ritmicidade interna do organismo. A discordância entre estas relações pode contribuir e originar distúrbios orgânicos e funcionais no Homem.

Efetivamente, são cientificamente evidentes as repercussões da restrição do sono nas escolhas alimentares dos indivíduos. O sono em quantidade insuficiente, a má qualidade deste e o deitar tardio estão associados a um aumento na ingestão de alimentos e uma má qualidade da dieta. O sono encurtado parece facilitar a ingestão de alimentos hipercalóricos quando os indivíduos são expostos a um ambiente obesogénico, ou seja, de acesso facilitado a alimentos de elevado índice calórico e quando também a atividade física é limitada. E, no sentido inverso, também as escolhas alimentares têm influência sobre o sono, como foi anteriormente identificado, mostrando benefício a inclusão de certos alimentos na dieta.

É, pois, de suma importância o conhecimento acerca dos recursos alimentares e comportamentais que podem ser mobilizados e aplicados, visando a manutenção da saúde e reconhecendo a responsabilidade que cabe a cada indivíduo assumir na manutenção do seu estado de saúde.

5. REFERÊNCIAS

- Andreani, T. S., Itoh, T. Q., Yildirim, E., Hwangbo, D. S., & Allada, R. (2015). Genetics of Circadian Rhythms. *Sleep Med Clin*, 10(4), 413-421. doi: 10.1016/j.jsmc.2015.08.007
- Chaput, J. P. (2014). Sleep patterns, diet quality and energy balance. *Physiol Behav*, 134, 86-91. doi: 10.1016/j.physbeh.2013.09.006
- Clark, I., & Landolt, H. P. (2017). Coffee, caffeine, and sleep: A systematic review of epidemiological studies and randomized controlled trials. *Sleep Med Rev*, 31, 70-78. doi: 10.1016/j.smr.2016.01.006
- Dashti, H. S., Scheer, F. A., Jacques, P. F., Lamon-Fava, S., & Ordovas, J. M. (2015). Short sleep duration and dietary intake: epidemiologic evidence, mechanisms, and health implications. *Adv Nutr*, 6(6), 648-659. doi: 10.3945/an.115.008623
- Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., . . . Moher, D. (2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *J Clin Epidemiol*, 62(10), e1-34. DOI: 10.1016/j.jclinepi.2009.06.006
- McHill, A. W., Melanson, E. L., Higgins, J., Connick, E., Moehlman, T. M., Stothard, E. R., & Wright, K. P., Jr. (2014). Impact of circadian misalignment on energy metabolism during simulated nightshift work. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 111(48), 17302-17307. doi: 10.1073/pnas.1412021111
- Nea, F. M., Kearney, J., Livingstone, M. B., Pourshahidi, L. K., & Corish, C. A. (2015). Dietary and lifestyle habits and the associated health risks in shift workers. *Nutr Res Rev*, 28(2), 143-166. doi: 10.1017/S095442241500013X
- Nohara, K., Yoo, S. H., & Chen, Z. J. (2015). Manipulating the circadian and sleep cycles to protect against metabolic disease. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 6, 35. doi: 10.3389/fendo.2015.00035
- Shimizu, I., Yoshida, Y., & Minamino, T. (2016). A role for circadian clock in metabolic disease. *Hypertension Research*, 39(7), 483-491. doi: 10.1038/hr.2016.12
- Zeng, Y., Yang, J., Du, J., Pu, X., Yang, X., Yang, S., & Yang, T. (2014). Strategies of Functional Foods Promote Sleep in Human Being. *Curr Signal Transduct Ther*, 9(3), 148-155. doi: 10.2174/1574362410666150205165504

The use of numerical calculation Handbook NFPA 2008 in a specific case study

A.C. Matos & M. Chichorro Gonçalves

Faculty of Engineering of the University of Porto, Porto, Portugal

ABSTRACT

In all type of buildings, particularly in high-rise buildings, the study of evacuation becomes one of the primary analysis factors in Fire Safety. Through this article, it was intend to determine the evacuation time of a specific high-rise building, through the numerical calculation using *Handbook NFPA 2008 "Calculation Methods for Egress Prediction - Chapter 2"*. This study will allow us to verify the potential aspects of improvement or to confirm the advantages of the use of this type of numerical calculation.

KEYWORDS: fire, crowd simulation, egress design, numerical calculation, handbook NFPA2008

1. INTRODUCTION

1.1 The importance of fire safety

Nowadays, the study of fire safety in buildings has been increasing and is now considered a relevant factor, being its main goal the protection of human life, the environment and the protection of the building itself and its content. Therefore, it is essential to analyze the characteristics of the emergency exits provided in a particular building, and verify if they allow an adequate evacuation rate and consequently the safety of its occupants in case of escape.

1.2 Objectives

The evacuation study of a high-rise building, the Antas Tower, located in Porto, presented in this article, contributes to improve the knowledge of the implications for using numerical calculation by standard *Handbook NFPA 2008 "Calculation Methods for Egress Prediction - Chapter 2"*, through the determination of the evacuation time of a study scenario previously defined. The advantages and disadvantages of applying this method to buildings with this type of characteristics will also be analyzed.

2. MATERIALS AND METHODS

In order to calculate the evacuation of the building under study, it was decided to apply the *Handbook NFPA 2008 "Calculation Methods for Egress Prediction - Chapter 2"*, to one of the possible evacuation scenarios of this building, specifically the evacuation of all the floors from the 16th to 4th floors through two emergency stairs to a refuge zone provided in the 4th floor with a width of 0.9m.

Afterwards, the description and calculation were made for one of the floors to be evacuated, according to the defined in this standard, which in this case is the 16th floor. It was adopted the same philosophy of calculation to the other floors.

The 16th floor, as it happens in all office floors down to the 4th floor, has two emergency stairs (V.V.) with 1.35m wide, and the access doors are 0.9m and 1.8m long. The width of the horizontal evacuation routes (V.H.) is 3.5m. There are 62 occupants in this 16th floor.

The method was started with the definition of the floor height (h), the effective width of the horizontal

evacuation routes (W_{eh}) and the effective width of the emergency stairs (W_eV_1 and W_eV_2), as well the effective widths of the emergency exit doors (W_eS_1 and W_eS_2), using the table 4.2.4 in the standard. The results obtained were as follows:

$$h = 3.85m$$

$$W_{eh} = 3.5 - 0.2 \times 2 = 3.10m$$

$$W_{ev_1} = W_{ev_2} = 1.35 - 0.15 \times 2 = 1.05m$$

$$W_{eS_1} = 0.9 - 0.15 \times 2 = 0.6m$$

$$W_{eS_2} = 1.8 - 0.15 \times 2 = 1.5m$$

We have examined the characteristics of horizontal evacuation routes and their impact on the evacuation itself.

There are two V.V. in this floor, and it is considered that its occupants were equally distributed by these same two V.V., at the same time. Therefore, the density (D) was determined using Eq.(1), the velocity (S) through Eq.(2), the specific flow (F_s) through Eq.(3) and the calculation of the initial flow (F_c) through Eq.(4).

$$D = \text{Occupants}/V.H. \text{ Area} \quad (1)$$

$$D = (62/2)/((10 \times 3.5)/2) = 1.77m^2$$

$$S = k - akD \quad (2)$$

The value of k for the horizontal evacuation routes (corridor) is determined according to the table 4.2.5 in the standard.

$$k = k_s = 1.40$$

$$a \text{ (constant)} = 0.266$$

$$S = (1.4 - 0.266 \times 1.4 \times 1.77) \times 60 = 44.42 \text{ m/min}$$

$$F_s = SD \quad (3)$$

$$F_s = 44.42 \times 1.77 = 78.69 \text{ occupants/min/m}^2 W_e$$

The value of F_s represents the number of occupants passing at a certain point in the horizontal evacuation route, according to their effective width (W_e). It is defined in table 4.2.8 of the standard, a maximum value of F_{sm} , which the value of F_s determined cannot exceed.

$$F_{sm} = 1.3 \times 60 = 78 \text{ occupants/min/m}^2 W_e$$

$$F_s > F_{sm}$$

The F_{sm} value is used for the calculation of F_c .

$$F_c = F_s W_e \quad (4)$$

$$F_c = 78 \times 3.10 = 241.80 \text{ occupants/min}$$

The value of F_c represents the predicted value for the flow of occupants at a certain point of the horizontal evacuation routes.

Then, the same study was carried out for the access doors of the emergency stairs, emergency exit doors, by determining the values for the specific flow (F_s) and the calculation of the initial flow (F_c), in order to verify the impact during evacuation.

There are one emergency exit door to each of the emergency stairs, designated as S_1 and S_2 , whose occupant's value has already been determined ($W_e S_1$ and $W_e S_2$).

By Eq.(5), which is used when there is a flow passage from one point to another relative to a transition point, the value of F_c for each of the emergency exit doors S_1 and S_2 was determined.

$$F_{s(out)} = F_{s(in)} W_{e(in)} / W_{e(out)} \quad (5)$$

The results obtained from F_s for each of the outputs S_1 and S_2 were as follows:

$$\begin{aligned} F_{s(S1)} &= (78 \times 3.1) / 0.6 \\ &= 403.0 \text{ occupants/min/m}^2 W_e \\ F_{s(S2)} &= (78 \times 3.1) / 1.5 \\ &= 161.2 \text{ occupants/min/m}^2 W_e \end{aligned}$$

From Table 4.2.8 of the standard, it was determined the value of F_{sm} for the exits under study.

$$\begin{aligned} F_{sm} &= 1.3 \times 60 = 78 \text{ occupants/min/m}^2 W_e \\ F_s &> F_{sm} \end{aligned}$$

The value of F_{sm} is used for the calculation of F_c (S_1) and F_c (S_2), according to Eq.(4).

$$\begin{aligned} F_{c(S1)} &= 78 \times 0.6 = 46.80 \text{ occupants/min} \\ F_{c(S2)} &= 78 \times 1.5 = 117.00 \text{ occupants/min} \end{aligned}$$

Finally, the study was carried out for emergency stairs, by determining the values for the specific flow (F_s) and calculation of the initial flow (F_c), in order to verify the impact of their characteristics during the evacuation.

Eq.(5) determined the values for F_s for each of the emergency stairs F_s (V_1) and F_s (V_2).

$$\begin{aligned} F_{s(V1)} &= (78 \times 0.6) / 1.05 \\ &= 44.57 \text{ occupants/min/m}^2 W_e \\ F_{s(V2)} &= (78 \times 1.5) / 1.05 \\ &= 111.43 \text{ occupants/min/m}^2 W_e \end{aligned}$$

From Table 4.2.8 of the standard, the value of F_{sm} for the emergency stairs is determined, according to their riser and tread.

$$\begin{aligned} F_{sm} &= 1.01 \times 60 = 60.60 \text{ occupants/min/m}^2 W_e \\ F_{s(V1)} &< F_{sm} \\ F_{s(V2)} &> F_{sm} \end{aligned}$$

The value of F_s (V_1) for the calculation of F_c (V_1) and the value of F_{sm} for the calculation of F_c (V_2), according to Eq.(4), is used.

$$\begin{aligned} F_{c(V1)} &= 44.57 \times 1.05 = 46.80 \text{ occupants/min} \\ F_{c(V2)} &= 60.60 \times 1.05 = 63.63 \text{ occupants/min} \end{aligned}$$

Then, the density value D was determined according to the previously defined values of F_s (V_1) and F_s (V_2), by using Eq.(6), for later calculation of the speed S verified in each of these emergency stairs, determined by Eq.(2).

The value of k is defined according to riser and tread of the emergency stairs, as shown in table 4.2.5 in the standard.

$$F_s = (1 - aD)kD \quad (6)$$

$$\begin{aligned} 44.57 &= ((1 - 0.266 \times D) \times 1.08 \times D) \times 60 \Leftrightarrow D_{V1} \\ &= 0.91 m^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 60.60 &= ((1 - 0.266 \times D) \times 1.08 \times D) \times 60 \Leftrightarrow D_{V2} \\ &= 1.65 m^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_{V1} &= (1.08 - 0.266 \times 1.08 \times 0.91) \times 60 \\ &= 49.11 \text{ m/min} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_{V2} &= (1.08 - 0.266 \times 1.08 \times 1.65) \times 60 \\ &= 36.36 \text{ m/min} \end{aligned}$$

The distance d_1 and d_2 to be overcome between two consecutive floors, including floor levels (d_{p1} and d_{p2}) plus the height in this case between the 16th floor and the 15th floor (h), were also determined for each of the emergency stairs V_1 and V_2 . The distance to be covered at the vertical level is subject to the multiplication of a conversion factor (F_c) stipulated in Table 4.2.6 in the standard.

The final values of d_1 and d_2 were determined according to Eq.(7).

$$\begin{aligned} d_n &= (h \times F_c) + d_{p1} + d_{p2} \quad (7) \\ d_1 &= (3.85 \times 1.85) + 4.4 + 2 = 13.52 m \\ d_2 &= (3.85 \times 1.85) + 3.2 + 2 = 12.32 m \end{aligned}$$

By determining the values of d_1 and d_2 , it was possible to calculate the time required to perform the floor-to-floor descent, t_1 (V_1) and t_2 (V_2), for each of the emergency stairs, based on that shown in Eq.(8).

$$\begin{aligned} t_n &= d_n / S_n \quad (8) \\ t_{1(V1)} &= \frac{13.52}{49.11} = 0.28 \text{ min} = 16.52 s \\ t_{2(V2)} &= \frac{12.32}{36.36} = 0.34 \text{ min} = 20.33 s \end{aligned}$$

It is thus verified that in emergency stair V_1 at the end of 16.52s we were had $46.8 \times 0.28 \cong 13$ occupants waiting to descend, and in V_2 at the end of 20.33s we were had $63.63 \times 0.34 \cong 22$ occupants down this road. Given that the building under study is a very high-rise building, we will have to analyze the impact of the junction of flows on each floor at the level of its emergency stairs. In this sense we will have to determine again the values referring to $F_{sout}(V_1)$ and $F_{sout}(V_2)$, based on this constraint using the Eq.(5), which is reflected in the following:

$$\begin{aligned} F_{sout(V1)} &= (F_{s(S1)} \times W_{e(S1)} + F_{sin(V1)} \\ &\quad \times W_{ein(V1)}) / W_{eout(V1)} \\ W_{ein(V1)} &= W_{eout(V1)} = W_{e(V1)} \\ F_{sin(V1)} &= F_{s(V1)} \\ F_{sout(V1)} &= \frac{78 \times 0.6 + 44.57 \times 1.05}{1.05} \\ &= 89.20 \text{ occupants/min/m}^2 W_e \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{sout(V2)} &= (F_{s(S2)} \times W_{e(S2)} + F_{sin(V2)} \\ &\quad \times W_{ein(V2)}) / W_{eout(V2)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{ein(V2)} &= W_{eout(V2)} = W_{e(V2)} \\ F_{sin(V2)} &= F_{s(V2)} \\ F_{sout(V2)} &= \frac{78 \times 1.5 + 60.60 \times 1.05}{1.05} \\ &= 172.03 \text{ occupants/min/m}^2 W_e \end{aligned}$$

As,

$$F_{sout(V1)} > F_{sm} \text{ and}$$

$F_{sout(V2)} > F_{sm}$ we was used the value of F_{sm} to determine the value of F_c through the Eq.(4).

$$F_c = F_{c(V_1)} = F_{c(V_2)} = 60.60 \times 1.05 \\ = 63.63 \text{ occupants/min}$$

The numeric calculation results for all floors up to the 4th floor, where it was predicted the existence of a refuge area with 0.9m, are shown in Table 1.

Table 1 – Results of the evacuation simulation for all floors up to 4th floor, where it was predicted the existence of a refuge area with 0.9m wide.

Floor to evacuate	tV_1	tV_2
16 th – 15 th	1min26s	1min15s
15 th – 14 th	2min24s	2min6s
14 th – 13 th	3min10s	2min42s
13 th – 12 th	3min44s	3min5s
12 th – 11 th	4min17s	3min28s
11 th – 10 th	4min44s	3min45s
10 th – 9 th	5min18s	4min6s
9 th – 8 th	5min48s	4min28s
8 th – 7 th	6min49s	5min18s
7 th – 6 th	7min19s	5min38s
6 th – 5 th	7min53s	6min2s
5 th – 4 th	8min29s	6min27s

3. RESULTS

In accordance with the above, numeric calculation for all floors until the 4th floor which is used as an exit to the refuge area, using the defined in Chapter 2 of Section 4 of the NFPA 2008 Handbook "Calculation Methods for Egress Prediction - Chapter 2" was done, the final results are shown in Table 2.

To determine the final evacuation time, it was considered that all occupants started to evacuate at the same time, assuming that the congestion on the emergency stairs occurred about 30s after the evacuation had begun.

Table 2 – Results of the evacuation simulation for all floors until 4th floor to a refuge area with 0.9m.

Floor/Area to evacuate	tV_1	tV_2
4 th – Refuge area	1min40s*	-
From V_1 to Refuge area	22min19s	-
From V_2 to Refuge area	-	20min17s
Total Time	23min59s	21min57s

* - time for the occupants of 4th floor to reach the refuge zone.

4. DISCUSSION

With the results obtained, it was possible to verify that the evacuation time for V_2 is lower than the evacuation time of V_1 , this situation is due to the fact that the emergency exit door of V_2 has a width of 1.8m instead of the emergency exit door of V_1 that only has a width of 0.9m. The difference in evacuation times between V_1 and V_2 was 2min02s.

5. CONCLUSIONS

With the use of numerical calculation using the *Handbook NFPA 2008 "Calculation Methods for Egress Prediction - Chapter 2"*, it was possible to verify that that standard is more easily applicable to smaller study cases than to the case study we were presented in this article, due to the fact that its application in high-rise buildings could be complex, time-consuming and imprecise. It was also verified that this method does not allow in its totality the inclusion of several different factors of study that can condition an adequate evacuation, such as the definition of the characteristics of the occupants, namely the existence or not of physical or other limitations, smoke presence, the possibility of changing the occupants speed, knowledge of the occupants of the building and their emergency exits, among others. These factors can significantly change the final result of the evacuation time and consequently the possibility to have a more assertive analysis about the evacuation conditions of the building under study.

In this sense and depending on the case to be studied and the precision to be obtained, the application of this type of numerical calculation may not correspond to the current needs, thus opening up the possibility of using other more advanced study tools, through the use of evacuation software available on the market, such as Pathfinder, Exodus, Legion, among others.

6. REFERENCES

- Kobes, M., Helsloot, I., de Vries, B., & Post, J. G. (2010). Building safety and human behaviour in fire: A literature review. *Fire Safety Journal*, 45(1), 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2009.08.005>
- Proulx, Guylène; L. Bryan, John; F. Fahy, Rita; K.Lathrop, James; J. Fruin, Jonh; Cohn, Bert; J. O'Connor, D. (n.d.). NFPA Handbook Section 4_20th_2008.
- Ronchi, E. (Lund U., & Nilsson, D. (Lund U. (2013). Assessment of Total Evacuation Systems for Tall Buildings, (January), 45.

Acidentes de trabalho no setor do comércio a retalho: um estudo de caso em supermercados de conveniência

Occupational accidents in the retail sector: a case study in convenience supermarkets

Correia, Ana^a; Balazeiro, Márcia^a; Cavadas, Maria I.^a; Campos, Joana R.^a; Costa, Nelson^b; Rodrigues, João^c; Rodrigues, Matilde A.^{a,b}

^aCentro de Investigação em Saúde e Ambiente, Escola Superior de Saúde, Politécnico do Porto

^bR&D Centro Algoritmi, Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Guimarães, Portugal

^cDiretor Saúde e Segurança no Trabalho, Direção de Recursos Humanos Centro Corporativo.

ABSTRACT

This study aims to characterize the occupational accidents in convenience supermarkets, identifying the personal factors related to its frequency and severity. A total of 443 accidents that occurred between 2015 and September 2017, in a group of supermarkets from a Portuguese company, were analyzed. Different company databases were gathered and compiled for the purpose of this study. Frequency and severity rates were determined for the total accidents and for employees age and gender. Results showed that both accident rates increased during the analyzed period. Higher frequency and severity rates were found for female. Data also denote that accidents with higher severity occurred in workers with more than 46 years old and among the ones with basic education.

KEYWORDS: Age dependency, Frequency, Gender dependency, Severity

1. INTRODUÇÃO

O setor do retalho inclui atividades de venda de bens e serviços, tendo um papel preponderante na sociedade atual. No entanto, trata-se de um setor associado a vários acidentes de trabalho. Dados do Gabinete de Planeamento e Estratégia (GEP, 2014) mostraram que, em 2014, o setor do “comércio por grosso e a retalho e reparação de veículos automóveis e motociclos”, foi a segunda atividade económica em Portugal onde ocorreram mais acidentes de trabalho. O subsetor do retalho alimentar enquadra-se neste setor. Apesar dos riscos associados às atividades desenvolvidas, poucos estudos analisaram os fatores relacionados com ocorrência de acidentes de trabalho no subsetor do retalho alimentar.

Fatores pessoais dos trabalhadores podem ter um papel relevante na ocorrência de acidentes de trabalho. Estudos anteriores mostraram que os acidentes ocorrem com maior frequência em profissionais mais novos e os acidentes mais graves entre os mais velhos (Cheng et al., 2010; Arquillos et al., 2012; Arquillos et al., 2015; Castillo-Rosa et al., 2017). No que respeita ao género, indivíduos do género masculino têm sido relacionados com a ocorrência de mais acidentes e mais graves (López et al., 2008; Cheng et al., 2010; Parejo-Moscoso, 2012; Castrillo et al., 2017). O nível de escolaridade é também um fator importante, sendo que tendem a ocorrer mais acidentes em trabalhadores com níveis de escolaridade mais baixos (Rahmani et al., 2013). No que se refere ao estado civil, estudos anteriores apontam que são os trabalhadores casados que sofrem mais acidentes (Rahmani et al., 2013).

Face ao exposto, o presente estudo tem como objetivo caracterizar os acidentes ocorridos em supermercados de conveniência, identificando os acidentes mais frequentes e os fatores pessoais associados à ocorrência e gravidade dos mesmos.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Caracterização da Amostra

O presente estudo foi realizado numa grande empresa do subsetor do retalho alimentar. Foram considerados os acidentes de trabalho ocorridos entre os anos 2015, 2016 e primeiro semestre de 2017 numa tipologia de supermercados de conveniência da empresa. Foram incluídos os acidentes que resultaram na ausência do trabalhador em mais que um dia (268 acidentes), bem como os que não estiveram na origem de qualquer registo de dias perdidos (175 acidentes). Foram analisados um total de 443 acidentes.

2.2. Recolha de Dados

Quando ocorre um acidente de trabalho nos supermercados em estudo, os mesmos são registados através do preenchimento de um formulário próprio para o efeito, o qual contém um conjunto de variáveis pré-definidas para análise, bem como um espaço para a descrição do acidente. Posteriormente, os dados desses formulários são transpostos para uma base de dados, a qual foi fornecida para ser usada no presente estudo. Para este estudo foram incluídas as seguintes variáveis dessa base de dados: género, idade e descrição do acidente. Adicionalmente foram recolhidos dados adicionais sobre o sinistrado em outras bases de dados, individualmente, e compiladas numa única: estado civil, número de filhos, habilitações literárias e dias perdidos decorrentes do acidente.

2.3 Análise de dados

As variáveis em estudo foram recodificadas e agrupadas, com base na codificação definida na metodologia *European Statistics on Accidents at Work* (ESAW-III; Eurostat, 2013).

Numa primeira fase foi verificada a existência de diferenças significativas na distribuição das frequências entre as diversas categorias de cada uma das variáveis, através da aplicação do Teste do *Qui-Quadrado*. Esta verificação permitiu perceber quais as variáveis que poderiam explicar a ocorrência dos acidentes. Algumas variáveis foram rejeitadas como resultado desta análise, tendo sido incluídas para fins deste estudo as seguintes: idade, género, estado civil, número de filhos e habilitações literárias.

Posteriormente, foram determinados os Índice de Frequência e Índice de Gravidade para o total de acidentes que resultaram na ausência do trabalhador, bem como para as diferentes categorias das variáveis género e idade.

Para cada variável em análise foram determinadas as frequências relativas e absolutas. Para as variáveis estado civil, número de filhos e habilitações literárias, foram analisadas diferenças na distribuição dos dias perdidos entre categorias de variáveis através de procedimentos não paramétricos. Foram utilizados os testes *Mann-Whitney* e *Kruskal-Wallis*.

A análise estatística dos dados foi realizada com recurso aos softwares Microsoft Excel 2010 e ao *IBM Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versão 23*. Foi considerado um nível de significância de 95% ($\alpha=0,05$).

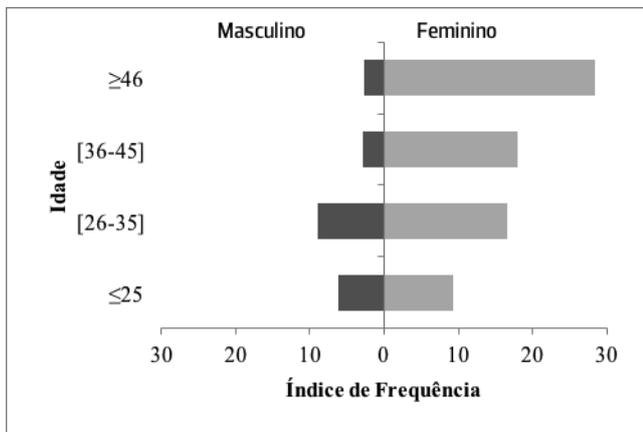


Figura 1-Índice de Frequência de acidentes por género e idade

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados mostraram que o Índice de Gravidade dos acidentes ocorridos nos supermercados de conveniência em estudo aumentou ao longo dos anos, tendo um máximo no 1º semestre de 2017 de 0,30. No que se refere ao Índice de Frequência, este aumentou entre 2015 e 2016, tendo-se verificado uma ligeira diminuição entre 2016 e o 1º semestre de 2017. O valor mais elevado foi registado em 2016 (22,16). Os resultados obtidos indicam que a maioria dos acidentes originou 1 a 20 dias perdidos (52,4%).

Os acidentes ocorridos foram analisados em relação às variáveis pessoais dos trabalhadores. Os Índice de Frequência e Índice de Gravidade foram determinados para as diferentes categorias das variáveis género e a idade dos trabalhadores. Na impossibilidade de

determinar os referidos índices para as restantes variáveis, distribuições das frequências dos acidentes foram determinadas em relação ao estado civil, número de filhos e habilitações literárias.

De acordo com os dados representados na Figura 1, um maior Índice de Frequência de acidentes foi identificado para as mulheres, independentemente da faixa etária. Adicionalmente, os dados obtidos mostram que o Índice de Frequência no género feminino aumentou à medida que aumentou a idade, tendo-se obtido um valor de 28,36 quando a idade das trabalhadoras era superior a 46 anos. No que se refere ao género masculino, os dados indicam um maior Índice de Frequência na faixa etária dos 26 aos 35 anos (8,92). Os maiores valores obtidos para os trabalhadores do género feminino podem ser justificados pelo facto de as mulheres serem mais vulneráveis e suscetíveis a acidentes de trabalho (Bakhtiyari et al., 2012), uma vez que têm uma menor capacidade de trabalho que os trabalhadores do género masculino e por norma estão sujeitas a mais riscos e limitações devido às suas características fisiológicas e anatómicas (Taiwo et al., 2013; Akalp et al., 2015)

Por outro lado, os Índices de Gravidade de acidentes, representados na Figura 2, mostram que o Índice de Gravidade foi maior entre os trabalhadores mais velhos (idade ≥ 46 anos), nomeadamente do género masculino (0,79). Para as restantes categorias de idades, foi o género feminino que apresentou maior Índice de Gravidade.

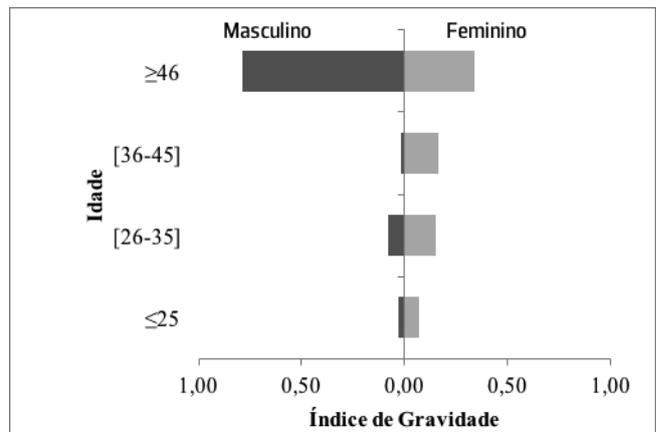


Figura 2-Índice de Gravidade de acidentes por género e idade

Estes resultados podem estar relacionados com o facto de o risco de lesões por esforço excessivo aumentar com a idade (Margolis et al., 2010). Adicionalmente, observa-se um decréscimo da função cognitiva, da saúde, da capacidade física e da capacidade de recuperação dos trabalhadores com a idade (Ilmarinen, 2001; Pransky et al., 2005). Assim, este grupo poderá não estar só associado à ocorrência de acidentes mais graves, mas também a um maior tempo de recuperação que resultam num maior número de dias perdidos, e por sua vez, num maior Índice de Gravidade.

Da análise da ocorrência de acidentes em função do estado civil dos trabalhadores observou-se que os acidentes ocorreram maioritariamente entre os trabalhadores solteiros (66,4% com baixa). Isto pode

acontecer, uma vez que se enquadram no perfil de trabalhadores dos supermercados em estudo. Porém, analisando a distribuição dos dias perdidos tendo em conta o estado civil dos trabalhadores, não se verificaram diferenças estatísticas significativas ($H=0,642$; $p> 0,05$).

No que se refere à distribuição do número de acidentes em função do número de filhos foi possível verificar que a maioria dos acidentes ocorreu em trabalhadores sem filhos (51% com baixa e 56% sem baixa). Relacionando esta variável com os dias perdidos não se encontraram diferenças estatísticas significativas ($H=6,897$; $p> 0,05$).

Foi também observada a distribuição da frequência dos acidentes em relação às habilitações literárias dos trabalhadores. Os dados mostram que nos acidentes com baixa a maioria dos acidentes apresenta frequências idênticas entre trabalhadores com ensino básico (50,0%) e ensino secundário (44,8%), tal como verificado nos acidentes sem baixa (ensino secundário= 51,4; ensino básico= 42,3%). No entanto, quando analisadas as diferenças na distribuição dos dias perdidos em relação ao nível de ensino, verificou-se que os acidentes mais graves ocorreram entre os trabalhadores com nível de ensino básico (Mean Rank=237,18), seguido dos trabalhadores com ensino secundário (Mean Rank=209,80) e ensino superior (Mean Rank=198,16), existindo diferenças significativas entre as categorias ($H = 6,224$; $p< 0,05$). Porém, deve-se notar que tal como no estudo de Rahamani et al. (2013), a maioria dos trabalhadores não possuíam diploma universitário. Isto pode dever-se aos trabalhadores executarem trabalhos mais indiferenciados e associados a maiores riscos.

4. CONCLUSÕES

O estudo desenvolvido permitiu verificar que fatores pessoais contribuíram para a ocorrência de acidentes de trabalho, nomeadamente o género e a idade, tendo-se verificado maiores valores de Índice de Frequência entre os trabalhadores do género feminino e um maior Índice de Gravidade entre os trabalhadores mais velhos. O nível de escolaridade parece contribuir para a gravidade dos acidentes, sendo que os mais graves ocorreram nos que apresentavam menores habilitações.

5. REFERÊNCIAS

- Akalp, G., Aytac, S., Yamankaradeniz, N., Cankaya, O., Gokce, A., & Tufekci, U. (2015). Perceived safety culture and occupational risk factors among women in metal industries: A study in Turkey. *Procedia Manufacturing*, 3, 4956-4963.
- Arquillos, A., Carlos, J., Romero, R., & Gibb, A. (2012). Analysis of construction accidents in Spain , 2003-2008. *Journal of Safety Research*, 43(5-6), pp. 381-388.
- Arquillos, A., Rubio-Romero, J. C., & Gibb, A. (2015). Accident data study of concrete construction companies' similarities and differences between qualified and non-qualified workers in Spain. *International journal of occupational safety and ergonomics*, 21(4), pp. 486-492.
- Bakhtiyari, M., Delpisheh, A., Riahi, S. M., Latifi, A., Zayeri, F., Salehi, M., & Soori, H. (2012). Epidemiology of occupational accidents among Iranian insured workers. *Safety Science*, 50(7), pp. 1480-1484.
- Castillo-rosa, J., Suárez-cebador, M., Rubio-romero, J. C., & Aguado, J. A. (2017). Personal factors and consequences of electrical occupational accidents in the primary , secondary and tertiary sectors. *Safety Science*, 91, pp. 286-297.
- Chau, N., Gauchard, G. C., Dehaene, D., Benamghar, L., Touron, C., Perrin, P. P., & Mur, J. M. (2007). Contributions of occupational hazards and human factors in occupational injuries and their associations with job, age and type of injuries in railway workers. *International archives of occupational and environmental health*, 80(6), pp. 517-525.
- Cheng, C., Lin, C., & Leu, S. (2010). Use of association rules to explore cause – effect relationships in occupational accidents in the Taiwan construction industry. *Safety Science*, 48(4), pp. 436-444.
- Eurostat European Commission (2013). *European statistics on accidents at work (ESAW)*. Luxemburgo.
- GEP. (2014). Acidentes de Trabalho- Coleção Estatística. Acedido a 3 de março de 2017, em Gabinete de Estratégia e Planeamento: <http://www.gep.msess.gov.pt/estatistica/acidentes/at2014pub.pdf>.
- Ilmarinen, J. E. (2001). Aging workers. *Occupational and environmental medicine*, 58(8), pp. 546-546.
- López, M. A. C., Ritzel, D. O., Fontaneda, I., & Alcantara, O. J. G. (2008). Construction industry accidents in Spain. *Journal of safety research*, 39(5), pp. 497-507.
- Margolis, K. A. (2010). Underground coal mining injury: A look at how age and experience relate to days lost from work following an injury. *Safety science*, 48(4), pp. 417-421.
- Parejo-Moscoso, J. M., Rubio-Romero, J. C., & Pérez-Canto, S. (2012). Occupational accident rate in olive oil mills. *Safety science*, 50(2), pp. 285-293.
- Pransky, G. S., Benjamin, K. L., Savageau, J. A., Currvan, D., & Fletcher, K. (2005). Outcomes in work-related injuries: A comparison of older and younger workers. *American journal of industrial medicine*, 47(2), pp. 104-112.
- Rahmani, A., Khadem, M., Madreseh, E., Aghaei, H. A., Raei, M., & Karchani, M. (2013). Descriptive study of occupational accidents and their causes among electricity distribution company workers at an eight-year period in Iran. *Safety and health at work*, 4(3), pp. 160-165.
- Taiwo, O., Cantley, L., Slade, M., Pollack, k., Vegso, K., Fiellin, M. & Cullen, M. (2009). Sex Differences in Injury Patterns Among Workers in Heavy Manufacturing. *American Journal of Epidemiology* Vol. 169.
- Soori, H., Rahimi, M., Mohseni, H., 2006. Survey relation between job stress and occupational accidents. A case control study. *Iran. J. Epidemiol.* 1, 53-58
- Suárez-cebador, M., Rubio-romero, J. C., Carrillo-castrillo, J. A., & López-arquillos, A. (2015). A decade of occupational accidents in Andalusian (Spain) public universities, 80, pp. 23-32.

Identification and analysis of risks in the safety of work in the aluminium system formwork

Abreu, Marina; Lordsleem Jr., Alberto; Barkokébas Jr., Beda
 UPE, Pernambuco, Brasil

ABSTRACT

Implemented during the growth of the production activity of buildings and still maintained amid the economic crisis in Brazil, the aluminium system formwork has been widely used, due to the applicability of the Federal Government's Minha Casa Minha Vida - MCMV program. The execution speed is ideal for building condominiums with high repeatability, an outstanding feature of the MCMV program. This system involves several stages with different professionals involved in a daily production cycle, which requires different and specific accident control measures associated with investments in work safety at construction sites. The objective of this work is to identify and analyze the risks of accidents present in the activities of the aluminium system formwork. To identify the risks, systematic observations and photographic records were carried out at two construction sites using the aluminium system formwork in the state of Pernambuco. The results are possible measures of control of specific accidents per stage of the construction system.

KEYWORDS: Occupational Safety And Health, Civil Construction Industry, Prevention Of Work Accidents

1. INTRODUÇÃO

A Previdência Social (2017), indica que em 2015 o número de acidentes do trabalho registrou uma queda de 14% em relação aos acidentes em 2014 no Brasil. O setor da construção civil, apesar de registrar uma queda de 19% em relação a 2014, ainda faz parte do grupo de seis setores que juntos representam aproximadamente 25% dos acidentes.

Pode-se afirmar que redução dos acidentes na construção está associado não só a retração do setor, devido à crise política, mas também aos investimentos das empresas em segurança do trabalho. Tratando-se do setor de segurança do trabalho, nas empresas, os sistemas construtivos devem ser estudados previamente buscando identificar e analisar os possíveis riscos de acidente na execução, a fim de eliminar e/ou minimizar os acidentes.

De acordo com a ABCP (2013), há registro de construtoras que utilizam o sistema construtivo paredes de concreto no Brasil há mais de 16 anos, sendo que 70% das construtoras que utilizam o sistema os fazem há menos de 5 anos. O uso do sistema tem sido disseminado pela aplicabilidade em obras do programa Minha Casa Minha Vida, em razão da velocidade do sistema, o ciclo o sistema desde a montagem da armação e fôrma até a concretagem das paredes e lajes ocorre em um único dia.

O sistema parede de concreto ainda é pouco abordado em artigos científicos quanto ao estudo específico de seus indicadores e riscos.

Dentro deste contexto o objetivo deste artigo é identificar os riscos no sistema construtivo parede de concreto em dois canteiros no estado de Pernambuco/Brasil, assim como propor medidas de controle e preventivas. A expectativa é que a identificação dos riscos numa obra com o sistema possa ser utilizada na prevenção em outras obras que utilizem o mesmo sistema.

2. REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1 Parede de concreto

Parede de concreto é por definição da norma NBR 16055 (ABNT, 2012), “elemento estrutural, autoportante, moldado no local, com comprimento maior que dez vezes sua espessura e capaz de suportar carga no mesmo plano da parede”.

O sistema construtivo consiste em uma estrutura apenas com paredes e lajes, onde as paredes recebem as cargas transmitidas pelas lajes, ao invés de vigas e pilares. No sistema “Todas as paredes e lajes de cada ciclo construtivo de uma edificação são moldadas em uma única etapa de concretagem, permitindo que, após a desfôrma, as paredes já contenham, em seu interior vãos para portas e janelas [...]” (ABNT NBR 16055, 2012).

2.2 Segurança do trabalho na construção

A segurança do trabalho na construção civil, segundo Martins e Serra (2003), é definida como o conjunto de medidas adotadas com o objetivo de reduzir os acidentes de trabalho, doenças ocupacionais, bem como proteger a integridade e a capacidade de trabalho do operário. As medidas ainda devem atender as normas técnicas e leis vigentes.

As medidas de segurança adotadas devem ser definidas na avaliação de risco da atividade, para Howard (2008) uma das melhores maneiras de prever e controlar acidentes, doenças e mortes no trabalho é minimizar ou eliminar riscos e perigos antecipadamente no processo de concepção do projeto.

Na construção civil os trabalhadores realizam uma grande diversidade de atividades, cada uma com um risco específico associado. O trabalhador que executa uma tarefa está diretamente exposto a seus riscos associados e passivamente exposto a riscos produzidos por colegas de trabalho nas proximidades (Barandan, 2004).

O sistema construtivo parede de concreto envolve diferente etapas e profissões, as principais etapas são armação, instalações elétricas, fôrma e concretagem, e os

principais profissionais envolvidos são armadores, montadores, pedreiros, eletricitas, encanadores e serventes. Cada etapa envolve diferentes riscos aos trabalhadores, além o risco de trabalho em altura.

3. METODOLOGIA

A metodologia utilizada correspondeu a observações sistêmicas em dois canteiros de construção civil no estado de Pernambuco. As observações ocorreram num período de 2 meses, perfazendo um total de 32 visitas in loco. As visitas seguiram a metodologia apresentada a seguir:

- Identificação das etapas do sistema;
- Caracterização de cada etapa;
- Observação direta para identificação dos riscos em cada etapa;
- Após identificação dos riscos foram propostas medidas preventivas

Não necessariamente as medidas preventivas propostas por este trabalho são realizadas nos canteiros observados.

4. RESULTADOS

As Figuras 1, 2, 3 e 4 representam algumas etapas do sistema parede concreto nas obras visitadas, para ilustração de algumas das etapas citadas nos quadros que serão apresentados a seguir.

Figura 1: Montagem de Armaduras



Fonte: Autores (2017).

Figura 2: Instalações elétricas



Fonte: Autores (2017).

Figura 3: Fôrma



Fonte: Autores (2017).

Figura 4: Concretagem



Fonte: Autores (2017).

Este estudo apresenta nos Quadros 1 e 2 as atividades de cada etapa do sistema e os riscos associado a cada uma delas, identificados em visitas as obras. O risco de trabalho em altura foi identificado em todas as etapas do sistema, pois mesmo quando fôrma está sendo montada no pavimento térreo a altura da laje é superior a 2m, sendo considerado trabalho em altura.

Quadro 1: Etapas x Riscos

	Descrição	Risco
Instalação Elétrica	Fixação das caixas de passagens e eletrodutos utilizando arame	Corte
	Fixação das caixas de passagens e eletrodutos nas lajes utilizando arame	Queda de nível
	Fixação de isopor para passantes de hidráulica utilizando arame	Corte
Desfôrma	Retirada dos alinhadores	Ruído Choque mecânico Aprisionamento ou prensagem dos dedos
	Retirada dos pinos de aço	Ruído
	Manuseio de painéis	Ergonômico

Quadro 2: Etapas x Riscos

		Descrição	Risco
Montagem Armadura	Corte das telas		Corte/Perfuração
	Corte de vergalhões para reforços - Com POLICORTE		Choque elétrico
			Corpo estranho nos olhos e face
			Ruído
	Corte e dobra de vergalhões para reforços - Com TORNO		Corte/Perfuração
	Manuseio/Aplicação de telas e reforços		Corte/Perfuração
	Aplicação de reforços acima das aberturas de janelas (área interna) com uso de bancos		Queda de nível
	Amarração das telas e reforços com arame		Corte
	Transporte de telas e reforços em caso de pavimento superior		Queda de material
	Aplicação de telas e reforços em caso de pavimento superior e lajes		Queda de nível
Montagem das Fôrmas	Descrição		Risco
	Manuseio de painéis		Ergonômico
	Posicionamento dos painéis externos - pavimento superior		Queda de nível
	Travamento dos painéis vizinhos com pinos de aço		Ruído
	Travamento dos painéis internos vizinhos com pinos - parte superior		Queda de nível
	Aplicação de desmoldante nos painéis		Risco químico
	Posicionamento dos painéis de laje		Ergonômico
	Posicionamentos do escoramento da laje		Ruído
			Choque mecânico
			Aprisionamento ou prensagem dos dedos
Transporte de painéis para pavimento superior		Queda de material	
Concretagem	Descrição		Risco
	Vibração do concreto		Ruído
			Vibração
			Choque elétrico
	Martelada em fôrma		Ruído
Sarrafeamento de laje		Queda de nível	
		Ergonômico	

Fonte: Autores (2017).

Após as identificações dos riscos presentes em cada etapa, este trabalho apresenta a seguir propostas de segurança para cada risco:

- Corte/Perfuração: Sinalização da área de corte e dobra; Proteção das extremidades; Uso de óculos de proteção; Uso de luvas de raspa ou nitrílicas;
- Choque elétrico: Vistoria e liberação de uso da Policorte por engenheiro Mecânico; Sinalização na área de uso da ferramenta; Aterramento da ferramenta, Uso de DR, Uso de botteira de emergência;

- Corpo estranho nos olhos/face: Sinalização advertindo o risco; Protetor facial;
- Ruído: Protetor auricular;
- Queda de nível: Proteção lateral dos bancos, Uso de cinto paraquedista; Linha de vida; Guarda-corpo no perímetro;
- Queda de material: Isolamento e identificação da área de içamento;
- Ergonômico: Treinamento para levantamento de peso; Ginastica laboral;
- Risco químico: Uso de luvas impermeáveis;
- Choque mecânico: Uso de luvas;
- Aprisionamento ou prensagem dos dedos: Uso de luvas antiesmagamento.

5. CONCLUSÕES

O sistema construtivo parede de concreto vem tendo seu uso disseminado, é de extrema importância a identificação dos riscos e perigos envolvidos em cada etapa. Esta pesquisa buscou identificar estes perigos e riscos, visando uma contribuição para construtoras que irão utilizar o sistema construtivo.

Foram apresentados diferentes riscos envolvidos no sistema. Cada etapa tem diversos riscos associados, podendo o trabalhador estar exposto a vários riscos distintos numa mesma atividade, considerando apenas as atividades do sistema parede de concreto.

Tanto os riscos apresentados como as medidas preventivas podem servir como base de dados para aplicações em outras obras. Tanto para averiguar a presença destes riscos e outros, como para verificar se estão tomando as medidas preventivas necessárias.

Nas medidas propostas são sugeridas diferentes medidas preventivas e de controle, não necessariamente existem apenas as medidas propostas para controle e prevenção dos acidentes.

6. REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND – ABCP. **Parede de Concreto** – Coletânea de ativos 2011/2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16055**. Parede de concreto moldada no local para construção de edificações – Requisitos e procedimentos. ABNT: Rio de Janeiro, 2012.
- Barandan, S. **Comparative Injury Risk Analysis of Building Trades**. Tese (dotourado) - School of Wayne State University. Detroit, 2004.
- HOWARD, John. Prevention Through Design – Introduction. Journal of Safety Research. [S.l.]: Elsevier, 2008. p. 133. v. 36. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com> >. Acesso em: 20 jul. 2017.
- MARTINS, M. S.; SERRA, S. M. B. Prevention systems against falls from height in the building subsector. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM: THE DESIGN, THE SAFETY, THE STRUCTURE, 1., 2003a, Montova. Anais... Montova: DITEC, 2003a.
- Previdência Social. Dados abertos – Saúde e segurança do trabalhador. 2017. Disponível em: <<http://www.previdencia.gov.br/dados-abertos/dados-abertos-sst/>>. Acesso em 20 jul. 2017.

Exigências Fisiológicas no Posto de Trabalho do Piloto de Aeronaves

Physiological Requirements at the Aircraft Pilot Workstation

Edgard Thomas Martins¹; Isnard Thomas Martins²

¹Universidade Federal de Pernambuco

²Universidade Estácio de Sá

ABSTRACT

The cognitive and usability aspects of products and processes must aim at the comfort, well-being and safety of users, consumers of workers' operators and maintainers. However, there are many difficulties in designing the spaces applied in aviation in the science of designing workstations, focusing on the physical-cognitive characteristics of workers in the performance of their tasks, the usability of their machines and the interaction of the worker with your work environment. It is emphasized the difficulty in the implantation and definition of complex contexts such as aircraft considering their usability and safety. The improvement of the design of pilot jobs should be emphasized, where the theory indicates that Ergonomics can contribute effectively in these processes. There is a large amount of command and information instruments in a common passenger aircraft. It is well-known by everyone who deals with an airplane that the pilot's work station imposes great demands on the driver of this equipment. The vast majority of scientific studies on the aviator's workstation mention aspects of the nature of cognitive, physical and biomechanical ergonomics with physiological implications and requirements on pilot behavior. But the advancement of technology, however, requires pilots, increasingly complex actions. This author has developed in his doctoral and postdoctoral studies, correlations between the advancement of automation and the physiological demands, which supposedly would be reduced, but in reality, presents a great increase of the cognitive exigencies due to the requirement of new and frequent technical alterations in the cabins and the of increasing demands for control and permanent monitoring.

KEYWORDS: Exigencias Cognitivas, Implicações Fisiológicas, Pilotos em Novas Estações de Trabalho

1. INTRODUÇÃO

O trabalho do piloto de controlar um artefato no ar que só se mantém se estiver em movimento constante e dentro de uma série de padrões e regulamentos apresenta muitas oportunidades de errar. Vê-se nas figuras 1 e 2, postos de trabalho que trazem muitas exigências físicas, cognitivas e emocionais a um humano: cockpits de moderno aviões militares. Estes aviões têm auxílio de computadores como todos os aviões modernos militares de treinamento e combate. A roupa do piloto, devido a vários fatores inclusive altitude de operação, reduz muito o conforto do piloto. Na prática, isto significa a aplicação de tecnologia na interface humano-sistema com objetivo de aumentar a segurança, o conforto e eficiência de sistemas e a qualidade de vida. Mesmo adotando estes conceitos na tecnologia da construção, nas tarefas da tripulação e na usabilidade da aeronaves, com o tempo se modificaram muito mas os limites das capacidades dos homens que as conduzem e as controlam permaneceu constante.



Figura. 1- A complexa interface de controle (foto autorizada no site <https://www.novos+cockpits+na+aviamilitar&client> em 2018)



Figura. 2- A complexa interface de controle de avião de combate (foto autorizada no site <https://www.novos+cockpits+na+aviamilitar&client> em 2018)

Os pilotos destes artefatos também são submetidos às exigências fisiológicas nas grandes altitudes onde um dos maiores vetores na fisiologia do piloto de avião é a pressão parcial, progressivamente decrescente do oxigênio do ar, à medida que se ascende a altitudes cada vez maiores. Ao subir a grandes altitudes, o sujeito pode sentir uma série de distúrbios, que se tornam mais acentuadas a partir dos 3000 metros (10000 pés). Os sintomas mais comuns são: dificuldade de respirar, taquicardias frequentes (frequências maiores que 100 batidas por minuto), mal-estar generalizado, dores de cabeça, náuseas, vômito e insônia. Esses efeitos se devem essencialmente à diminuição da pressão atmosférica, o que é consequência da diminuição da densidade do ar. Aos 5000 metros de altitude a pressão parcial de

Oxigênio é aproximadamente a metade da pressão parcial ao nível do mar. Ou seja, só existe metade da quantidade de Oxigênio com relação ao nível do mar (BENEDEK & VILLARS, 2011).

Todos os problemas da baixa pressão barométrica nas altitudes elevadas podem ser evitados se a aeronave for pressurizada. A maioria das aeronaves comerciais conta com este dispositivo. O maior problema das cabines pressurizadas vem da descompressão explosiva, que ocorre quando o equipamento de pressurização sofre algum dano ou avaria, submetendo bruscamente os sujeitos de dentro desta aeronave as exigências do ar rarefeito das grandes altitudes. Isto pode fazer com que todos os indivíduos do interior do aparelho perciam a consciência em questão de poucos segundos (MARTINS, 2010).

2. MARCO TEÓRICO

Algumas das exigências fisiológicas são colocadas pelos próprios aviadores. Através da revisão de literatura pudemos verificar o complexo ambiente físico no qual o piloto de avião encontra-se imerso, de onde podemos verificar a necessidade de maiores estudos

nesta área. Sugere-se a realização de estudos específicos para cada tipo de aeronave e posto de trabalho, a fim de contribuir para a diminuição de incidentes originados de causas tão previsíveis, contudo muitas vezes tão pouco estudadas. É importante que os aviadores tenham acesso aos estudos em fisiologia e fisiologia do trabalho, uma vez que a maior parte dos poucos estudos científicos ficam muito distantes do acesso destes profissionais. Em nossos estudos para elaboração de Tese de doutorado, verificamos a necessidade de maiores trabalhos neste sentido, exatamente por não encontrarmos literatura científica deste tipo no Brasil. Um exemplo apresentado por Filho (1999), elucida muito bem esta situação como já estaria escassa na década passada: Um piloto sai de casa no Brasil no final da tarde para assumir um voo que sai no fim da noite de segunda-feira de São Paulo, para a Europa, por exemplo. Na terça, chega ao destino, porém, até chegar ao hotel, contado o fuso horário é praticamente a mesma hora que você acordou no Brasil, na segunda-feira. Os comissários internacionais sabem que vão ser obrigados a um descanso intranquilo e, por não conseguirem dormir, ficam rolando na cama. O relógio biológico fica debilitado em razão do sono e da alimentação irregulares. A consequência é ficar vulnerável a doenças. O conhecimento das consequências sociais do sofrimento no trabalho modificaria em troca as concepções em matéria de administração, de direção e de gestão de pessoal, e da organização do trabalho? É a pergunta que, surgindo logicamente dessa análise, pode ser colocada, porque nada exclui que se peça algum dia à empresa que se preocupe com suas poluições psíquicas e societárias como, atualmente, se exige dela que administre suas poluições físico-químicas fora de seu próprio espaço. (DEJOUR, 1998). As tarefas são repetitivas quando se serve café da manhã, almoço ou jantar a bordo. Normalmente, a tripulação internacional era formada por 12 pessoas foi reduzida pela portaria 179 A/STE de 20 de maio de 2002 do Departamento de Aviação Civil. E prossegue este autor, de acordo com a Convenção Coletiva, no item 48,

“os assentos destinados a descanso a bordo dos comissários de voo reclinam até o mesmo ângulo dos destinados aos passageiros da denominada ‘classe executiva’. Quanto à privacidade e à localização desses assentos, serão objetos de estudos por parte das empresas. Observamos nas aeronaves comerciais que os assentos a que se refere essa cláusula não serão escolhidos entre os que se situarem próximos de toaletes e dos locais a bordo destinados ao preparo e à organização dos serviços de lanches e refeições a bordo. É muito visível por qualquer passageiro um pouco observador que, na prática, isso não funciona. Os assentos destinados aos comissários para descanso são os da classe econômica e, geralmente, ficam no meio do avião, próximos de um toalete, o que dificulta ainda mais o descanso a bordo. Nem a regulamentação profissional nem a convenção coletiva do trabalho tratam do tempo a ser destinado para o descanso. A Convenção Coletiva prevê, no item 75, “folga de aniversário” para o aeronauta. No entanto, o comissário trabalha feriado, aniversário e fins de semana. Segundo os mapas de turnos das empresas de transporte aéreo do Brasil (MARTINS, 2010).

Segundo um piloto de linhas aéreas internacionais, “Adoecemos por saudade da família, dos amigos, parentes e da pessoa amada. Estamos em um lugar e, em questão de horas, em outro, com cultura, língua e alimentação diferentes”. Esta não é uma queixa relacionada à empresa onde trabalho”, enfatizou este profissional. E continua: “É uma observação sobre o ônus natural desta profissão de Aeronauta”. De acordo com ele, os aeronautas sentem na pele a falta de convívio social. Além do medo de acidentes, de turbulência, tempestade e pane elétrica, o aviador sabe que sua profissão expõe os profissionais a doenças constantes.

3. MÉTODO

Para registrar estas conclusões, este autor elaborou correlações em seus estudos de doutorado entre o avanço da automação e as exigências fisiológicas dos tripulantes na moderna aviação. Estas exigências deveriam ser reduzidas, mas na realidade, apresentam um grande aumento cognitivo devido a requerimento de novas e frequentes alterações técnicas na pilotagem e da constatação de novas formas de controle e de monitoração constante dos instrumentos computadorizados. Igualmente a cognição distribuída entre humano e computador traz uma eventual assincronia na sustentação das tarefas de pilotagem, muitas vezes conduzindo a incidentes e acidentes (FAA, 2018).

4. CONCLUSÃO

Uma significativa medida preventiva que tem sido desenvolvida é o desenvolvimento de um estudo teórico das exigências e dos efeitos de um esforço cognitivo na tarefa do piloto, onde limitações de habilidades no posto de trabalho no cockpit podem ocorrer. Esta tendência é ser cada vez mais observada nos projetos dos novos cockpits chamados de Glass Cockpits (instrumentos digitais e displays). A segurança aérea tem sido um forte condicionante para fortalecer e consolidar a aviação como o meio de transporte mais atraente da humanidade. O início da formação dos pilotos civis para conduzir este meio de transporte passa pela formação básica nos

Aeroclubes no Brasil. Os elementos de motivação de uma escolha apropriada de uma aeronave para este propósito são falhos, considerando os complicadores financeiros e políticos e a situação adicional da inexistência de uma ferramenta apropriada para uma seleção eficiente e eminentemente técnica para avaliação de aeronaves de treinamento. Um olhar para o passado buscando problemas provoca a recomendação de medidas para que as mesmas não aconteçam no futuro, Este é um dos pilares de nosso produto-pesquisa, re-analisando, desta vez com viés ergonômico, os registros detalhados de acidentes e incidentes aéreos de órgãos oficiais procurando nestes erros aqueles causados por falhas ergonômicas.

5. REFERÊNCIAS

- [https://www.faa.gov/regulations_policies/airworthiness_directives/\(2018\)Airworthiness Directives \(FAA, ADs\)](https://www.faa.gov/regulations_policies/airworthiness_directives/(2018)AirworthinessDirectives(FAA,ADs))
- [https://www.novoscockpitsnaaviamilitar&client em 2018\)Aviation Safety](https://www.novoscockpitsnaaviamilitar&client em 2018)AviationSafety) (accessed on aug 2016): <http://aviationsafetyblog.asms-pro.com/blog/characteristics-effective-aviation-safety-culture>
- Benedek & Villars (2011), *The corporate culture vultures* Fortune, 17 Oct
- Dejour,S,(2003)-Illusions Of Explanation: A Critical Essay On Error Classification – The International Journal Of Aviation Psychology , 13(2) Pag 95-106
- Filho, S. J.L.F Et Al.. (1999), Sem Limites Para Voar- Artigo, Congresso ABERGO, 99,).
- Green, R. G. & Frenbard M. (1993). Human Factors for Pilots. Avebury Technical. Aldershot, England,
- Icao Doc 9859 (2013)- Safety Management Manual, 3rd Edition
- Martins, E., (2010) “Study Of The Implications For Health And Work In The Operationalization And The Aeronaut Embedded In Modern Aircraft“, Thesis, Fundação Oswaldo Cruz Pernambuco: Brasil, Aug. Pp. 567-612.

A Preliminary Quantitative Analysis on user' perception of the use of Social networks in Emergency situations

Martínez-Rojas, María; Pardo Ferreira, María del Carmen; López Arquillos, Antonio; Salguero-Caparrós, Francisco and Rubio-Romero, Juan Carlos

University of Málaga, Málaga, Spain

ABSTRACT

Social networks are increasingly used every time, becoming a means to share and search any kind of information. This also occurs in the context of emergency situations, where users take advantage of this medium for different objectives. This article aims to explore the perception of users regarding the use of social networks during emergency situations by completing a questionnaire. After analysing the answers, it was verified that many citizens are already using social networks to share and search for information during these situations. Additionally, citizens stated that it is important that emergency services use social networks to manage information during emergencies.

KEYWORDS: Social Network, Twitter, Survey, Emergency situations, Management, Information

1. INTRODUCTION

Social media are defined as a “group of Internet-based applications that are based on the ideological and technological foundations of Web 2.0, and that allows the creation and exchange of user-generated content” (Kaplan et al., 2010). Social media provide a quick means to gather crowd-sourced information and a way of reaching many members of the population (Landwehr et al., 2016).

Among the available social networks, Twitter has shown the greatest potential for current emergency response systems, due to its ease of use and its essentially instantaneous nature (Williams et al., 2013; Simon et al., 2015; Laylavi et al., 2017, Martínez-Rojas & Rubio-Romero, 2017). Twitter is a micro-blogging service that brings together millions of users, around 313 million active users monthly (Twitter2018). These social networks allow the publication and exchange of short messages, also known as tweets, through a wide variety of users (Mendoza et al., 2010).

These functionalities make twitter an essential tool in the context of emergencies, generally in all phases of an emergency situation, that is, from the initial phase to the subsequent phases (Martínez-Rojas et al., 2017). For example, from the perspective of the citizen, the most frequent uses found in the literature are: sending alerts, identifying critical needs and focusing the response (Landwehr et al., 2016; Ai et al., 2016). This generates a huge number of tweets for a particular situation, which makes difficult the management of this information by emergency services. With the objective of improving and facilitating the management of information in such situations, in this article, we pose two objectives. The first objective consists on exploring the attitude of users regarding the use of social networks in emergency situations. The second objective focuses on examining what kind of information is shared and searched by users through of Twitter in these situations.

After this introduction, the remainder of the paper is structured as follows. Section 2 details the methodology and Section 3 presents the results. Finally, conclusions and guidelines for future research end the paper.

2. METHODOLOGY

This section presents the methodology with the objective of exploring, in a preliminary way, the attitude of the users. To do this, we conducted a survey, which has been adopted from a related study focusing on citizen of Europe (Reuter & Spielhofer, 2016). In this previous work, the authors stated that the number of respondents coming from some countries was not representative, as for example, respondents from Spain.

The survey was developed on the google survey platform (Google, 2018) due to the ease of use and access. Next, we detail the questions that we will analyze in the result section. Firstly, participants were asked about personnel information (Q1) and, secondly, about their use of social media in general (Q2 and Q3). Then, questions were asked regarding the use of searching information in social network in emergency situation (Q4 and Q5) and about the use of sharing information in social network (Q6).

Q1	What is your age? (under 21, 21–29, 30–39, 40–49, 50–59, 60 or older)
Q2	To what extend do you currently use the following social networks to share or look for information? (Often, sometimes, seldom, never)
Q3	Please indicate how strongly you agree or disagree with the following statements (Strongly Agree, agree, nether agree or disagree, disagree, strongly disagree) <ol style="list-style-type: none"> 1. In my private life, I use social media very often 2. It is important for emergency services to use social media to keep in touch with the public during emergencies. 3. I regularly post messages on social media such as Twitter, Facebook or Instagram. 4. I would not trust a message posted on social media during an emergency unless it came from an official source such as the police or fire-service. 5. Emergency services should not trust

	information on social media.
Q4	Which of the following communication channels have you ever used to get information about an emergency situation? 1. TV News and local radio station 2. Social media 3. Mobile apps 4. Online sites for disaster agencies or emergency services 5. Google 6. Online news
Q5	What kind of information were you looking for? 1. Weather conditions warnings 2. Road or traffic conditions 3. Damage caused by the event 4. Location or status of friends/family 5. Information about how others are coping with the disaster 6. Eyewitness photographs or videos 7. What to do to keep yourself safe
Q6	What types of information did you share? 1. Weather conditions warnings 2. Road or traffic conditions 3. Damage caused by the event 4. Location or status of friends/family 5. Information about how others are coping with the disaster 6. Eyewitness photographs or videos 7. What to do to keep yourself safe

3. RESULTS

In this section, we present the results of the questions detailed in the previous section and we analyze them with related survey in Europe. To do this, the first step is to extract the entire dataset from the survey platform into an Excel (*.xls) output file. Then, we analyze each question separately.

Currently, 171 responses have been received from citizens with the age groups illustrated in Figure 1. As can be observed, the highest proportion was between 21–29 (42,4%) followed by 18–21 years old (20,6%).

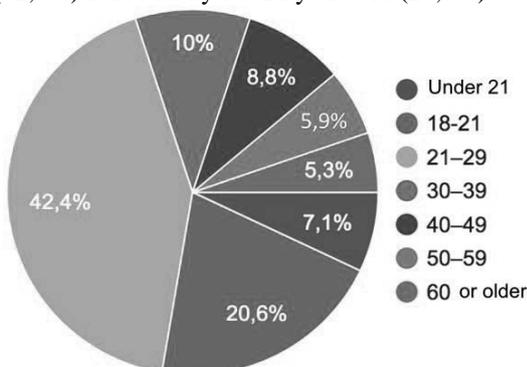


Figure 1. Result of Q1 – Age

Secondly, participants were asked about their use of social media from a general perspective (Figure 2, Q2).

The results show that most participants use Facebook and Youtube “often” or “sometime” with similar percentage (around 60%). However, the most also stated that they seldom or never use Twitter or Instagram. These results are in accordance with the results of European citizens (Reuter & Spielhofer, 2016).

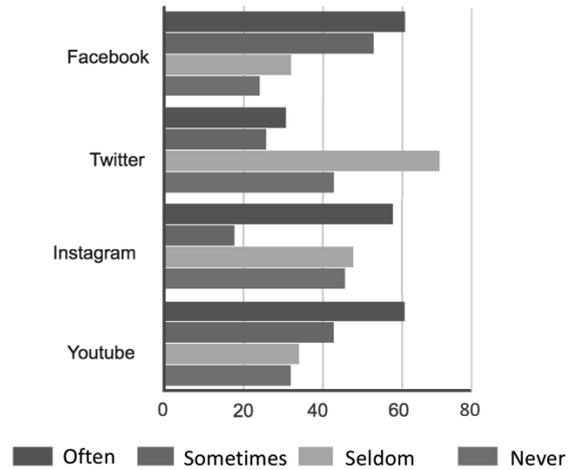


Figure 2. Result of Q2

Thirdly, Figure 3 shows the results about the opinion of participants regarding the statements of question Q3. As can be observed in the figure, most participants agreed with the statement that they use social media very often in their private lives (60%). Also, most participants stated that it is important for emergency services to use social media (around 80%), however, most remarked that they would not trust messages on social media. Around 50 % of participants stated that they regularly post messages on social media.

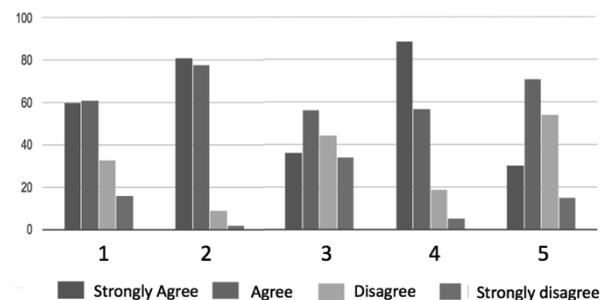


Figure 3. Result of Q3

In question Q4, participants were asked about communication channels they have used to get information about an emergency situation. As can be observed in Figure 4, most participants stated that they had used TV or local radio station (82,9%), social media (58,2%), mobile application (13,5%) and online sites for disaster agencies or emergency service (20%). Furthermore, a smaller proportion of participants answered that they had used online sites (1,2%).

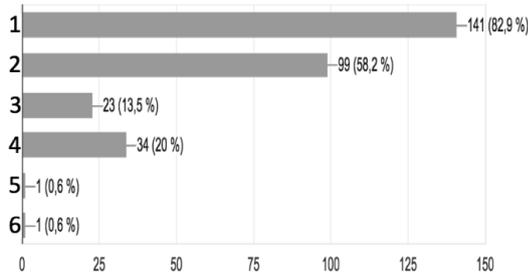


Figure 4. Result of Q4

When asked about what kind of information had looked on social media relating to an emergency, most participants reported that they had looked for information about Damage caused by the event (73,9%), weather conditions warnings (53%), road or traffic conditions (33,9%), location of friends (41,7%) and share photographs or videos as eyewitness (41,7%). As illustrated Figure 5, only a 17,4% stated that said that they had looked for information about “what to do to keep yourself safe”.

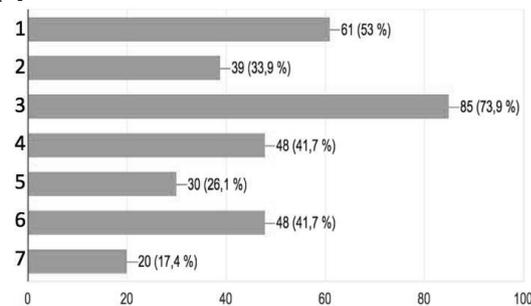


Figure 5. Result of Q5

Finally, when asking about those who had shared information on social media, this was most likely to have involved information on weather conditions or warnings (61%), location of friends (40,3%), road or traffic conditions (33,8), as can be seen in Figure 6.

Next section presents general conclusions about the conducted questionnaire.

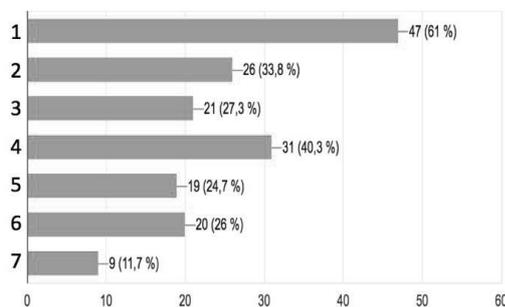


Figure 6. Result of Q6

4. CONCLUSIONS

This study has shown that many citizens are already using social media to share and search for information in emergency situations. Additionally, citizens have stated that it is important that emergency services use social media to manage the information during emergencies.

As future work, we propose to expand the analysis to obtain a more representative sample for each age group. Additionally, we will conduct a qualitative analysis about other questions of the survey that have not been included in this work, as for example, gender, level of education, emergency apps, etc. Finally, we will explore the perception of emergency services regarding the management of social network information.

5. ACKNOWLEDGMENTS

This work has been supported by the Spanish Ministry of Economic, Industry and Competitiveness (Juan de la Cierva- Formación, FJCI-2015-24093). It is also important to acknowledge the Ministry of Education, Culture and Sports of the Government of Spain for its support through the predoctoral contracts "Formación del Profesorado Universitario" (FPU 2016/03298).

6. REFERENCES

- Ai, F., Comfort, L. K., Dong, Y., & Znati, T. (2016). A dynamic decision support system based on geographical information and mobile social networks: A model for tsunami risk mitigation in Padang, Indonesia. *Safety science*, 90, 62-74.
- Google Forms, [Online accessed: 01/10/18], <https://www.google.com/intl/es/forms/about/>
- Kaplan, A. M., & Haenlein, M. (2010). Users of the world, unite! The challenges and opportunities of Social Media. *Business horizons*, 53(1), 59-68.
- Landwehr, P. M., Wei, W., Kowalchuck, M., & Carley, K. M. (2016). Using tweets to support disaster planning, warning and response. *Safety science*, 90, 33-47.
- Laylavi, F., Rajabifard, A., & Kalantari, M. (2017). Event relatedness assessment of Twitter messages for emergency response. *Information Processing & Management*, 53(1), 266-280.
- Martínez-Rojas, M., Pardo Ferreira MC., López Arquillos, A., & Rubio-Romero JC., 2017, Using Twitter as a tool to foster social resilience in emergency situations: A case of study, 11th International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management, Valencia.
- Martínez-Rojas, M. & Rubio-Romero, 2017, Uso de las Nuevas Tecnologías para la Gestión y Comunicación de Información en Situaciones de Emergencia, III Jornadas Andaluzas de Informática celebradas en Canillas de Aceituno (Málaga), September.
- Mendoza, M., Poblete, B., & Castillo, C. (2010, July). Twitter Under Crisis: Can we trust what we RT?. In *Proceedings of the first workshop on social media analytics* (pp. 71-79). ACM.
- Reuter, C., & Spielhofer, T. (2016). Towards social resilience: A quantitative and qualitative survey on citizens' perception of social media in emergencies in Europe. *Technological Forecasting and Social Change*.
- Simon, T., Goldberg, A., & Adini, B. (2015). Socializing in emergencies—A review of the use of social media in emergency situations. *International Journal of Information Management*, 35(5), 609-619.
- Twitter, 2018, [Online accessed: 01/10/18], <https://about.twitter.com/es/company>
- Williams, S. A., Terras, M. M., & Warwick, C. (2013). What do people study when they study Twitter? Classifying Twitter related academic papers. *Journal of Documentation*, 69(3), 384-410.

Exposure to mechanical vibration in education

Redel-Macías, María Dolores¹, Santos-Romero, Lourdes², Gonzalez-Redondo, Miguel³, Cubero-Atienza, Antonio José¹, Peinazo-Morales, Manuel², Pinzi, Sara⁴

¹Dpt. Rural Engineering, Universidad de Córdoba, Córdoba, Spain

²Technical advisor in occupational risk prevention, Junta de Andalucía, Spain

³Dpt. Electronic and Computer Engineering, Universidad de Córdoba, Córdoba, Spain

⁴Dpt. Physical Chemistry and Applied Thermodynamics, Universidad de Córdoba, Córdoba, Spain

ABSTRACT

Safety plays an important role in schools and universities. Responsibilities for safety and health management are a challenge teaching. Depending on the level of teaching, teachers and students could be exposed to different kind of occupational risk. In this sense, the teachers and students of Vocational Education and Training are exposed to biological, chemical and physical pollutions. This work is focused on the exposure to mechanical vibration of teachers of Vocational Education and Training in auto body. The results showed that the total equivalent acceleration value exceeds that established by the regulation and thus, the adoption of corrective measures is necessary immediately.

KEYWORDS: mechanical vibration, prevention risk, education

1. INTRODUCTION

The general Occupational Health and Safety legislation in Spain, transposing Directive 89/391/EEC (Dir. 89/391/EEC), is mainly covered by Law 31/1995 (RD 31/1995) on the Prevention of Work-related Risks, and its successive modifications. It establishes the general principles for health monitoring of all workers excluding domestic ones and self-employed. All sectors of activity, both public and private (industrial, agricultural, commercial, service, educational, etc) are included in this rule. However, it is not applicable to certain specific public service activities, for example the army, as these are subjected to specific regularizations.

Regarding to educational activities, teachers, students or technical staffs, depending on the sort of education degree, are exposed to different risks. However, the only recognized illness for teacher is nodules of the vocal cords due to sustained vocal efforts. It deserves a critical thought as teachers could be exposed to a greater number of risks or could contract other type of occupational illness involved in research or teaching activities, working with certain chemical products, biological or physical pollutant such as vibrations, noise or particulate matters. It could be the case of Vocational Education and Training (VET) teachers and students who have a greater number of practical classes in laboratories, and therefore being exposed to chemical, biological or physical pollutants. Specifically, the students and teachers of VET in auto body school are exposed to the same risk as a mechanical workshop. Moreover, there is an educational modality where students make internship two days per week. There are 162 schools of VET in auto body in Spain. Hence the importance of the prevention risks in these schools to be able to include other types of occupational diseases besides the nodules of the vocal cords.

Thus, this work is focused in the evaluation of risks due to vibrations in a VET in auto body school placed in Córdoba (Spain). Due to the characteristics of the operations necessary for the repair and maintenance of vehicles, the teachers are exposed to a multitude of

physical pollutants, some of them very harmful to their health, which are not included among the risks for these workers according to the informative manual of occupational risks and preventive measures published by the Prevention Service of the Territorial Delegation of Education of Córdoba in 2015 (Territorial Delegation, 2015)

2. MATERIALS AND METHODS

2.1 Description of the workplace

The laboratory of the school has an area of 528 m² divided into: classroom, mechanical workshop and paint booth. Classroom, where the theoretical classes are given to students, has an area of 45 m². Teachers and students expend more time in the mechanical workshop, with an area of 450 m², divided into:

- a) Mechanical area, where vehicle maintenance tasks are performed, such as dismantling and assembly (replacement of batteries and lamps, replacement of tires, replacement of timing belts, replacement of injectors, etc); emptying and filing of circuits (oil changes, antifreeze filling, brake fluid, air conditioning gas refills, etc) and measurements and inspections of the different vehicle systems (tire pressures, wheel alignment, electrical magnitudes, charge of batteries, etc).
- b) Bodywork area, where different operations on the structural recovery of vehicles on the bench are carried out, such as handling sheet metal parts, repairing glass panes, sanding operations, sheer metal cutting operations in sheet metal and plastics.

Paint booth, with an area of 33 m², is where the painting operations of the repaired parts are carried out.

2.2 Set up of the experiment

Many tasks performed in the vehicle repair process involve situations in which workers are exposed to vibrations of the hand-arm system, due to the use of machine tools necessary for the performance of their work. These vibrations imply risks for the health and

safety, fundamentally vascular problems, of bones or joints, nerves or muscles.

Within the operations that the teachers of the VET in auto body perform, both repairing and finishing of the panels, those with a higher level of vibration are: reducing dents with the multifunction tool, recessing of welding points with the grinder and sanding the panels.

The hand-arm vibrations were measured in triaxial mode. A vibrometer SVANTEK model SVAN 948 (Figure 1) and triaxial accelerometer were used, placing the accelerometer in an auxiliary tool to grip it. These equipment obey the UNE-EN-ISO 8041:2006 standard (UNE-EN-ISO 8441:2006). All measurements were carried out following the ISO 5349-1:2001 standard (ISO 5349-1:2001).



Figure 1. Accelerometer.

3. RESULTS

The measures were divided into different tasks according to the job:

Task 1: Reduction of dents on the panel.

To remove a dent from the panel after working it mechanically by means of the hammer, the multifunction tool is used together with the inertia hammer for points inaccessible to the operator. By using this tool it is possible to reduce the deformation by applying heat and pulling the panel. However, using this tool, the operator is exposed to high hand-arm vibrations, so several measures were taken in the development of this task, which consisted of pulling the panel so that it could recover its original form.

It was carried out with a paintless car dent repair, see Figure 2.



Figure 2. Paintless car dent repair.

The exposure time was calculated considering the number of pulses and the duration of pulse in an hour obtaining 0,75h.

The equivalent acceleration value obtained for this task was 11 m/s^2 .

$$A1(8) = a_{hw} \sqrt{\frac{T_{exp}}{T_0}} = 36 \sqrt{\frac{0,75}{8}} = 11 \text{ m/s}^2$$

Task 2: Recess of welding points.

Recessing of welding points with the grinder is carried out to reduce the thickness of the welding points that was made both in parts of the body and in removable elements of the same.

For this task, the use of a grinder was required (Figure 3).



Figure 3. Grinder.

This process lasted half an hour, so the equivalent acceleration value for this task was 14.37 m/s^2 :

$$A2(8) = a_{hw} \sqrt{\frac{T_{exp}}{T_0}} = 57,5 \sqrt{\frac{0,5}{8}} = 14,37 \text{ m/s}^2$$

Task 3: Sanding of panels.

This task was carried out using two different tools during an hour and a half, see Figure 4. The results obtained for the equivalent acceleration value were 4.26 m/s^2 and 2.73 m/s^2 .

$$A3(8) = a_{hw} \sqrt{\frac{T_{exp}}{T_0}} = 17,05 \sqrt{\frac{0,5}{8}} = 4,26 \text{ m/s}^2$$

$$A4(8) = a_{hw} \sqrt{\frac{T_{exp}}{T_0}} = 10,93 \sqrt{\frac{0,5}{8}} = 2,73 \text{ m/s}^2$$

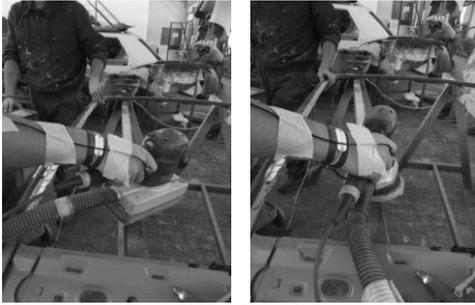


Figure 4. Sanding of panels.

Considering all tasks during a day, the total equivalent acceleration value obtained was 18.8 m/s^2 .

$$A(8) = \sqrt{A_1(8)^2 + A_2(8)^2 + A_3(8)^2 + A_4(8)^2}$$

$$A(8) = 18,8 \text{ m/s}^2$$

4. DISCUSSION

The total equivalent acceleration value permitted for hand-arm vibration according to RD1311/05 is 5 m/s^2 as daily limit value for 8 hours. In this sense, it can be observed that the results obtained exceeded this limit value. Therefore, it is mandatory to carry out preventive measures immediately. These measures could consist in the reduction of exposure time, the replacement of old machinery with a new one that transmits less vibration level and the use of antivibration gloves.

5. CONCLUSIONS

Law 31/1995 guarantees of safety and health for workers in Spain. Moreover, royal decree 1299/2006 establishes the occupational diseases according to different occupations. However, the occupational disease for teachers is only the nodules of the vocal voice. Therefore, the results of this study could be considered other kind of occupational diseases as the teacher can be exposed to different risks depending on their teaching and investigation.

6. REFERENCES

- Directive 89/391/EEC of 12th June 1989. (1989). On the introduction of measures to encourage improvements in the safety and health of workers at work.
- Law 31/1995 of November 8th. (1995). Containing a general and basic control unit on guarantees of safety and health for workers.
- Information about prevention risk report. (2015) Territorial Delegation of Education of Córdoba, pp 1-37.
- UNE-EN ISO 8041:2006. (2006). Human response to vibration-Measuring instrumentation.
- ISO 5349-1:2001.(2001). Mechanical vibration. Measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration.

Evaluation of sound perception in refrigeration

Rodríguez-Cantalejo, R.David; Vázquez-Serrano, Francisco; Cubero-Atienza, F. José; Redel-Macías, María Dolores

Escuela Politécnica Superior, Universidad de Córdoba, Spain

ABSTRACT

In the past, sound design was focused on the minimization of the emitted sound. Understanding that the lower the sound the better. Nowadays, this concept is outdated, considering, in addition to the sound pressure level, many more aspects of the sound to convey emotions to the client. Thus, a new concept called sound quality has emerged to reach more facet of the sound. In refrigeration systems, the recommendations of European Union are aimed at reducing the greenhouse emissions by means of the replacement of the hydrochlorofluorocarbons gases for other less pollutant. However, there are not researches about the noise emitted with the new gases. In this sense, besides studding the sound pressure level metrics, the study of sound quality is very important for the manufacture as the perception and therefore the annoyance could change with the use of new gases. In this work, the sound quality of a refrigeration system using two different gases, R-404A and its alternative (R-134A), has been studied. The results have shown R-134A has better sound quality than R-404A and thus being less annoying.

KEYWORDS: Noise, Refrigeration; Risk Prevention, Sound Quality

1. INTRODUCTION

The use of refrigeration is very extending both in domestic applications and industrial processes. The great majority of industrial refrigeration consists on facilities destined to supply the refrigerator demand of refrigerating chambers and cooling tunnels among others. At the beginning of industrial refrigeration, different substances have been used to improve the efficiency of the process, as ammonia (R-717), dioxide of sulphur and dioxide of carbon, which are high toxic gases. For this reason, the researches related to refrigeration have been focused on the development of new alternative refrigerant gases less toxic and harmful to the environment.

Thomas Midgley (Midgley and Henne, 1930) developed the Chlorofluorocarbon gases (CFC) including Freon (R-12). However in the 80's, it was discovered that these gases are one of the main causes of the destruction of the ozone layer and the greenhouse effect, so in 1987 the Montecarlo Treaty was signed, in which the manufacture and the use of these gases are restricted.

Afterwards, Hydrochlorofluorocarbons were included, being less aggressive with the ozone layer (Freon 22 or R-22). This gas was one of main refrigerants used in the refrigeration industry until 2010 in Spain. However, other gases that do not affect the degradation of the ozone layer, eliminating the chlorine atoms of their molecules, and replacing them with hydrogen atoms gave rise to Hydrofluorocarbons (HFCs). These gases include refrigerants as R-134A, R-404A, R-407C or R-410A, which are currently the refrigerants most used in industrial application and scientific community. Recently, European Union (Consejo, 16 de abril de 2014) established the replacement of refrigerant gases (HFC) in industrial freezers and refrigerating chambers with a potential for global warming (PGW) of 2500 in 2020 and of 150 in 2022. In this sense, the choice of the best refrigeration gas involves environmental issues but also efficiency, low energy consumption and low noise emission. Although, there are many studies about the efficiency and gas emissions of the refrigeration gases;

there are not much researches on noise emission (Celik and Nsofor, 2011, Han et al., 2011). Whereas, as far as we know, the sound quality in refrigeration using different gases has not studied.

The main aim of this research is the study of sound quality emitted by two refrigeration gases with different PGW as R-134A and R-404A. It is very important as the new regularization establishes the replacement of R-404A by R-134A being thus the noise emission affected by this change of gases. The results of this preliminary study will be extrapolated to predict the noise emission in the University of Córdoba. It is due to there are more than 161 refrigerators in the Campus of Rabanales (University of Córdoba) using R-404A. Therefore, if the level of sound is reduced using R-134A instead of R-404A, it could be said that the annoyance due to noise in the Campus could be also improved.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Refrigerating chamber

A refrigerating chamber with a semi-hermetic compressor model A 0.5 4Y (Frascold) has been used, see Figure 1. Different operating points of the compressor have been evaluated at different working pressures. Table 1 shows the working pressures of the compressor. The gray area in Table 1 indicates no operation of compressor.



Figure. 1. Refrigerating chamber.

Table 1. Working pressures of the compressor with R-134A.

Min.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
HP* (bar)	10	11.1	11.1	10	10	10	9.9	9.9	11	11.5	10.9
LP* (bar)	1.5	2	1.4	0.3	0.3	0.2	0.3	0.5	1.9	2	0.9

HP* High Pressure; LP* Low Pressure; gray area

Table 2. Working pressures of the compressor with R-404A.

Min.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
HP* (bar)	21	19	19	19	19	21	21.5	22	22	22	22
LP* (bar)	2	0.1	0	0	0	4.5	1	0.5	0.1	0.1	0.1

HP* High Pressure; LP* Low Pressure; gray area

2.2. Measuring System

Soundbook™ universal portable measuring system with SAMURAI v2.6 software from SINUS Messtechnik GmbH and the Toughbook™ CF-19 were used to acoustic data record of refrigerator with the aid of a microphone. The microphone was placed at 1 m distance from the block of compressor to measure continuous equivalent sound pressure level (LAeqT), see Figure 2.



Fig. 2. Measurement of noise.

2.3. Sound quality metrics

Psychoacoustics indicators constitute an interesting way to measure how nice or disturbing is a sound for human beings. Evaluation of perceived sound is carried out by a jury testing, where members classify sounds according to listener reaction. The number of indicators to objectively classify the sound quality is huge, some of them are loudness, sharpness, roughness, boom, fluctuation strength and tonality. Some metrics, like loudness, are defined following international standards; but this is not common. The selection of a metric to define sound quality depends on the application, but sometimes there are some discrepancies among researchers. This is the case of engine sound quality. Some researchers prefer the use of loudness, roughness and sharpness indicators in car applications (Redel-Macias et al., 2012, Lara et al., 2015). Loudness provides a subjective measure of the

sound energy content and its unit of measurement is sone. Measure of roughness is more complex than loudness, as it involves the subjective perception of a sound rapid frequency modulation. It is measured as asper. The high frequency content of a sound is measured by sharpness metric; its measure unit being acum.

After registering the continuous equivalent sound pressure level, loudness, roughness and sharpness have been calculated using Matlab R2016b (version 9.1).

3. RESULTS

Table 3 and 4 shows the results of total loudness, roughness and sharpness for both refrigerant gasses (R-404A and R-134A), respectively.

Table 1. Sound quality metrics for R-134A.

	Loudness (Sone)	Roughness (Asper)	Sharpness (Acum)
1	65.058	0.128	5.210
2	58.193	0.129	4.622
3	60.959	0.113	4.768
4	52.363	0.087	3.300
5	88.208	0.115	5.037
6	63.108	0.097	5.087
7	58.818	0.123	4.712
8	67.367	0.128	4.584

Table 2. Sound quality metrics for R-404A.

	Loudness (Sone)	Roughness (Asper)	Sharpness (Acum)
1	81.199	0.332	5.572
2	62.985	0.447	5.119
3	62.941	0.417	5.139
4	53.546	0.091	3.481
5	100.229	0.298	6.157
6	75.220	0.301	5.213
7	59.952	0.411	5.291
8	57.183	0.367	5.391

4. DISCUSSION

As can be seen in Tables 3 and 4 respectively, total loudness, roughness and sharpness of R-134A are reduced with the use of R-404A. For some working pressure points, the different achieved is greater than 20%. It could be due to the working pressures are significantly lower with the use of R-134A. Although the reduction is generalized for all range of pressures, it can be observed that the lower frequencies, the higher reduction. In summary, the replacement of R-404A for R-134A improves the sound quality and therefore, the noise annoyance is less. As mentioned above, it can be due to the difference between operating pressures.

5. CONCLUSIONS

This preliminary works is focused on the study of sound quality for two refrigeration gases, R-404A and R-134A, respectively. The results have revealed that the sound quality is improved with the replace of R-134A as

its working pressures are lower than R-404A. Therefore, it could be said that the replace of a gas for other could reduce the overall noise and improvement the sound quality in the Campus of Rabanales at University of Córdoba.

6. REFERENCES

- Celik, S., Nsofor, E. C. (2011). Studies on the flow-induced noise at the evaporator of a refrigerating system. *Applied Thermal Engineering* 31, pp. 2485-2493.
- Reglamento UE nº517/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de abril de 2014. (2014). Sobre los gases fluorados de efecto invernadero y por el que se deroga el Reglamento 842/2006.
- Han, H. S., et al. (2011). Frequency characteristics of the noise of R600a refrigerant flowing in a pipe with intermittent flow pattern. *International Journal of Refrigeration-Revue Internationale Du Froid*. 34, pp. 1497-1506.
- Lara, R., et al. (2015). Influence of constructive parameters and power signals on sound quality and airborne noise radiated by inverter-fed induction motors. *Measurement* 73, pp. 503-514.
- Midgley, T., Henne, A. L. (1930). Organic Fluorides as Refrigerants. *Ind.Eng.Chem.* 22, pp. 542-545.
- Redel-Macias, M. D., et al., (2012). Air and noise pollution of a diesel engine fueled with olive pomace oil methyl ester and petrodiesel blends. *Fuel*. 95, pp. 615-621.

Aplicação da metodologia integrada de avaliação de riscos no setor da construção civil

Applying the Risk Assessment Integrated Methodology to Construction

Silva, Andreia L.; Guedes, Joana C.; Baptista, J. Santos

PROA / LABIOMEPE / INEGI, Faculty of Engineering, University of Porto, Portugal

ABSTRACT

Architecture, Engineering and Construction (AEC) industries, on which this work was developed, continues to record the highest number of fatal accidents, highlighting the crucial need to correctly assess the risks and act towards their elimination or mitigation. This work aims to adapt the standard model of the Integrated Methodology for Risk Assessment (MIAR) to AEC sector with a view to reducing evaluator's subjectivity. This work was developed in four stages, following the guidelines of the Delphi Method. The analysis of the results was based on the application of hypothesis and correlation tests. Pursuant to the MIAR, the intra and inter-rater results demonstrate that in 66% of the sample the correlation is very strong and 26% show a strong correlation. It is concluded that the MIAR reduces the subjectivity of the evaluator.

KEYWORDS: risk assessment, construction, safety

1. INTRODUÇÃO

1.1 Riscos no setor da construção

O setor da construção civil continua a ser o setor líder na ocorrência de acidentes de trabalho mortais e alcança também os lugares cimeiros em matéria de acidentes graves.

Os trabalhos na construção, de acordo com a legislação, são considerados de risco elevado, em que, frequentemente, os trabalhadores são expostos a riscos especiais, acrescendo a estes, ritmos de trabalho intensivos e a exposição a condições climatéricas adversas. A prevenção dos riscos só é possível quando os perigos são identificados e prevenidos a montante da execução da obra. A avaliação de riscos, mais do que um requisito legal, previsto na Diretiva n.º 93/103/CE de 23 de Novembro, "...constitui a base para uma gestão bem-sucedida da segurança e da saúde, sendo um fator-chave para reduzir a ocorrência de acidentes de trabalho e doenças profissionais. Se for corretamente aplicada, poderá melhorar a segurança e a saúde no local de trabalho, bem como o desempenho da empresa em geral." (ACT, 2017).

1.2 Objetivo

Este estudo visa a adaptação da Metodologia Integrada de Avaliação de Riscos (MIAR) ao setor da construção com vista à redução da subjetividade do avaliador.

2. MATERIAIS E METODOS

A abordagem metodológica baseou-se num processo interativo, composto por quatro etapas: i) adaptação do questionário do Método MIAR ao setor da construção; ii) aplicação da metodologia; iii) análise de resultados; iv) revisão da metodologia.

Com vista à obtenção de consenso no resultado das avaliações utilizou-se como guia de orientação o método de Delphi (Okoli, et al., 2004).

A versão base do MIAR (Artalheiro, 2010), foi adaptada para aplicação no setor construção tendo em conta as características específicas deste setor.

Para aplicação do MIAR, foi selecionado um painel de 20 especialistas em segurança no trabalho, todos com mais de oito anos de experiência em obras públicas de alta envergadura. Ao painel de especialistas foi remetida uma memória descritiva da atividade de escavação subterrânea com recurso a explosivos e a matriz de avaliação de riscos com identificação das subatividades, perigos e riscos que se pretendia que fossem avaliados segundo os parâmetros do MIAR (Gravidade, Exposição, Extensão e Custo).

Os resultados de cada um dos parâmetros foram analisados estatisticamente segundo testes de hipóteses, ANOVA, Kruskal – Wallis e de correlação, com recurso ao programa Xlstat.

A análise dos resultados foi efetuada por três vezes, com informação distinta, a primeira análise foi realizada contemplando todos os resultados da consulta inicial, na segunda análise foram extraídas as respostas ao parâmetro "custo" com o objetivo de aferir qual o potencial deste parâmetro na valoração final do risco. A terceira análise foi efetuada, no seguimento dos comentários do painel de especialistas, que desencadeou uma revisão da metodologia (tabela 1).

Por fim compararam-se os resultados da terceira análise do método de MIAR com os resultados da avaliação de riscos segundo William T. Fine para a mesma atividade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Resultados iniciais

A análise inicial foi constituída pela avaliação de 20 riscos. Após avaliação verificou-se que três estavam fora do padrão, tendo sido removidos, resultando num conjunto com 17 avaliações.

Na análise estatística, testes de hipóteses de "Jarque-Bera", verificou-se que variável da qual a amostra foi extraída seguiu uma distribuição normal.

Os testes não paramétricos evidenciaram que as avaliações do parâmetro “Extensão” e “Custo” deveriam ser rejeitadas, o que suscitou a reavaliação do parâmetro.

3.2 Resultados da análise sem parâmetro “Custo”

Suprimindo o parâmetro “custo” da análise de dados, registou-se uma diminuição dos valores extremos: “Baixo” e o “Muito Alto”, o que permitiu concluir que o parâmetro “custo” era um fator de divergência. Este parâmetro foi adaptado e deu origem ao parâmetro “Priorização do Risco” tendo por base o caminho crítico do plano de trabalhos (tabela 1). Entende-se por caminho crítico, a atividade ou conjunto de atividades estabelecidas no plano de trabalhos da obra cuja data de início e fim não permitem variações, qualquer atraso na atividade produz atraso no fim do projeto.

3.3 Resultados da terceira análise

Nesta fase analisaram-se os resultados da avaliação de riscos após a revisão da metodologia inicial, e verificou-se uma menor dispersão entre as valorações, o que demonstra um consenso mais alargado dos resultados (Fig. 1 e Fig. 2).

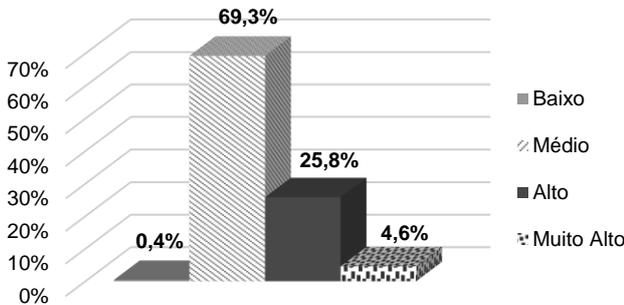


Fig. 1 - Representação gráfica dos resultados por níveis de risco

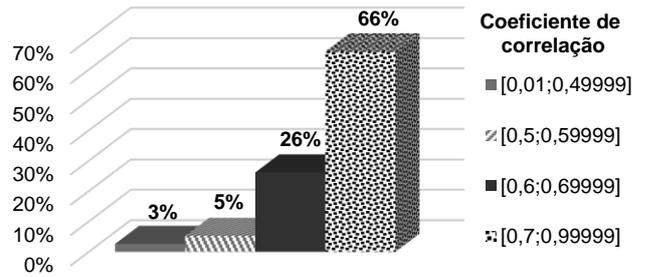


Fig. 2 – Análise gráfica da correlação interavaliadores segundo a MIAR

3.4 Análise comparativa entre a MIAR e o método William T. Fine

Verificou-se que os resultados segundo o MIAR seguem uma distribuição pelos quatro níveis de valoração do risco em que “Baixo” representa apenas 0,4%, enquanto que, com o método WTF os resultados recaem entre “Baixo”, “Médio” e “Muito Alto”, em que 39% dos acidentes foram considerados “Baixo” potenciando uma subvalorização do risco e uma análise menos eficaz das medidas de prevenção e controlo por parte do avaliador.

Tabela 1 – Parâmetros de avaliação dos riscos ocupacionais, fase de planeamento

Parâmetro de avaliação	Descrição	Valor
Gravidade do aspeto [G]	Pode causar a morte.	5
	Pode causar incapacidade permanente absoluta (IPA) para o trabalho.	4
	Pode causar lesões graves, com incapacidade temporária absoluta (ITA).	3
	Pode causar lesões menores com incapacidade temporária parcial (ITP).	2
	Podem causar lesões menores sem qualquer tipo de incapacidade.	1
Extensão do impacte [E]	Aspeto cuja extensão atinge ≥ 10 trabalhadores.	5
	Aspeto cuja extensão atinge 7 a 9 trabalhadores.	4
	Aspeto cuja extensão atinge 4 a 6 trabalhadores.	3
	Aspeto cuja extensão atinge 2 a 3 trabalhadores.	2
	Aspeto cuja extensão atinge 1 trabalhador.	1
Exposição/ Frequência de ocorrência do aspeto [EF]	Ocorrência contínua - periodicidade: diária (> 4h).	5
	Ocorrência frequente - periodicidade: meio-dia.	4
	Ocorrência periódica - periodicidade: > 2 x semana.	3
	Ocorrência reduzida – periodicidade 1 a 2 x semana.	2
	Ocorrência esporádica – periodicidade mensal.	1
Priorização do risco [PR]	A atividade é caminho crítico do plano de trabalhos e pode originar acidentes graves ou a morte	3
	A atividade é caminho crítico do plano de trabalhos e pode originar acidentes ligeiros de menor gravidade	2
	A atividade não é caminho crítico do plano de trabalhos	1

Nota - A valoração do risco é calculada pela expressão $VR = G \cdot E \cdot EF \cdot PR$ e os resultados distribuem-se por quatro níveis: Baixo ≤ 24 ; Médio – entre 25 e 224; Elevado – entre 225 e 425 e Muito Elevado ≥ 426 .

4. DISCUSSION

This section is where the data is interpreted. The author should include explanation of how the results are similar/differ from those which were hypothesized, or are similar/differ to those related with experiments performed by other researchers. Relating the results with theoretical context is recommended.

5. CONCLUSÕES

Analisando comparativamente as escalas de MIAR e William T. Fine, verifica-se que na primeira metodologia a maioria dos valores de risco recaem sobre níveis de Médio e Alto, enquanto que com WTF recaem sobre os níveis inferiores, Baixo e Médio, podendo dar origem a erros de leitura por defeito e consequentemente a adoção de medidas mais brandas. Ou seja, pode-se afirmar que o MIAR adota critérios de valoração mais conservadores.

Conclui-se que pelo facto de 66% das interavaliações terem uma correlação muito forte e 26% uma correlação forte, o método MIAR reduz a subjetividade do avaliador.

6. REFERÊNCIAS

- T. 2017. Avaliação de riscos, Listas de verificação. [http://www.act.gov.pt/\(pt-pt\)/centroinformacao/listasverificacao/Paginas/default.aspx](http://www.act.gov.pt/(pt-pt)/centroinformacao/listasverificacao/Paginas/default.aspx). [Online] 2017. [Citação: 14 de 06 de 2017.]
- Antunes, F. A., Batista, J. S. e Diogo, M. T.. 2010. Metodologia de avaliação integrada de riscos ambientais e ocupacionais. 2010.
- Okoli, Chitu e Pawlowski, Suzanne D. 2004. The Delphi method as a research tool: an example, design considerations and applications. s.l.: Information & Management, 2004. pp. 15-29. Vol. 42. 10.1016/j.im.2003.11.002.

O papel da Medicina do Trabalho no diagnóstico e prevenção de patologia cardiovascular: a propósito de um caso clínico

Oliveira, M¹; Moura Guedes, P¹; Pinho, P¹; Botelho, C¹; Norton, P^{1,2}

¹ Serviço de Saúde Ocupacional, Centro Hospitalar de São João, Porto, Portugal

² EPIUnit - Instituto de Saúde Pública da Universidade do Porto, Porto, Portugal

INTRODUÇÃO E OBJETIVO

As Cardiomiopatias (CM) são definidas como anormalidades estruturais ou funcionais que não podem ser explicadas por doença coronária ou preenchimento cardíaco anormal¹. O subtipo CM hipertrófica (CMH) é caracterizado pelo espessamento do miocárdio do ventrículo esquerdo. É uma patologia que está associada a um risco aumentado de morte súbita especialmente com esforços vigorosos. Estima-se que a prevalência de CMH na população adulta mundial seja de 0.02%-0.23%^{2,3}, e a incidência de 0.3-0.5 casos por 100.000 pessoas^{4,5}. O critério diagnóstico em adultos é imagiológico: hipertrofia > 15 mm de pelo menos uma parte do miocárdio do ventrículo esquerdo.

Após o diagnóstico de CMH está recomendada a evicção de desportos competitivos, e a nível laboral, a evicção de tarefas que impliquem exercício vigoroso. Ocupações como piloto, bombeiro e trabalhadores de serviços de emergência são autorizadas, com o cumprimento de pré-requisitos de elegibilidade específicos⁶.

O objetivo deste estudo foi o de realçar a importância da valorização clínica dos sinais e sintomas em consulta de Medicina de Trabalho, com a respetiva conduta segundo a “legis artis” para o diagnóstico (ou exclusão do diagnóstico) suscitado.

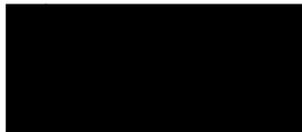
METODOLOGIA

Recolha de dados clínicos do trabalhador em estudo no processo clínico de Saúde

Ocupacional e restantes dados no processo clínico electrónico do centro hospitalar onde este se efetuou em seguimento para diagnóstico e orientação terapêutica.

CASO CLÍNICO

Homem, 35 anos, enfermeiro em hospital terciário, no serviço de Nefrologia, deslocou-se ao serviço de Saúde Ocupacional para realização de consulta periódica de Medicina de Trabalho, na periodicidade determinada pelo artigo 108º do Decreto-Lei 102 de Setembro de 2009. Referia dor torácica posterior esporádica, com duração de cerca de 5 a 10 minutos, de baixa intensidade e sem irradiação. Sem noção pessoal de fatores de agravamento ou melhoria. Negava palpitações, edema dos membros inferiores ou outros sinais ou sintomas relevantes. Não apresentava fatores de risco cardiovasculares conhecidos. Ex-atleta de futebol de salão federado, que realizava regularmente avaliações em contexto de consulta de Medicina Desportiva, incluindo ECG sem informação de alterações nos mesmos. Ao exame objetivo, apresentava tensão arterial 133/77 mmHg e frequência cardíaca de 73 bpm. A auscultação cardíaca era normal. Foi pedido um hemograma, função renal e hepática que não apresentaram alterações. Fez igualmente um ECG de 12 derivações (Ilustração 1.) o qual apresentava alterações do segmento ST com aparentes sinais de isquemia.



F.C.: 83 bpm
 Duração QRS: 112 ms
 QT/QTc: 412/452 ms
 Intervalo PQ: 175 ms
 Eixo P/QRS/T: 46/35/-31

RELATÓRIO:
 RITMO SINUSAL
 ACENTUADAS ALTERAÇÕES ST & ANOMALIA NA ONDA T.

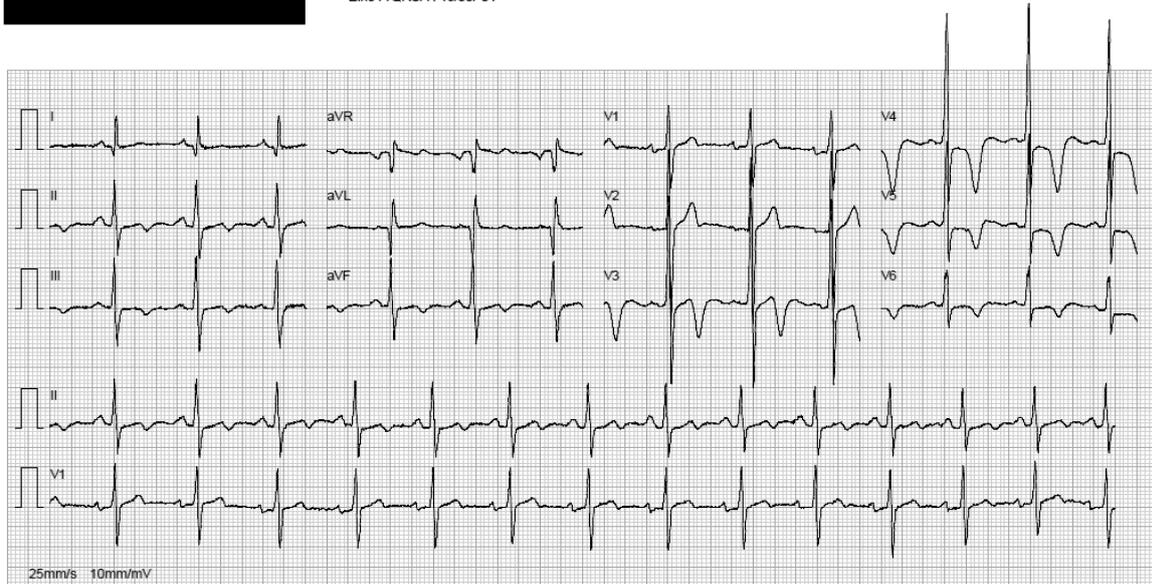


Ilustração 1. ECG simples de 12 derivações

No exame ocasional de seguimento foi pedido ecocardiograma transtorácico (Ilustração 2.) que evidenciou hipertrofia da região septal interventricular basal e média, com dilatação ligeira da aurícula esquerda. Sugerida realização de ressonância magnética (RMN) cardíaca.

Parâmetros - Medições:			
Ao:	33 mm	VE Diast:	53 mm
AE:	42 mm	VE Sist:	31 mm
Vol. AE:	63 ml	Septo:	13 mm
		Parede Post:	9 mm
		Vol.Tel. d. VE:	84 ml
Vol. AD:	31 ml	Massa VE:	270,32 gr
Dimen. AD:	Normal		
		VCI:	12 mm
		VCI Var.Resp.:	Sim
		Função VD:	Conservada
		P.S.A.P.:	25
Função Sistólica:		Função Diastólica:	
Fracção Ecurt:	41,51 %		
Fracção Ejeccao:	62 %		
Função Sist.:	Conservada	Vel. Onda E	8 cm/seg
Pericárdio:	Espessamento: Não	Derrame:	Não
		Trombos:	Não

Relatório:

Segmentos visíveis da aorta torácica de dimensões normais.

Dilatação ligeira da aurícula esquerda. Restantes câmaras cardíacas de dimensões dentro dos limites normais. Hipertrofia dos segmentos médios (14mm) e basais (13mm) do septo interventricular, envolvendo o músculo papilar postero-medial, que tem uma inserção mais apical. Observa-se tendão parasseptal. Sugere-se estudo complementar com RMN cardíaca.

Espessura normal das restantes paredes ventriculares.
 Septos aparentemente íntegros.

Estruturas valvulares sem alterações morfo-funcionais significativas.

Insuficiências mitral e tricúspide mínimas. Pressão sistólica na artéria pulmonar estimada em 20+5 mmHg.

Função ventricular esquerda sistólica globalmente conservada.

Não se observam alterações significativas da contractilidade segmentar em repouso.

Função sistólica do ventrículo direito conservada.

Sem imagens sugestivas de massas intracavitárias ou derrame pericárdico.

Ilustração 2. Ecocardiograma transtorácico

Na RMN cardíaca com contraste de gadolínio demonstrava (Ilustração 3.): “Achados compatíveis com miocardiopatia hipertrófica septal (espessura tele-diastólica máxima de 18 mm), não obstrutiva. Preservação da função sistólica biventricular. Presença de realce tardio sugestivo de fibrose”. Atendendo ao diagnóstico de CMH foi referenciado à consulta de Cardiologia tendo iniciado bisoprolol 5mg. O trabalhador ficou com a sua aptidão profissional condicionada à evicção de esforços vigorosos, nomeadamente transporte de doentes e ao cumprimento do ratio enfermeiro/doente de 1/3 durante a manhã, 1/5 durante a tarde e 1/6 durante a noite”. O ratio de doente por enfermeiro foi decidido segundo as recomendações da Ordem dos Enfermeiros tendo em consideração a especificidade e complexidade dos doentes o profissional assiste⁷.

CENTRO HOSPITALAR DE S. JOÃO, E.P.E.
Unidade de Ressonância Magnética

Ventrículo esquerdo:

Fracção de ejeção - 72% (N: 56,0 - 78%)
Volume tele-diastólico - 143 ml e 72 ml/m² (N: 47,0 - 92,0 ml/m²)
Volume tele-sistólico - 41 ml e 21 ml/m² (N: 12,75 - 30,0 ml/m²)
Volume ejetivo - 102 ml e 52 ml/m² (N: 32,0 - 62,0 ml/m²)
Índice cardíaco - 3,6 l/min/m² (N: 1,7 - 4,2 l/min/m²)
Massa miocárdica - 133 gr e 67 gr/m² (N: 70,0 - 113,0 gr/m²)

Ventrículo direito

Fracção de ejeção - 69% (N: 47,0 - 74,0)
Volume tele-diastólico - 154 ml e 78 ml/m² (N: 55,0 - 105,0 ml/m²)
Volume tele-sistólico - 48 ml e 24 ml/m² (N: 15,4 - 42,9 ml/m²)
Volume ejetivo - 106 ml e 54 ml/m² (N: 32,0 - 64,0 ml/m²)
Índice cardíaco - 3,8 l/min/m² (N: 1,7 - 4,2 l/min/m²)

RELATÓRIO:

Ventrículo esquerdo com volumes normais e função sistólica global conservada (fracção de ejeção de 72%). Não se identificam alterações de relevo da motilidade segmentar. Hipertrofia assimétrica envolvendo os segmentos médio-basais do septo (18 mm de espessura máxima no segmento médio infero-septal) e segmento

apical lateral. Inserção mais apical do habitual dos músculos papilares, contribuindo para a obliteração sistólica da cavidade a nível apical. Não se observam sinais sugestivos de obstrução dinâmica.

Ventrículo direito não dilatado e com contractilidade global conservada.

Dilatação bi-auricular ligeira (AE - 28 cm²; AD - 24 cm²).

Ausência de derrame pericárdico ou pleural.

Não se identificam massas intra-cavitárias.

Nas sequências de ponderação T2 não se observam áreas de hipersinal sugestivas de edema.

Nas imagens obtidas após contraste e identifica-se realce tardio intramiocárdico difuso no segmento médio inferoseptal e realce focal intramiocárdico no segmentos médio-basais infero-septais local de inserção do ventrículo direito.

CONCLUSÃO

Achados compatíveis com miocardiopatia hipertrófica septal (espessura tele-diastólica máxima de 18 mm), não obstrutiva. Preservação da função sistólica biventricular. Presença de realce tardio sugestivo de fibrose.

Ilustração 3. RMN com contraste de gadolínio

DISCUSSÃO

A valorização por parte do médico do trabalho dos sintomas apresentados pelo trabalhador, foi um aspeto determinante para este diagnóstico. Atendendo à gravidade desta patologia (e ao fato do trabalhador manter uma atividade física intensa), o diagnóstico precoce realizado pelo médico do trabalho foi provavelmente life saving. De fato, estudos prévios demonstram que a ação do Médico de Trabalho, possa estar intimamente relacionada com a diminuição da possibilidade de evento cardiovascular, morte súbita ou tromboembolismo associada à CMH, que está descrito em séries de casos em adultos como tendo uma incidência anual de 1-2%⁸.

O cumprimento “*legis artis*” das recomendações clínicas em contexto laboral é parte fundamental da atuação do Médico do Trabalho, permitindo por este meio evitar aparecimento de patologias e descompensações de patologias de base.

Desta forma, a Saúde Ocupacional apresentou uma conduta que apesar de transcender as suas competências base descritas na legislação, foi particularmente importante na salvaguarda da vida do trabalhador.

CONCLUSÃO

A Medicina do Trabalho apresenta um importante papel também no diagnóstico de

patologia cardiovascular, com destaque para a necessidade de complementação do exame clínico com os meios com auxiliares de diagnóstico que permitem valorizar os achados clínicos.

REFERÊNCIAS

- Elliott P. & Andersson B. & Arbustini E. & Bilinska Z. & Cecchi F. & Charron P. & Dubourg O. & Kuhl U. & Maisch B. & McKenna W.J. & Pankuweit S. & Rapezzi C. & Seferovic P. & Tavazzi L. & Keren A. Classification of the cardiomyopathies: a position statement from the European Society Of Cardiology Working Group on Myocardial and Pericardial Diseases. *Eur Heart J* 2008; 29 : 270–276
- Spoladore R. & Maron M.S. & D'Amato R. & Camici P.G. & Olivotto I. Pharmacological treatment options for hypertrophic cardiomyopathy: high time for evidence. *Eur Heart J* 2012; 33:1724–1733.
- Hada Y. & Sakamoto T. & Amano K. & Yamaguchi T. & Takenaka K. & Takahashi H. & Takikawa R. & Hasegawa I. & Takahashi T. & Suzuki J. Prevalence of hypertrophic cardiomyopathy in a population of adult Japanese workers as detected by echocardiographic screening. *Am J Cardiol* 1987; 59: 183–184
- Lipshultz S.E. & Sleeper L.A. & Towbin J.A. & Lowe A.M. & Orav E.J. & Cox G.F. & Lurie P.R. & McCoy K.L. & McDonald M.A. & Messere J.E. & Colan S.D. The incidence of pediatric cardiomyopathy in two regions of the United States. *N Engl J Med* 2003; 348: 1647–1655.
- Nugent A.W. & Daubeney P.E. & Chondros P. & Carlin J.B. & Colan S.D. & Cheung M. & Davis A.M. & Chow C.W. & Weintraub R.G. Clinical features and outcomes of childhood hypertrophic cardiomyopathy: results from a national population-based study. *Circulation* 2005; 112: 1332–1338.
- The Task Force for the Diagnosis and Management of Hypertrophic cardiomyopathy. *Cardiomyopathy of the European Society of Cardiology (ESC): 2014 ESC Guidelines on diagnosis and management of hypertrophic*
- Ordem dos Enfermeiros. Norma para o cálculo de dotações seguras dos cuidados de enfermagem. Assembleia Geral Ordinária, 2014.
- Elliott P.M. & Gimeno J.R. & Thaman R. & Shah J. & Ward D. & Dickie S. & Tome Esteban M.T. & McKenna W.J. Historical trends in reported survival rates in patients with hypertrophic cardiomyopathy. *Heart* 2006;92: 785–791.

A influência dos compostos polares *versus* segurança alimentar na indústria da restauração - Estudo de caso

The influence of the polar compounds *versus* food safety in the catering industry - Case study

Silva, Marisa^a; Oliveira, Paulo^b; Teixeira, Mónica^c; Lopes, Miguel^b; Dinis, Bruno^d

^a MS Consultoria, Penafiel, Portugal

^b CIICESI - ESTG - Politécnico do Porto, Porto, Portugal

^c ULHT, Lisboa, Portugal

^d ETEO - Escola Técnica Empresarial do Oeste, Portugal

ABSTRACT

The fried foods in degraded oils can jeopardize food safety and increase public health problems. With the present research study the aim is to try to study the type of control carried out by catering establishments, belonging to a study sample, geographically located in the northern region of Portugal, in what concerns the formation of polar compounds, which were originated by using high temperatures in the frying process of food. For a statistical treatment of data, the authors used methods of statistical analysis and exploratory studies (statistical software package SPSS 20.0 and statistical correlations), in the search to meet the aims. We can conclude by the obtained results, and taking into account the practices observed by the assessment, that the frying processes were globally safe, so the consumption of these foods didn't put into risk the public health.

KEYWORDS: Hygiene, Food safety, Prevention, Public health

1. INTRODUÇÃO

No processo de fritura de alimentos verifica-se entre outros a existência de diversos perigos, designadamente o perigo químico que também está inerente ao processo de tratamento dos alimentos a altas temperaturas, pela possibilidade de desenvolvimento de compostos polares na gordura utilizada. Com o aparecimento destes que muitas das vezes são tóxicos, vai-se degradando progressivamente o banho de fritura que potencia a elevação do grau do risco de contaminação química do alimento. Uma das medidas para se definir o ponto correto para a substituição do óleo de fritura passa pela análise de quantificação de compostos polares, usada por alguns países da União Europeia (UE), designadamente, Bélgica, Alemanha, França e Suíça, onde permitem o máximo de 25% TPM de compostos polares nos óleos de fritura, tal como em Portugal (Mendonça, 2008).

Segundo a Portaria nº 1135/95 de 15 de setembro uma amostra deteriorada pelo processo de fritura deve ser rejeitada quando o seu teor de compostos polares se encontrar acima de 25% TPM.

Durante o aquecimento do óleo, o processo gera uma série de reações bastante complexas que originam numerosos compostos de degradação, sendo que mais de 400 compostos químicos diferentes têm sido identificados em óleos de fritura deteriorados (Corsini *et al.*, 2002). Deste modo, os alimentos fritos em óleos degradados, podem colocar em causa a segurança alimentar e potenciar problemas de saúde pública.

Com o presente trabalho pretende-se avaliar o tipo de controlo que é efetuado pelos estabelecimentos da indústria da restauração, pertencentes à uma amostra de estudo, localizados geograficamente no Grande Porto na região Norte de Portugal, quanto à formação de

compostos polares originados pelo processo de fritura a elevadas temperaturas dos alimentos.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho baseia-se numa pesquisa e revisão bibliográfica sobre a temática, relativa ao enquadramento legal e técnico-científico, com enfoque nas unidades de produção da indústria alimentar.

Por conveniência de estudo, a amostragem efetuada inclui uma amostra aleatória de 2 estabelecimentos e que estão geograficamente localizados na região norte de Portugal. Estes possuem em fase de implementação o Sistema de Gestão de HSA, mais propriamente designado por *Hazard Analysis Critical Control Point* (HACCP).

Este caracteriza-se também pela aplicação do método instrumental de medição quantitativa com recurso à utilização do controlador de óleos "Testo 270", tendo sido realizados 784 testes aos compostos polares e de verificação da temperatura durante o processo de fritura, nos estabelecimentos em estudo.

Para o tratamento estatístico dos dados recorreu-se a métodos de análise estatística e estudos exploratórios (programa informático estatístico SPSS 20.0 e correlações estatísticas), na procura de se satisfazer o objetivo pretendido.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram efetuados 784 testes de medição nos estabelecimentos em estudo, designados por A e B, sendo que cada estabelecimento possuía duas fritadeiras com termóstato. Através da Tabela 1 pode-se verificar que em ambos os estabelecimentos foi realizado o mesmo número de registos de medição.

Tabela 1: Testes de controlo por estabelecimento

Estabelecimento	Número de testes	%
A	392	50,00
B	392	50,00
Total	784	100,00

Pela Tabela 2, pode-se observar a análise da duração do tempo de fritura nestes estabelecimentos, tendo esta apresentado uma média de $96,10 \pm 1,23$ minutos. O tempo mediano foi de 120 minutos (coincidente com o tempo modal, ou seja, o tempo mais frequente de fritura). Isto significa que pelo menos metade das observações esteve sujeita a um tempo de fritura igual ou inferior a 2 horas. O tempo mínimo de fritura foi de 20 minutos, e o máximo de 240 minutos. Face a este resultado e como proposta de melhoria deve-se evitar ter o equipamento de fritura ligado aquando da sua não utilização no processo de fritura. A degradação do óleo de fritura poderá ser acelerada quando este é aquecido prolongadamente sem alimentos imersos.

Tabela 2: Duração média do tempo por fritura

Minutos	N.º de frituras	%
≤ 50	77	9,80
$> 50 < 120$	202	25,80
≥ 120	505	64,40
Total	784	100,00

Em termos de compostos polares no óleo de fritura houve 108 casos em que foram detetados, e 676 em que não o foram. Das 108 observações em que existia presença de compostos polares no óleo das frituras, a percentagem média obtida foi de 19,88%, enquanto a percentagem mediana foi de 19 %, o que significa que pelo menos metade das observações apresentava uma percentagem inferior a esse valor. Ou seja, no caso dos estabelecimentos de restauração em estudo não houve nenhuma situação em que fosse ultrapassado o valor charneira previsto na lei.

O valor mínimo de percentagem de compostos polares no óleo de fritura foi de 10%, e o máximo de 25%.

Analisando estes valores de outra forma, podemos dizer que apenas 28 das 108 observações, apresentam uma percentagem de compostos polares no óleo de fritura igual ou superior a 25% TPM, conforme se pode observar pela Tabela 3.

Face aos resultados obtidos e como propostas de melhoria, deve-se retirar o excesso de água dos alimentos antes do processo de fritura, porque a água adicional poderá adulterar as características do óleo, reduzindo a sua durabilidade. Bem como adicionar o sal aos alimentos sempre após a fritura, porque se for antes da fritura, uma parte deste pode permanecer no óleo, podendo chegar a altas concentrações, originando alterações das características do óleo, e desta forma potenciarem o aparecimento de compostos polares (Silva, 2014).

A temperatura de fritura foi constante, com o valor de 180° C. Neste caso verifica-se que o funcionamento dos

termóstatos dos equipamentos de fritura, estavam a funcionar de forma adequada.

Tabela 3: Teor de compostos polares no óleo vegetal de fritura por teste

Limite	N.º teste	%
Inferior a 25% TPM	756	96,40
Igual ou superior a 25% TPM	28	3,60
Total	784	100,00

De acordo com a Tabela 4, existiram 53 situações de mudança de óleo o que corresponde a um valor de cerca de metade das 108 deteções de compostos polares no óleo de fritura. Neste caso verifica-se que o número de mudanças de óleo tem uma baixa influência significativa no aparecimento de composto polares, mas por outro lado será relevante eliminar os resíduos de alimentos fritos que ficam no óleo/gordura de fritura o mais regularmente possível, através de filtragem contínua.

Tabela 4: Fases de manutenção do óleo/gordura vegetal

Fase	N.º de vezes	%
Não mudou	731	93,20
Mudou	53	6,80
Total	784	100,00

Em termos do tipo de alimento, em 50,0% dos casos tratou-se de batatas fritas, sendo o peixe corresponde a 36,6% e os salgados a 13,4%, conforme se pode observar através da Tabela 5. Face ao resultado obtido pode-se apontar como principal e provável causa, de entre outras, o excesso do teor de água dos alimentos antes do processo de fritura, porque a água adicional poderá adulterar as características do óleo, reduzindo a sua durabilidade.

Tabela 5: N.º de frituras por tipo de alimento

Alimento	N.º de vezes	%
Batatas	392	50,00
Peixe	287	36,60
Salgados	105	13,40
Total	784	100,00

4. CONCLUSÕES

Concluiu-se com base nos resultados obtidos que: nos estabelecimentos em estudo, o método de controlo da presença de compostos polares utilizado, permitiu assegurar com fiabilidade o cumprimento das exigências regulamentares e legais aplicáveis; Os tempos de fritura mais elevados não correspondem a níveis de ocorrência de compostos polares mais elevados nos óleos de fritura; Uma maior ocorrência da frequência de compostos polares no óleo, esta não ultrapassa o limite legal destes no óleo; O número de mudanças de óleo tem uma baixa influência significativa no aparecimento de composto polares; Quando os estabelecimentos utilizam o óleo para fritar diferentes alimentos, a maior ocorrência de compostos polares é quando se fritam batatas.

No entanto, no geral, a presença de compostos polares mantém-se em níveis aceitáveis para a segurança alimentar. Pode-se concluir pelos resultados obtidos e práticas adotadas, de que os processos de fritura nos estabelecimentos da amostra em estudo eram na generalidade seguros. Pelo que o consumo dos alimentos referidos, não coloca em princípio, a saúde dos consumidores em risco, no que concerne aos compostos polares.

5. REFERÊNCIAS

- Corsini, M. S., *et al.* (2002). Perfil de Ácidos Gordos e Avaliação da Alteração em Óleos de Fritura. Universidade Estadual Paulista e Instituto de Tecnologia de Alimentos: Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos / Centro de Química de Alimentos e Nutrição Aplicada. São Paulo.
- Saguy, S., Dana, D. (2003). Integrated approach to deep fat frying: engineering, nutrition, health and consumer aspects. (pp.143-152). J Food Engineering.
- Silva, M.E.L. (2014). Análise do ponto crítico de controlo (PCC), relativo à medição de compostos polares nos óleos alimentares no processo de fritura, nas unidades de produção da restauração, snacks e pastelaria, consultado em Nov-2014: Link <http://comum.rcaap.pt/handle/10400.26/13939>.
- Mendonça, M. A. (2008). Efeito do binómio tempo /temperatura sobre a fracção lipídica de óleos vegetais submetidos a processos de fritura, dissertação de mestrado. Universidade de Brasília, Brasil.

Estudo da aplicabilidade das medidas de autoproteção previstas na regulamentação de segurança contra incêndio em edifícios numa estação de tratamento de águas residuais - Caso prático

Study of the applicability of self-protection measures envisioned in the fire safety regulation in buildings in a wastewater treatment plant - Practical case

Moreira, Hilário ^a; Oliveira, Paulo ^b and Mota, Luísa ^b

^a ESTG - Politécnico do Porto, Porto, Portugal

^b CIICESI - ESTG - Politécnico do Porto, Porto, Portugal

ABSTRACT

The present study is based on the fact that Self-Protection Measures are considered a fundamental instrument for guaranteeing the safety of people and equipment. Its main objective is the study of the applicability of the self-protection measures foreseen in the Safety and Health Regulations (SCIE) applied in the context of the Wastewater Treatment Plant. It was created and applied a checklist for the verification of the Technical Regulation (SCIE), and through this instrument we verified the existing conditions, based on the applicable legislation in terms of fire safety. During the application of this verification tool, two legal nonconformities were detected, namely the lack of fire doors and the lack of horizontal access ways that allows reversing maneuvers to fire-fighting cars, in case of emergency. Facing these problems it was developed an Internal Security Plan (PSI) and we concluded that the complies with the legal requirements applicable to SCIE, in general. However, it is recommended as future improvement the effective implementation of the proposed PSI and the regularization of detected nonconformities.

KEYWORDS: Fire safety; Self-protection measures; Regulation; Sewage treatment plant

1. INTRODUÇÃO

O fogo, tal como refere Majdalani *et al.*, (2016), é uma reação química exotérmica controlada no tempo e no espaço entre uma substância combustível e um comburente, representando um tipo de queima.

Falar de fogo impõe que se sublinhe a distinção que separa este da chama. Segundo Borges *et al.*, (2016), esta última é uma manifestação visível da reação química fogo, ou seja, é a combustão flamejante do fogo.

Assim, o incêndio poderá ser entendido como um fogo que se prolonga no espaço e no tempo e que são alimentados por matéria combustível diferente e têm início por causas diferentes (Cruz Núñez *et al.*, 2014).

Os incêndios nas Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) são frequentes, por via das características da atividade que nelas se desenvolve (Santos, 2008), pelo que importa ter em conta um leque de medidas de prevenção que concorram para a minimização dos riscos de ocorrência destes incidentes e também considerar medidas de combate aos incêndios que sirvam para a sua rápida eliminação.

De facto, a prevenção parece ser o melhor meio para evitar e reduzir ao mínimo os riscos e a possibilidade de perdas materiais e humanas avultadas pelo que importa que desde o momento de planeamento da construção destes equipamentos e infraestruturas, sejam considerados todos os ditamos da Portaria n.º 1532/2008, de 29 de dezembro, que aprova o Regulamento Técnico de Segurança contra Incêndio em Edifícios (SCIE).

Assim, e com vista a avaliar a aplicabilidade das Medidas de Auto Proteção (MAP) previstas na Regulamentação de SCIE, em recinto industrial, efetuou-se um estudo no contexto de uma ETAR, com o objetivo principal de se dotar o edifício desta de um nível de

segurança mais eficaz, sensibilizando-se para a necessidade de se conhecer e rotinar procedimentos de autoproteção a adotar por parte de todos os ocupantes do edifício e corresponsabilizar os mesmos no cumprimento dos procedimentos de segurança, face à legislação específica vigente aplicável.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia levada a cabo é de cariz qualitativo e compreendeu fases de realização distintas, sendo que primeiramente foram consideradas todas as especificidades do setor de atividade em análise. Foram avaliadas e descritas todas as instalações da ETAR em estudo e da sua envolvente, num processo de levantamento das condições internas e externas existentes, bem como a capacidade de resposta das mesmas em situações de emergência. Foram também calculados/ analisados os tipos de utilização e a respetiva categoria de risco.

De seguida, e numa fase posterior do estudo, foi aplicada uma *check-list* para verificação da conformidade das exigências do RT - SCIE, e para se aferir as não conformidades legais existentes, tendo por base a legislação específica aplicável em termos de segurança contra incêndios.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após o procedimento de verificação da Portaria n.º 1532/2008 de 29 de dezembro, deu-se conta da existência de condições de segurança e acessibilidade à estrutura em análise e também se verificou a existência de segurança nas acessibilidades às fachadas. Os critérios de segurança são plenamente compatíveis. No entanto, no que concerne às vias de acesso ao edifício com altura não superior a 9

metros e a recintos ao ar livre, ainda que sejam aplicáveis os articulados previstos na Portaria, não estão em cumprimento, pelo que, com vista a colmatar esta lacuna foi empreendida a medida corretiva de instalação de uma boca de alimentação junto à entrada da ETAR, ligada a bocas de incêndio de segunda intervenção ao longo do recinto.

No artigo relativo à proteção de vãos interiores, destaca-se o facto de ser aplicável, mas não estar em cumprimento a necessidade de existência de dispositivos de fecho das portinholas de acesso a ductos de isolamento, pelo que foi implementada a medida de proteção de aplicação de portas corta-fogo no edifício industrial de processo e no de tratamento terciário, nos locais de risco C.

Quanto aos aspetos da Portaria n.º 1532/2008 de 29 de dezembro que dizem respeito direto ao assunto em estudo, relativamente ao Controlo de Fogo, nos seus aspetos gerais, todos os itens aplicáveis, a saber: Segurança; Métodos de controlo de fumo; Exigências de estabelecimento de instalações de controlo de fumo; Localização das tomadas exteriores de ar e das aberturas para a descarga de fumo; Características das bocas de ventilação interiores; Determinação da área útil de exutores de desenfumagem e comando das instalações, estão todos em cumprimento. Verificou-se também que é acautelado o controlo da desenfumagem passiva e ativa e também o controlo por sobrepressão. Os resultados demonstram que os meios de primeira e segunda intervenção aplicáveis estão em cumprimento. Desta análise comparativa entre a ETAR de Fornos e a Portaria n.º 1532/2008 de 29 de dezembro pode-se referir a drenagem de águas residuais de extinção de incêndios, em que todos os itens são aplicáveis, nenhum está em cumprimento, pois não existem ralos e caleiras de recolha, nem ressaltos nos acessos, nem fossas de retenção e, uma vez que estas não existem, não é possível obedecer ao preceito legal de limpeza das fossas.

Também ao nível das condições gerais de autoproteção foram detetados vários incumprimentos, sendo que, no enquadramento dos critérios gerais, se verificou que não existe um plano de MAP.

Através do cruzamento das observações diretas levantadas e dos itens estipulados pela Portaria n.º 1532/2008 de 29 de dezembro, foi possível determinar que as instalações de desenfumagem não estão em funcionamento o que pode constituir perigo de intoxicação. Cumpre no entanto, registar que as mesmas não são obrigatórias e que esta lacuna é colmatada pelo controlo de fumo, tanto nas vias horizontais como nas vias verticais de evacuação, tal como determina o Decreto-Lei n.º 220/2008 de 12 de novembro.

Outra observação/resultado obtido considerado importante, foi o facto dos meios de primeira intervenção corresponderem ao conjunto previsto na lei, o que denota uma preocupação primária dos responsáveis pela construção e gestão do espaço, com a possibilidade de ocorrência de incêndios e a melhor forma de os evitar, bem como a sua propagação. É de resto, por se considerar a importância da delimitação das chamas ao menor

espaço e tempo possível, que também se acautelaram os meios de segunda intervenção.

Os sistemas fixos de extinção automática por água não estão em cumprimento, mas não são obrigatórios.

Para além destas observações/resultados que se entende referenciar, destacam-se duas não conformidades que podem colocar em risco vidas humanas ou impedir a rápida intervenção em caso de incêndio, conforme se pode observar pelas Figuras 1 e 2. A Figura 1 reporta-se à questão das vias de acesso aos edifícios de exploração e do tratamento terciário que, claramente, estão afastadas das disposições legais previstas nos pontos 3 e 4 do artigo 4.º da Portaria n.º 1532/2008 de 29 de dezembro.



Figura 1: Via externa de acesso aos edifícios de exploração (Fonte: p.p.)

Pela verificação “*in loco*” pode-se constatar que esta via não tem 7 metros de largura, o que não permite que um veículo pesado de combate ao fogo possa fazer uma manobra de inversão de marcha. Em contrapartida seria aconselhada a construção de uma rotunda ou de um entroncamento, para que a referida manobra de condução fosse possível. Assim, a única solução é a realização do percurso em marcha-atrás, ou seja, 30 metros em sentido de inversão de marcha. Este facto pode incorrer em graves perigos aquando de uma situação real de incêndio. Tendo em consideração a importância que foi sendo dada ao longo da história às vias de acesso e à questão da acessibilidade dos meios de socorro aos locais de incêndio, esta falha ou incongruência, é ainda mais explícita.

Já a segunda, encontra-se no interior do edifício de Utilização-tipo (UT) XII, já que as portas existentes não são corta-fogo (E 30C) e, portanto, não cumprem com os artigos 35º e 36º da Portaria n.º 1532/2008 de 29 de dezembro, conforme se pode observar pela Figura 2.

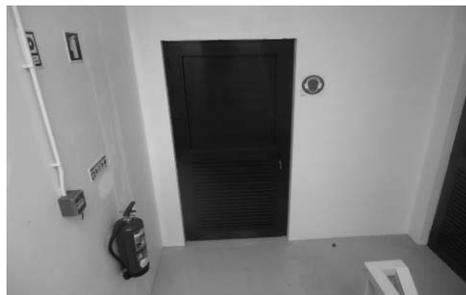


Figura 2: Porta de acesso à via interna horizontal de evacuação no edifício de apoio (Fonte: p.p.)

Estes serão então os dois aspetos mais relevantes a ter em consideração no contexto das MAP, sendo que as medidas de melhoria propostas foram aplicadas pela empresa de imediato, no âmbito do funcionamento da ETAR e que servem também para complementar as falhas identificadas.

Por fim, importa realçar que segundo Pinheiro (2012), os responsáveis dos estabelecimentos/ edifícios, públicos ou particulares devem providenciar um conjunto de ações e medidas adotadas com os seus próprios meios e recursos, dentro do âmbito das suas competências, tendo como objetivos prevenir e controlar os riscos sobre as pessoas e os bens, dar uma resposta adequada às possíveis situações de emergência e garantir a integração destas atuações no sistema nacional de proteção civil.

4. CONCLUSÕES

Pode-se concluir, pelos resultados obtidos, que a ETAR em estudo, como todas as suas congéneres, é uma infraestrutura de tratamento de águas residuais que, por via da natureza da sua atividade, incorre num risco elevado de ocorrência de incêndios, facto que vem corroborar através da opinião expressa por Santos (2008).

Ao longo do estudo efetuado e com base nos resultados/observações obtidas, foi possível também concluir que as MAP previstas na regulamentação de SCIE numa estação de tratamento de águas residuais são de extrema importância para garantir a segurança das pessoas que trabalham nestas estruturas, daquelas que se encontram nas proximidades e de toda a comunidade envolvente, sem esquecer os bens materiais. Constatou-se ainda que na ETAR as vias de circulação automóvel não têm sete metros de largura o que impede manobras de inversão de marcha a veículos pesados de combate às chamadas. É certo que a dimensão da via se prende com a natureza e morfologia do terreno onde a ETAR foi construída, pois este não permitiu uma maior disponibilidade de espaço para alargamento, mas em boa verdade a dimensão não corresponde ao que a legislação prevê, pelo que esta via de acesso não está em conformidade.

Cientes desta problemática sugeriu-se, em alternativa ao aumento da largura da estrada ou construção de uma rotunda, que se mostraram impraticáveis dada a escassez de espaço, que fosse colocada uma coluna seca para uso exclusivo dos Bombeiros, junto à entrada da ETAR, bocas de incêndio ao longo do recinto e nos locais a que o acesso é mais difícil para que o combate a eventuais ocorrências de incêndio se possa proceder de forma rápida e sem a necessidade de entrada de viaturas dos bombeiros no local.

Uma outra desconformidade encontrada, está relacionada com a não existência de portas corta-fogo. A descoberta desta segunda falha deu origem à sugestão/proposta de melhoria apresentada e que visa a substituição das portas das cabines de eletricidade por equipamentos do tipo E 30C.

A partir do projeto desenvolvido, conclui-se que é importante precaver contra a ocorrência de incêndios, e por isso, importa que seja delineado um Plano de MAP

que garanta a organização e a gestão da segurança das estruturas e das pessoas. Assim garante-se a organização dos recursos para prevenção ou resposta às situações de emergência e socorro, devendo a organização do sistema de segurança da ETAR ser reforçada com ações de formação, onde se incluam simulacros que visem preparar as pessoas para agir em caso de incêndio.

5. REFERÊNCIAS

- Borges, Sílvia Laine, Eloy, Ludivine, Schmidt, Isabel Belloni, Barradas, Ana Carolina Sena, & Santos, Ivanilton Almeida. (2016). Fire management in veredas (palm swamps): new perspectives on traditional farming systems in Japan, Brazil. *Ambiente & Sociedade*, 19(3), pp. 269-294.
- Cruz Núñez, Xóchitl, Villers Ruiz, Lourdes, & Gay García, Carlos. (2014). Black carbon and organic carbon emissions from wildfires in Mexico. *Atmosfera*, 27(2), pp.141-163.
- Majdalani, J.E. Cadena, A. Cowlard; F. Munoz, J.L. Torero. (2016). Experimental characterisation of two fully-developed enclosure fire regimes. *Fire Safety Journal*, vol. 79, pp.10-19.
- Ministério da Administração Interna. (2008). Portaria n.º 1532/2008, de 29 de dezembro. *Diário da República (DR)*, pp. 9050 - 9127.
- Ministério da Administração Interna. (2008). Decreto-Lei n.º 220/2008 de 12 de novembro. *DR*, pp. 7903 - 7922.
- Ministério da Administração Interna. (2015). Decreto-Lei n.º 224/2015, de 9 de outubro, *Diário da República*, pp. 8740 - 8774
- Pinheiro, J. (2012). *Medidas de Autoproteção de Segurança Contra Incêndio em Edifícios*, (Vol.1) - Organização Geral, Ed. ANPC.
- Santos, L. (2008). *Interpretação da OHSAS 18001 - Sem acidentes*, SGS ICS Portugal, Lisboa.

Boas Práticas de Segurança e Saúde Ocupacionais - Atividade de Bombeiro

Occupational Safety and Health Good Practices - Firefighter Activity

Costa, João ^a; Oliveira, Paulo ^b; Teixeira, Daniela ^c and Lopes, Miguel ^b

^a IN Formação | INRH e Associação Humanitária dos Bombeiros Voluntários de Viatodos, Portugal

^b CIICESI - ESTG - Politécnico do Porto, Porto, Portugal

^c ESTG - Politécnico do Porto, Porto, Portugal

ABSTRACT

Occupational safety is a cross-cutting theme in many areas and sectors, increasingly it has assumed a fundamental role and strategic position of organizations and contributes decisively to the success of any company or institution. The professional activity of the firefighter presents a continuous risk that is very evident in the various functions performed. Often, associations or other bodies holding fire brigades, end up devaluing occupational safety and health. In this project, the survey and description of the main activities of the firefighters were carried out, describing the associated hazards and risks, as well as the individual protection equipment appropriate to the different tasks. With this, a proposal was made to organize safety, health and hygiene activities at work. The main objective of the project is the description of good practices so that fire brigade entities, as well as those responsible, can adopt to eliminate or mitigate some patent occupational hazards.

KEYWORDS: Safety, Prevention, Health, Firefighter, Risks

1. INTRODUÇÃO

Os bombeiros estão expostos a vários fatores de risco, que muitas vezes culminam em acidentes de trabalho graves. A atividade do bombeiro, além de uma profissão, reveste um forte sentido de missão. O nível de exigência desta missão justificaria o enquadramento da mesma como profissão de risco e uma das mais stressantes do mundo. Reafirma-se o mencionado anteriormente, porque se trata de um desígnio de todos os responsáveis pela área, *“A Segurança Operacional dos Bombeiros, pelas razões inerentes ao trágico verão deste ano, é um tema essencial para avaliar, produzir conhecimento e disseminar boas práticas, quer no presente quer no futuro de forma contínua. Esta é uma área de investimento fundamental para que num ato de melhoria contínua se possa prestar socorro de qualidade, garantindo assim a segurança de todos os intervenientes diretos ou indiretos nas ações de socorro.”* (Núcleo de SST, da Direção Nacional de Bombeiros – ANPC, 2013).

Neste projeto foram analisadas as diversas atividades/tarefas/missões do profissional bombeiro, bem como os riscos a que estão expostos no desempenho das mesmas. Através desta análise pretende-se descrever boas práticas nas áreas em que se destaca a atividade do bombeiro: Segurança rodoviária (condução de veículos de emergência); Transporte de doentes não urgentes; Emergência pré-hospitalar; Salvamento e desencarceramento; Saúde ocupacional do bombeiro.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O projeto foi desenvolvido na Associação Humanitária dos Bombeiros Voluntários de Viatodos, foi fundada a 17 de dezembro de 1982. Além de ser detentora de um corpo de bombeiros, mantém uma atividade contínua e muito ativa no setor social, tendo um centro de dia, apoio domiciliário, cantina social e lavandaria social, sendo reconhecida como Instituição Particular de Solidariedade Social.

Os bombeiros estão sujeitos a inúmeros riscos/fatores de risco laborais (Santos M., 2015). Mesmo existindo estes riscos a cultura de segurança e saúde no trabalho (SST), não tem tido grande atenção por parte da Associação Humanitárias de Bombeiros Voluntários. Para o desenvolvimento deste projeto executaram-se as seguintes fases: Pesquisa e análise bibliográfica; Caracterização da entidade em estudo; Recolha e análise de dados estatísticos, através da base de dados da ANPC, ENB e entidade em estudo; Análise das diversas atividades dos operacionais do corpo de bombeiros, designadamente com a identificação dos principais perigos e riscos ocupacionais associados com recurso à metodologia simplificada de avaliação de riscos ocupacionais (MSARO) tendo por base estudos anteriores e por fim a apresentação de boas práticas (medidas de proteção e prevenção) para as diversas atividades desenvolvidas pelos bombeiros.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A SST, deve ter um papel de destaque em qualquer empresa/instituição e deverá assentar a sua política de trabalho em atividades de cariz pró-ativo, podendo o seu trabalho ser valorizado e surtir maior efeito. Muito embora o risco esteja presente em qualquer profissão, a pluralidade de atividades de socorro que os bombeiros desempenham em condições e ambientes hostis sujeitos, de forma muito singular, a riscos: biológicos, que podem estar presentes nas operações de desencarceramento; químicos, pela inalação de ar quente e/ou produtos da combustão; físicos pelo colapso de tetos, telhados e paredes; ergonómicos, no transporte de doentes; psicossociais, presentes na constante alternância entre períodos calmos e períodos de grande agitação. Estes riscos lesam a saúde do bombeiro e podem causar a morte (Sousa, F. 2015). Devido ao ambiente em que os bombeiros desempenham as suas missões, é necessário que possuam vestuário e equipamento de proteção

individual (EPI) adequado à sua missão. Se estes forem utilizados corretamente, os acidentes pessoais podem ser reduzidos ou mesmo evitados. Contudo, o facto de existirem bons equipamentos e vestuário de proteção, não garante, por si só, a segurança (Guerra, A, 2005).

2.1. Segurança Rodoviária

Os Bombeiros realizam as suas tarefas, na sua maioria, fora das instalações do quartel, o que implica uma contínua movimentação em veículos. Grande parte dos serviços efetuados são levados a cabo, circulando em marcha de urgência, desta forma, o bombeiro (condutor) está exposto a uma pressão e stress bastante elevada, pois tem o objetivo de chegar o mais rápido possível ao local da ocorrência.

Como principais medidas de engenharia /organizacionais a adotar para a segurança rodoviária destaca-se: Elaboração de uma *check list* de verificação do veículo (estado de pneus, níveis de óleos, luzes, entre outros); Limpeza e desinfeção periódica dos veículos; Formação atualizada e contínua em condução defensiva e condução fora de estrada; Obrigatoriedade por ordem de serviço de utilização de cintos de segurança; Parar a ambulância, quando for necessário avaliar ou prestar algum tipo de cuidado à vítima e entre outras.

2.2. Boas práticas em emergência pré-hospitalar

Em Portugal, desde o ano de 1981, foi implementado o SIEM – Sistema integrado de emergência médica, composto por um conjunto de entidades (Polícia de Segurança Pública, Guarda Nacional Republicana, o Instituto Nacional de Emergência Médica, os Bombeiros, a Cruz Vermelha Portuguesa, Hospitais e Centros de Saúde) que cooperam com um objetivo: prestar assistência às vítimas de acidente ou doença súbita. Os bombeiros, veem-se confrontados com situações em que os mesmos podem pôr em perigo não só a sua integridade física, mas também a saúde pessoal. Perante tal é necessário que seja feita uma análise criteriosa e tanto quanto possível alargada com a finalidade de detetar patologia daquele tipo no sentido de uma avaliação e monitorização clínica tendente a uma otimização na normalização da situação clínica (Campos, P. Bandeira, R. Leão, R. Gandra, S. 2016). Assim, foi efetuada uma avaliação do posto de trabalho do Bombeiro, no âmbito da atividade de emergência, tendo-se identificado os seguintes riscos ocupacionais: Stress psicológico; Vibrações; Fadiga generalizada (mental e muscular); Risco biológico (contaminação através da utilização de equipamentos contaminados com fluídos corporais, sangue, urina, vômito); Risco Psicossocial; Risco Ergonómico; Pressão temporal e familiar;

Como principais medidas de engenharia/organizativas destaca-se: Escolher materiais e equipamentos ergonómicos, seguros e confortáveis; Conceção de um melhor isolamento térmico; Adoção de iluminação adequada na célula sanitária da ambulância e no exterior do veículo; Adoção de EPI de qualidade, confortáveis e térmicos; Rotação de equipas/tarefas; Arrumação de todo o equipamento em locais de fácil acesso e devidamente

fixados; Implementar um plano de manutenção periódica de equipamentos; Implementação de um plano de limpeza, desinfeção e esterilização dos veículos e equipamentos; Escolha de produtos descartáveis em detrimento dos laváveis; Ministar ações de sensibilização sobre ergonomia; Colocação de cintos de ombros nas vítimas; Colocação de sistemas de anti-capotamento nas macas e entre outras.

2.3. Boas práticas em Salvamento e desencarceramento

Define a Escola Nacional de Bombeiros que, encarcerado é toda a pessoa que, tendo sofrido um acidente, se encontra confinada a um espaço do qual não poderia sair pelos seus próprios meios, quer devido a lesões sofridas quer por estar preso pelos materiais envolventes. Os Bombeiros têm de efetuar as operações de salvamento assegurando que além de salvar as vidas das vítimas, também garante a sua qualidade de vida. Nesta tarefa o bombeiro encontra-se exposto aos seguintes riscos ocupacionais; Vibrações; Stress psicológico; Pressão temporal; Visibilidade reduzida; Exposição a condições atmosféricas adversas; Queda de objetos; Queda em altura; Rebentamentos de sistema hidráulico; Contacto com superfícies cortantes; Atropelamento; Abalroamentos; Ergonómicos;

As principais medidas de engenharia/organizativas a adotar nesta tarefa são: Escolher equipamentos ergonómicos e seguros; Predispor os equipamentos em locais de fácil acesso; Rotatividade de tarefas; Implementação de um programa de educação física; Colocação de uma arca térmica, com água potável e barras energéticas; Proteção dos pontos cortantes, Colocação de proteção contra airbags; Utilização de EPI (Fato de proteção; Capacete com viseira; Botas; Luvas de trabalho em *kevlar* (anticorte); Utilização de luvas descartáveis por baixo das luvas de trabalho; Óculos de Proteção; Mascara).

2.4. Saúde ocupacional do Bombeiro

Nas últimas décadas, ocorreram mudanças significativas na natureza do trabalho e nos postos de trabalho, bem como na economia das organizações, sendo dada prioridade ao ser humano como trabalhador, à qualidade de vida no trabalho e à segurança e saúde no ambiente laboral. (Lucas, 2004). Segundo o Programa Nacional de Saúde Ocupacional, 2013-2017, a Saúde Ocupacional também denominada como SST tem como principais objetivos a prevenção de riscos profissionais e a prevenção da saúde do trabalhador, garantindo ambientes de trabalho saudáveis que evitem ou minimizem a exposição profissional a fatores de risco, suscetíveis de comprometer a saúde do trabalhador, assegurem uma elevada qualidade de vida no trabalho, e permitam alcançar níveis elevados de conforto, saúde e bem-estar físico, mental e social. Para que tal seja possível devem ser consideradas estratégias de identificação, avaliação e controlo dos riscos existentes no local de trabalho, ou deles emergentes, de ações de vigilância da saúde dos trabalhadores e de promoção da saúde no seu local de trabalho. (PNSO, 2013-2017).

“Um ambiente de trabalho saudável é aquele em que os trabalhadores e os gestores colaboram para o uso de um processo de melhoria contínua da proteção e promoção da segurança, saúde e bem-estar de todos os trabalhadores e para a sustentabilidade do ambiente de trabalho...” (OMS, 2010).

Face à panóplia de riscos a que estes profissionais estão diariamente expostos é necessário refletir se os requisitos previstos na legislação em vigor, relativos à promoção e vigilância de saúde estão a ser cumpridos. A entidade empregadora deve, promover a realização de exames de saúde adequados a comprovar e avaliar a aptidão física e psíquica do trabalhador para o exercício da sua atividade, assim como a repercussão desta e das condições em que é prestada na saúde do mesmo (Lei 102/2009, de 10 de setembro). A formação é outra componente importante a desenvolver pela Saúde Ocupacional, e de certo modo está relacionada com a Promoção da Saúde. A este nível temas como: esclarecimentos sobre utilização de EPI, cuidados a ter em casos especiais (contacto com doentes com Gripe A, SIDA, Tuberculose), referenciação de casos especiais (maus-tratos, violência doméstica, etilismo, entre outros), gestão de conflitos e stress devem ser trabalhados, sendo que por exemplo também pode ser recolhido junto dos colaboradores outros temas de interesse.

4. CONCLUSÕES

As empresas têm como seu principal objetivo o lucro, estando a função do técnico de segurança no trabalho um pouco comprometida, pois muitas vezes é vista como uma obrigatoriedade legal e como uma despesa. Desta forma o técnico de segurança tem que conseguir ir além das obrigatoriedades legais, mostrando os verdadeiros benefícios, da implementação de sistemas de prevenção, segurança e higiene no trabalho. Transpondo a questão para Associações Humanitárias de Bombeiros Voluntários, o problema é acrescido, pois os seus fins não são lucrativos, sendo que questões simples, como o uso de EPI, não são cumpridas. Os Bombeiros de Viatodos têm à disposição o EPI de combate a incêndios florestais, sendo um bom indicador, no entanto insuficiente, em termos de proteção e prevenção.

Existem barreiras que têm de ser ultrapassadas por parte da Associação em estudo, destacando-se: Mentalidade assente no paradigma de que o investimento na SST se traduz em despesa; Limitações financeiras da associação de bombeiros; Não valorização e falta de interesse para as questões de SST por parte de Comandos e direções das associações de bombeiros voluntários; Falta de sensibilidade para esta matéria; Cultura de facilitismo e entre outros aspetos. Por fim, destaca-se como ponto positivo atribuição de um prémio de boas práticas pela ANPC, referente à segurança e saúde ocupacional nos corpos de bombeiros, sendo esta medida ainda insuficiente, mas sem dúvida um grande ponto de partida para a valorização desta matéria no seio destes.

5. REFERÊNCIAS

- Campos, P. Bandeira, R. Leão, R. Gandra, S. Patologia (2016), Infeciosa ocupacional em bombeiros. Territorium 23.
- Ferreira, C. Serra, G. Parola, J. Reis, J. Lourenço, L. Correia, S. (2002) Manual de combate a incêndios florestais. Escola Nacional de Bombeiros, Sintra.
- Guerra, A. (2005), Segurança e Proteção Individual. 2ª Ed., revista e atualizada. Escola Nacional de Bombeiros, Sintra.
- Lei n.º 102/2009, de 10 de setembro, Regime Jurídico da Promoção da Segurança e Saúde no Trabalho, Assembleia da República, Diário da República, 1.ª Série N.º 176, 10 de Setembro de 2009.
- Lucas, A. (2004), Processo de Enfermagem do Trabalho: A sistematização da assistência de enfermagem em saúde ocupacional. 1ª Ed. São Paulo: Iátria.
- Núcleo de Segurança e Saúde, da Unidade de Apoio ao Voluntariado, da Direção Nacional de Bombeiros – ANPC (2013), com o contributo da Escola Nacional de Bombeiros.
- Organização Mundial da Saúde (2010), Ambientes de trabalho saudáveis: um modelo para ação: para empregadores, trabalhadores, formuladores de política e profissionais. OMS; tradução do Serviço Social da Indústria, Brasília: SESI/DN.
- Santos M. Almeida A. (2015), Principais riscos e fatores ocupacionais associados aos bombeiros, eventuais doenças profissionais e medidas de proteção recomendadas, RPSO.
- Sousa, F. (2015), Saúde no trabalho: A realidade de quem socorre, dissertação de mestrado em enfermagem de saúde comunitária. IPVC.

Exposição Ocupacional a Fungos: um Estudo de Caso na Indústria Transformadora da Cortiça

Occupational Exposure to Fungi: A case study in the Cork Industry

Ricardo Rocha¹, Maria Paula Neves¹, Mariana Girão², M. Fátima Carvalho², Rui S. Oliveira³ and Joana Santos⁴

¹School of Health, Polytechnic Institute of Porto

²CIIMAR - Interdisciplinary Centre of Marine and Environmental Research

³School of Health, Polytechnic Institute of Porto; University of Coimbra

⁴School of Health, Polytechnic Institute of Porto

ABSTRACT

Occupational exposure to fungi in the cork industry is responsible for several respiratory problems and can be influenced by factors such as automation level of the production process, type of ventilation, storage conditions and cooking times of cork boards. Thus, the main objective of this study was to evaluate and identify fungal species existing in the air and surfaces of slicing and punching workplaces in cork small and medium-sized companies (SMEs). Air and surfaces samples were collected in five cork SMEs, included a total of eighteen workplaces. The collection of pure fungal colonies and their respective isolation was performed by plaque scoring technique, and DNA extraction, followed by the PCR technique and sequencing. The fungi identified were *Penicillium glabrum* and *Neurospora* spp. Improve the ventilation and storage conditions, as well as increase automation level of the production can reduce the risk of occupational exposure in SMEs.

KEYWORD: small and medium-sized companies, fungal contamination, exposure, slicing, punching

1. INTRODUÇÃO

Portugal possui a maior área do mundo de montado de sobreiro, sendo a cortiça (casca do sobreiro) um recurso aproveitado para transformação por 670 empresas, que empregam cerca de 9000 trabalhadores (APCOR, 2016). A indústria portuguesa da cortiça é dividida por quatro subsectores: a preparação das pranchas de cortiça, a transformação da prancha de cortiça numa rolha natural, a granulação e a aglomeração (CTC, 2001). A fabricação de rolhas de cortiça natural é a maior atividade das empresas da indústria transformadora de cortiça (APCOR, 2015). Os processos de rabaneação e brocagem são processos integrantes na indústria transformadora para a obtenção de uma rolha de cortiça natural (CTC, 2001; Figueiredo, Fernandes, Limpo, Gil, & Maurício, 2001).

A preocupação relacionada com a exposição dos trabalhadores a fungos e poeiras de cortiça durante os processos de transformação da cortiça tem levado ao desenvolvimento de alguns estudos, ainda escassos, no sentido de quantificar e identificar espécies presentes no ar e superfícies destes ambientes de trabalho (Oliveira et al., 2003; Viegas, Faria, Sabino, & Gomes, 2015), e que podem levar ao desenvolvimento de doenças profissionais. Os géneros e espécies de fungos mais comuns nestes ambientes de trabalho são o *Penicillium* spp., *Mucor* spp., *Trichoderma* spp., *Cladosporium* spp., *Aspergillus glaucus* (CTC, 2001; Santos, Bragança, & Casimiro, 2005). A incidência de problemas respiratórios, como a Asma Ocupacional e a Suberose nos trabalhadores da indústria da cortiça é, geralmente, atribuída à dispersão e, conseqüente, inalação de esporos de bolor e poeiras de cortiça que pode ocorrer durante o corte das placas, após a fase de maturação da cortiça. A espécie *Penicillium glabrum* tem sido referida como responsável pela Suberose, que se manifesta como um

Alveolite Alérgica Extrínseca (AAE) (Delgado et al., 1996).

O presente estudo teve como principal objetivo avaliar e analisar a exposição ocupacional a fungos em postos de trabalho de rabaneação e brocagem em pequenas e médias empresas do setor da indústria transformadora da cortiça.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Amostra

O estudo desenvolvido foi aplicado em 5 indústrias transformadoras de cortiça do concelho de Santa Maria da Feira (Aveiro, Portugal). As medições foram realizadas entre o fim do mês de maio e o início do mês de junho de 2017. As amostragens foram realizadas nas tarefas de rabaneação e brocagem de cortiça, por serem os locais que produzem mais poeiras de cortiça (Basílio, Gaspar, Pereira, & San Romão, 2006; Winck & Delgado, 2000). No total foram avaliados 18 postos de trabalho das empresas em estudo correspondendo a 18 trabalhadores. Foram registadas as condições gerais das empresas e as condições relativas às características da cortiça, nomeadamente, a sua origem, o dia da sua cozedura, bem como o tempo e a temperatura.

2.2 Instrumentação

A colheita de ar para a quantificação de microrganismos foi realizada através do amostrador de ar MAS-100 da *Merck Millipore* (Alemanha). Os parâmetros térmicos foram recolhidos através do equipamento de leitura direta IAQ-CALCTM- Modelo 8762. Para a identificação molecular dos fungos foram usados os equipamentos: termociclador *Veriti*TM de 96 poços, PN 4375786 (EUA) na fase de PCR; para obter as imagens no gel de agarose da fase da eletroforese usou-se

o equipamento Gel Doc™ XR+ da *Bio Rad* (170-8195) (EUA).

2.3 Amostragem e análise laboratorial

As amostragens de ar para a quantificação de microrganismos viáveis tiveram por base o procedimento NIOSH n.º 0800. O volume de ar amostrado foi de 50 L e o meio de cultura utilizado foi *Rose Bengal Caf Agar* (RBCA). Após a seleção dos locais a avaliar, procedeu-se à monitorização da temperatura do ar e humidade relativa do ar. Para a amostragem das superfícies de trabalho dos postos de rabaneação e brocagem e das pranchas de cortiça colocadas junto a estes postos foram realizados esfregaços com uma zaragatoa estéril. As amostras foram depois transportadas para o laboratório e incubadas durante 5 dias a $\pm 25^{\circ}\text{C}$. Os parâmetros térmicos foram recolhidos a uma altura de $1.5\pm 0.5\text{m}$ acima do chão, a uma distância de 0.5m da parede e estabilizado durante 5 minutos, junto aos postos de trabalho em estudo. Depois do período de incubação, procedeu-se à contagem das colónias e ao cálculo de UFC/m³. Posteriormente, foram isoladas as colónias com morfologia mais frequente nas amostras de ar e superfícies. A identificação molecular dos fungos contemplou três fases principais, que são: extração do ADN; PCR; sequenciação. Retirou-se uma porção de uma colónia para extração do ADN usando o kit E.Z.N.A® Bacterial DNA Kit (WHR; Omega–Bio tek, modelo: D3350-02, EUA), seguido o protocolo do referido kit. Seguidamente, realizou-se a técnica de PCR com os *primers* específicos para fungos: ITS 1 e ITS 2. A última fase do procedimento de identificação dos fungos, as sequências obtidas foram comparadas com bases de dados de referência, para selecionar a sequência que se assemelhasse mais à obtida, e assim, aferir o género ou espécie do microrganismo analisado.

2.4 Análise de dados

No procedimento de análise e tratamento dos dados foram utilizados os programas Microsoft Excel e o *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) – versão 24.0. O tratamento e a análise dos dados envolveram estatística descritiva, com análise das médias aritméticas e desvios padrões.

3. RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta as características estruturais gerais das empresas em estudo. Todas as empresas apresentavam apenas sistemas de ventilação natural. As concentrações de microrganismos no ar foram incontáveis na maioria das amostras, exceto, num posto de rabaneação da empresa E e no primeiro posto de brocagem da empresa C, com uma concentração de 7.6×10^3 UFC/m³ e 3.3×10^3 UFC/m³, respetivamente. Desta forma, não é possível estabelecer uma relação entre o tempo de espera da cortiça desde a sua cozedura até à sua laboração e a concentração de fungos no ar, uma vez que os resultados das concentrações de fungos no meio RBCA, foram todos incontáveis. A espécie *Penicillium glabrum* obteve uma percentagem de similaridade de 99.8%, enquanto que o género *Neurospora* spp. obteve 100% de similaridade, com as bases de dados de referência.

4. DISCUSSÃO

O movimento das pranchas de cortiça para a rabaneação e o movimento do traço para a sua brocagem pode representar uma causa para a dispersão de fungos durante as atividades de brocagem e rabaneação, promovendo a disseminação de esporos e de hifas de fungos (Barontini et al., 2014). Por outro lado, o estudo realizado por Oliveira et al. (2003), referente à análise da colonização de fungos ao longo do processo de fabricação de rolhas de cortiça, mostrou uma redução considerável na concentração de fungos entre o início do processo de fabricação de rolhas e o seu fim, devido à redução gradual de humidade na rolha de cortiça. A temperatura próxima dos 25°C e a humidade constituem fatores propícios ao crescimento de fungos (Lee & Liao, 2014).

Segundo Winck et al. (2004), a exposição dos corticeiros a fungos no seu local de trabalho pode induzir o desenvolvimento de suberose. Ambos os fungos identificados neste estudo foram também confirmados em quase todas as amostras do estudo de Prat, Ruiz-Rueda, et al., (2009). Basílio et al. (2006) refere que *P. glabrum* é identificado não só em pequenas empresas, mas também em grandes indústrias. Côté, Chan, Brochu, & Chan-Yeung (1991), revela que o desenvolvimento de asma ocupacional num trabalhador da indústria da madeira deveu-se à presença de fungos do género *Neurospora* spp.

Tabela 1 – Principais características de Segurança e Higiene no Trabalho das empresas

Parâmetros Verificados	Empresa				
	A	B	C	D	E
1. Ventilação	Natural	Natural	Natural	Natural	Natural
1.1. Conservação do estado da ventilação	Média	Boa	Média	Média	Boa
2. Tetos e paredes em bom estado de conservação	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
3. Pavimentos em bom estado de conservação	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
4. Variações de temperatura significativas	Não	Não	Não	Não	Não
5. Área de trabalho desobstruída	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
6. Vias de circulação desimpedidas	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
7. Serviços de Segurança e Saúde no Trabalho implementados	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

5. CONCLUSÃO

O principal agente etiológico da suberose, *P. glabrum*, foi detetado em todas as empresas estudadas, pelo que os trabalhadores estão em risco de desenvolver esta pneumonite de hipersensibilidade e também asma ocupacional pela presença do género *Neurospora* spp.

Como trabalhos futuros seria essencial avaliar a exposição a agentes biológicos num maior número de PME's, utilizando amostradores individuais.

6. AGRADECIMENTOS

R.S. Oliveira reconhece o apoio da Fundação para Ciência e Tecnologia (FCT) através da bolsa de pesquisa SFRH / BPD / 85008/2012, Fundo Social Europeu (FSE) e Programa Operacional do Capital Humano (POCH). M.F. Carvalho agradece o apoio do programa FCT, FSE e Programa Operacional do Potencial Humano (POPH) ao investigador.

7. REFERÊNCIAS

- APCOR. (2015). Cortiça - Estudo de Caracterização Setorial - Estatísticas e Prospectiva. Santa Maria de Lamas; Aveiro. Obtido de <http://www.apcor.pt/portfolio-posts/estudo-caracterizacao-sectorial-e-prospectivo-2015/>
- APCOR. (2016). APCOR - Anuário do Sector da Cortiça 2016. Santa Maria de Lamas; Aveiro. Obtido de <http://www.apcor.pt/wp-content/uploads/2016/09/Boletim-estatistico-2016.pdf>
- Barontini, M., Crognale, S., Scarfone, A., Gallo, P., Gallucci, F., Petruccioli, M., ... Pari, L. (2014). Airborne fungi in biofuel wood chip storage sites. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 90, 17–22.
- Basílio, M. C., Gaspar, R., Pereira, C. S., & San Romão, M. V. (2006). *Penicillium glabrum* cork colonising isolates - preliminary analysis of their genomic similarity. *Revista Iberoamericana de Micología*, 23(3), 151–154.
- Côté, J., Chan, H., Brochu, G., & Chan-Yeung, M. (1991). Occupational asthma caused by exposure to neurospora in a plywood factory worker. *British Journal of Industrial Medicine*, 48(4), 279–282.
- CTC. (2001). *Indústria da Cortiça: Manual de Prevenção* (1.ª ed.). IDICT.
- Delgado, J. L., Winck, J. C., Sapage, J. M., Torres, S., Sá, J. M., & Torrinha, J. A. (1996). Anticorpos IgG para o *Penicillium frequentans* na Doença Respiratória dos Trabalhadores da Indústria da Cortiça (Suberose). Aplicação de um novo método de Doseamento Fluoro-Enzimo-Imunológico na sua quantificação. *Revista Portuguesa Imunoalergol*, 4.
- Figueiredo, J. M., Fernandes, V. R., Limpo, V., Gil, L., & Maurício, N. (2001). *Guia técnico: Indústria da cortiça*. Lisboa: INETI.
- Lee, S.-A., & Liao, C.-H. (2014). Size-selective assessment of agricultural workers' personal exposure to airborne fungi and fungal fragments. *Science of the Total Environment*, 466–467, 725–732.
- Oliveira, A. C., Peres, C. M., Correia Pires, J. M., Silva Pereira, C., Vitorino, S., Figueiredo Marques, J. J., ... San Romão, M. V. (2003). Cork stoppers industry: defining appropriate mould colonization. *Microbiological research*, 158(2), 117–24.
- Prat, C., Ruiz-Rueda, O., Trias, R., Anticó, E., Capone, D., Sefton, M., & Bañeras, L. (2009). Molecular fingerprinting by PCR-denaturing gradient gel electrophoresis reveals differences in the levels of microbial diversity for musty-earthly tainted corks. *Applied and Environmental Microbiology*, 75(7), 1922–1931.
- Santos, M. N., Bragança, M. H., & Casimiro, P. P. (2005). Microrganismos Associados à Cortiça em Diferentes Fases da sua Fileira. *Silva Lusitana*, 13(1), 75–93. 63522005000100004&lng=pt&tlng=pt
- Winck, J. C., & Delgado, J. L. (2000). Suberose: mais do que uma pneumonite de hipersensibilidade.... *Revista Portuguesa de Pneumologia*, 6(3), 195–204.
- Winck, J. C., Delgado, J. L., Murta, R., Vanzeller, M., & Marques, J. A. (2004). Cork workers' occupational asthma: Lack of association with allergic sensitisation to fungi of the work environment. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 77(4), 296–300.
- Viegas, C., Faria, T., Sabino, R., & Gomes, A. (2015). Potential pathogenic fungi assessment through molecular biology in cork industry. *SHO2015: International Symposium on Occupational Safety and Hygiene*.

Sistemas de informação geográfica no apoio à decisão operacional na prevenção e combate a incêndios florestais

Geographic information systems of support to the operational decision in the prevention and combat to forest fires

Costa, João ^a; Oliveira, Paulo ^b and Teixeira, Daniela ^c

^a FLUP, Porto, Portugal

^b CIICESI - ESTG - Politécnico do Porto, Porto, Portugal

^c ESTG - Politécnico do Porto, Porto, Portugal

ABSTRACT

Forest fires are recurrent problems in Portugal. Over the last few years this problematic situation has become truly relevant, due to its several problems, such as: threat of the sustainable development of the forest, patrimony loss, deaths caused by poor fire handling, even the deaths and the injured professionals over fire fighting operations. All of these factors lead us to make several questions daily, many of which we cannot answer. One of them, without a doubt, is related to the planning and command of fire fighting operations, which are frequently at issue. Thereby I tried to develop, in this scientific work, a database that could help the operational decision makers, who would have available a tool with cohesive, valid and reliable information. Improving the conditions for the decision making, in prevention and fire fighting operations, was the main purpose. In the first place it is presented a traditional characterization of Barcelos Municipality, which contains its analysis of the forest fires ignition points. Through this analysis it was possible to characterize the susceptibility of forest fire for this municipality, by using the logistic regression method. All along this scientific work, it was done an exhaustive gathering and analysis of all the relevant information for prevention and suppression of forest fires, with the purpose of creating an important tool to support decision making in this matter.

KEYWORDS: Planning, Prevention, Fight, Susceptibility, Ignition

1. INTRODUÇÃO

Nos tempos que correm, fala-se muito em sistemas de apoio á decisão, mas na grande maioria dos sistemas é necessária a ligação à internet. No entanto, em muitos teatros de operações de ocorrências de incêndios rurais, este acesso nem sempre é possível, sendo essencial a existência de sistemas de apoio à decisão preparadas para trabalhar sem acesso a uma ligação de internet. E como informação é poder, as instituições tiram cada vez mais partido dos recursos e possibilidades que a internet oferece, sendo possível hoje em dia, sem grande esforço e praticamente sem custos, aceder a informação diversa na área de gestão de incêndios florestais (Ribeiro, 2011). Até mesmo no combate aos incêndios, por mais simples que pareça, a utilização do Google *Earth*, é uma ferramenta poderosa, que permite retirar informação muito importante, como por exemplo distâncias, caminhos, coordenadas de locais, referências, pontos de água. No entanto, este tipo de ferramentas carece de informação fiável e devidamente atualizada, sob pena de se cometer erros nas decisões a tomar. O território está em constante mudança, e ao serem tomadas decisões baseadas em informação errada ou omissa, muitas das vezes pode ser colocada em causa toda a operação, bem como a segurança dos combatentes. Com este projeto pretende-se criar uma ferramenta útil e ágil, para apoiar nas decisões relacionadas com as medidas e ações estruturais e operacionais relativas à prevenção e proteção da floresta contra incêndio.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O combate a incêndios florestais torna-se nos dias de hoje, numa das maiores ocorrências de proteção civil. É necessário conseguir compilar um conjunto de dados, pois para quem faz a coordenação/comando e gestão de ocorrência deste tipo é um aspeto fundamental. Não é suficiente ter acesso à informação, é necessário organizá-la e prepará-la, de forma a poder ter uma utilização ágil. Assim, procedeu-se à compilação, de informação fundamental para apoiar um comandante das operações ou um posto de comando operacional na tomada de decisões (Figura 1). Esta ferramenta deve ser melhorada e atualizada, porque só assim poderá constituir uma importante arma para o combate a incêndios florestais e poderá ser usada para gestão na tomada de decisões sobre matéria de prevenção estrutural da floresta do município de Barcelos.

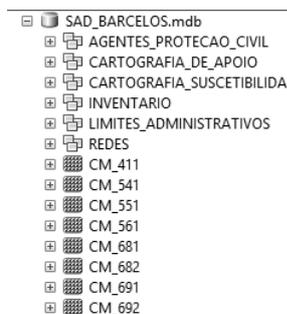


Figura 1- Aspeto da geodatabase (base de dados) criada.

2.1 Agentes de Proteção Civil

No primeiro separador, existe acesso a informação como: Localização geográfica de todos os agentes de proteção civil, (*shapefile* de pontos), localizados nas sedes ou quartéis respetivos. Informação dos limites das áreas de atuação próprias dos corpos de bombeiros, através de uma *shapefile* de polígonos, com a nomação das localidades.

2.2 Cartografia de Apoio

Aqui pretende-se inserir toda a informação pertinente e de apoio, como por exemplo todos os mapas elaborados na fase de caracterização do concelho de Barcelos: Mapa hipsométrico; Mapa de exposição de vertente; Mapa de declives; Mapa de ocupação do solo.

2.3 Cartografia de Suscetibilidade

Aqui encontra-se o modelo preditivo desenvolvido com recurso à regressão logística, dando origem ao modelo de suscetibilidade de ignição de incêndio florestal. Com este suporte cartográfico pode-se estudar os locais com maior suscetibilidade de ocorrerem ignições e preparar medidas de prevenção e organização da intervenção.

2.4 Inventário

O histórico de ocorrência é uma peça fundamental para a gestão das ocorrências de incêndios florestais, pois este tende a ser cíclico e repetitivo, significando que o incêndio tende a propagar para as mesmas zonas. Na coordenação destas ocorrências podemos antecipar a ação de combate de acordo com o histórico para determinado local.

2.5 Limites administrativos

Neste ponto consegue-se saber qual o local de atuação. Nos municípios com mais que um corpo de bombeiros, cada um destes assume parte da área geográfica do concelho, ficando com a jurisdição dessa mesma área (área de atuação própria – Decreto-Lei nº 247/2007 de 27 de junho), tendo a responsabilidade de assegurar o suporte logístico das operações de proteção e socorro numa primeira fase. Neste parâmetro foram importados, *shapefile* com a seguinte informação: Limite administrativo das freguesias; Limites administrativos dos municípios de Portugal; Limite administrativo do concelho; Limites do rio Cávado – neste ponto verifica-se as partes do rio que são navegáveis e flutuáveis, bem como as equipas de Bombeiros mergulhadores e meios disponíveis.

2.6 Redes

Rede de infraestruturas: Foi feito um levantamento no terreno, de locais importantes para a gestão de incêndios florestais, tais como: campos de futebol, piscinas, centros de saúde, igrejas, bombas de combustível, escolas, comércio e indústria.

Rede de pontos de água: *Shapefile* de pontos fornecida pelo gabinete técnico florestal, com uma tabela de atributos com informação muito relevante, assim

como, tipo de ponto de água, meios que podem abastecer (aéreos, terrestres pesados ou ligeiros), proprietários e a sua operacionalidade.

Rede de viária: onde estão marcados os caminhos/ acessos florestais, sendo caracterizados na tabela de atributos. Fornecendo informação sobre a acessibilidade dos veículos em função da sua tipologia, estado de conservação da via.

2.7 Mapas de base

Nesta parte encontra-se a ortofotomapas e cartas militares de 1/25000, são elementos fundamentais para servirem de base na gestão da ocorrência.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Exercício de posto de comando (tipo CPX), simulado da forma mais realista possível, sem recorrer à movimentação de meios.

3.1 Cenário de Incêndio Florestal (hipotético)

No dia 21 de julho de 2016, cerca das 15:30 horas, na central de comunicações dos B.V. Viatodos, foi recebido um alerta para um incêndio florestal na freguesia de Grimancelos (Coordenadas WGS 84; Latitude: 41° 27' 1.60" N; Longitude: 008° 34' 50.72" W).

A primeira análise poderá ser feita pelo operador de central, que analisa os dados meteorológicos relevantes, e começa a georreferenciar a ocorrência, de forma a poder começar a recolher informação para fornecer ao chefe de equipa de combate a incêndios. Surge então os seguintes dados: Temperatura: 24°C; Vento: Brisa Fraca de NO; Precipitação: Nula; Humidade Relativa: Cerca de 60%; Nebulosidade: Cerca de 50%;

3.2 Georreferenciação e primeiro reconhecimento

Logo que possível marca-se o ponto de início ou local da ocorrência, para que o operador de central inicie o reconhecimento, para recolher informação como: Melhores acessos ao teatro das operações; Locais de abastecimento próximos; Pontos sensíveis (habitações, estruturas...); Declives e ocupação de solo; Risco da zona;

1º Ponto de situação: Conforme o Despacho nº 3551/2015 da Autoridade Nacional de Proteção Civil (ANPC), que define o Sistema de Gestão de Operações como a forma de organização operacional, que se desenvolve numa configuração modular e evolutiva de acordo com a importância e tipo de ocorrência. Sempre que uma equipa de qualquer agente de proteção civil ou entidade com dever especial de cooperação seja acionado para uma ocorrência, o chefe da primeira equipa ao chegar ao local assume de imediato o comando das operações de socorro e garante a construção de um sistema evolutivo de comando e controlo adequado à situação em curso (Alínea 2 e 3 do Art.1º do Despacho nº 3551/2015).

Incêndio ativo com uma frente, desenvolve-se com muita intensidade, em povoamento de eucalipto e matos com propagação horizontal e vertical e incêndio de copas. Desenvolve-se em declives moderados, evoluindo para

Norte. Acessos bons, não existindo pontos sensíveis. A equipa faz ataque flanqueado ao fogo (de flanco e paralelamente), solicitando para o local reforço de meios: 3 Veículos Florestais de Combate a incêndios; 2 Veículos Tanque Tático Urbano; GNR; 1 Elemento de Comando; Assumindo o comando das operações. A central fornece informação, ao chefe de equipa, das condições meteorológicas e do melhor acesso para o teatro de operações.

3.3 Montagem de posto de comando

Após chegada dos meios de reforço, do elemento de comando e com um ponto de situação desfavorável, é necessário desenvolver a organização do teatro de operações, procedendo à setorização do mesmo e iniciando o planeamento alargado, para prever as situações potencialmente perigosas. O elemento de comando verificando na *shapefile* de estruturas decide colocar o posto de comando junto à escola primária da freguesia, pelas seguintes características: Espaço isolado; Espaço amplo (para delimitar várias zonas); Boa cobertura radiocomunicações, internet e satélites; Bons acessos de veículos; Energia elétrica; Água; Cantina. O teatro de operações, está setorizado, com a dispersão dos meios definidos. Com a ajuda da carta militar, visualiza-se a existência de condições para o meio aéreo atuar (não existem linhas de alta tensão). Define-se os pontos sensíveis, para que o posto de comando consiga posicionar meios antecipadamente para manter dentro do controlo a interface urbano-florestal. Exemplos de pontos sensíveis: Hospitais e lares de idosos; Parques de Campismo; Locais de Culto ou de festa; Instalações industriais ou similares; Acessos rodoviários e postos de abastecimento; sítios arqueológicos e de interesse patrimonial e cultural. Para ajudar a atualização da informação, existem rádios de comunicação SIRESP. Este equipamento tem GPS integrado, permitindo manter a localização de todos os veículos atualizada.

3.4 Aplicação da Base de Dados - Prevenção

É urgente criar um plano nacional de fogo controlado, a acionar na primavera, para reduzir a matéria inflamável, pois só há grandes incêndios se houver matéria para arder (Silva, 2016). Uma das grandes ferramentas para a prevenção de incêndios florestais é a técnica do fogo controlado, sendo esta uma técnica ecologicamente sustentável (Fernandes, P., Botelho, H., Loureiro C. 2002).

Segundo os autores do manual de formação para a técnica de fogo controlado (Fernandes, P., Botelho, H., Loureiro C. 2002), editado no departamento florestal da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro o fogo controlado apresenta os seguintes objetivos: Minimização da área ardida (diminuição da carga combustível); Proteção da floresta e recursos a ela associados; Aplicação silvícola como desbaste derrame, favorecimento da regeneração, controlo de insetos e fungos, gestão de habitats; Gestão da paisagem.

Para a execução desta técnica são várias as exigências e regras a seguir, e precisa de técnicos credenciados para

o efeito. A nível de planeamento é essencial a elaboração de alguns planos, sendo que, todos eles necessitam de informação que poderá ser retirada da base de dados criada: 1 - Plano de fogo controlado: Mapa de enquadramento; Mapa de combustíveis florestais do concelho; Mapa de áreas ardidas; Infraestruturas de Defesa da Floresta Contra Incêndios; Mapa de localização das parcelas; 2- Plano operacional de queima – prescrição; 3- Plano operacional de queima – execução: Esquema de condução de queima; 4- Plano operacional de queima – Impacto.

4. CONCLUSÕES

Com o presente estudo, constatou-se que a construção da base de dados (Geodatabase) foi um trabalho progressivo, à medida que se adicionavam *inputs* e se testava a operacionalidade e funcionalidade da ferramenta. Sempre que se adicionavam novos dados à base de dados, eram feitos testes, algumas vezes feitos por operacionais alheios a este trabalho, de forma a reter algumas críticas construtivas, com a finalidade de melhoria contínua. É espectável que este trabalho possa ser colocado em prática, e seria útil, se o mesmo fosse utilizado por todas as entidades que têm intervenção ativa nos domínios de prevenção e supressão de incêndios florestais. Não é possível que este trabalho seja visto de forma isolada, pois, carece de atualização contínua e de complementação, só assim poderá dar resposta às questões com que os operacionais se deparam no dia-a-dia, de forma integrada.

Embora esta ferramenta seja simples e intuitiva, não é possível a mesma ser aplicada sem qualquer tipo de formação, no entanto, não é necessário ter especialistas em sistemas de informação geográfica para utilizarem este tipo de base de dados. Numa fase inicial, é proposto, que se forme um número mínimo de operacionais, com o intuito de estarem disponíveis à chamada e serem requisitados sempre que necessários, estando mais familiarizados com a ferramenta. Assim sendo, foi proposto ao Comandante dos Bombeiros Voluntários de Viatodos, inserir no plano anual de instrução de 2017, um módulo de sistemas de informação geográfica e cartografia, de forma a colmatar algumas lacunas e complementar a formação de gestão de incêndios florestais.

5. REFERÊNCIAS

- Decreto-lei nº.247/2007 de 27 de junho, Regime jurídico dos corpos de Bombeiros.
- Despacho nº.3551/2015 – Sistema de Gestão de operações, Autoridade Nacional de Proteção Civil.
- Fernandes, P., Botelho, H., Loureiro, C. (2002), Manual de Formação para a técnica do Fogo Controlado.
- Silva, J., (2016), “Fogo Controlado” Jornal de Leiria 24 de agosto.
- Viegas, D. X, Rossa, C, Ribeiro, L.M. (2011), Incêndios Florestais, Verlag Dashöfer.

Exposição a Agentes Biológicos: um Estudo de Caso em Autocarros Portugueses

Exposure to Biological Agents: A case study in Portuguese Buses

Joana Santos

School of Health, Polytechnic Institute of Porto

ABSTRACT

Buses are used by thousands of people in all cities. Passengers are faced with a microenvironment, which may have an impact on their human health. The present study aimed at evaluating and analysing of exposure to biological agents in collective road transport, through the quantification and identification of bacterial and fungal species inside buses. The study carried out in 41 bus trips from January to May 2017. The collection of pure bacterial and pure fungal colonies and their respective isolation was performed by plaque scoring technique, and DNA extraction was performed to identify the species, followed by the PCR technique and sequencing. The 7 identified bacterial species were *Staphylococcus argenteus*, *Bacillus siamensis*, *Exiguobacterium undae*, *Psychrobacter faecalis/pulmonis*, *Exiguobacterium mexicanum*, *Bacillus paralicheniformis*, *Exiguobacterium aquaticum*. The 6 identified fungal species were *Epicoccum nigrum*, *Cladoporium haloterans*, *Cryptococcus diffluens*, *Cladoporium tenuissimum*, *Alternaria infectoria* and *Alternaria tenuissima* / *Alternaria alternata*. Prevention measures such as maintenance of the air-conditioning and ventilation system, use of more efficient cleaning products are intended to ensure safety and comfort for all occupants.

KEYWORDS: fungi, bacterial contamination, air quality, transport

1. INTRODUÇÃO

Os transportes rodoviários coletivos, como os autocarros, são veículos de transporte público utilizados em massa por inúmeras pessoas em todo o mundo. A utilização de transportes públicos tem crescido nas áreas urbanas, devido a fatores como o preço acessível, a abrangência de várias rotas e o aumento da comodidade, contribuindo para o crescimento da economia do país (Ruiz et al., 2017). Contudo, os condutores de transportes públicos e os respetivos passageiros encontram-se expostos a um microambiente que pode conter concentrações significativas de agentes biológicos, como bactérias e fungos, sendo essencial apostar nas avaliações, verificando a exposição real e elaborando medidas de melhoria, de forma a salvaguardar a saúde humana (Pang e Mu., 2007). Jo e Lee (2008) referem que a exposição a elevadas concentrações de bioaerossóis encontra-se associada a patologias como a asma, rinite e pneumonite de hipersensibilidade. Concomitantemente, os autocarros têm sido apontados como fontes de alérgenos em pacientes com doenças atópicas (Wang et al., 2013). Considerando as características específicas deste tipo de ambientes, este estudo teve como principais objetivos analisar e identificar as espécies bacterianas e fúngicas presentes no ar e nas superfícies de autocarros com percursos urbanos e propor medidas que reduzam o risco de exposição dos ocupantes a estes agentes.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo incluiu um total de 20 autocarros que realizam diferentes trajetos no Grande Porto, desde o centro à periferia, perfazendo um total de 41 viagens – 21 de ida e 20 de volta. As amostragens decorreram durante os meses de janeiro a maio de 2017, obtendo-se um número final de 61 isolados de bactérias, dos quais 51 pertenciam ao ar e 10 às superfícies. Quanto aos fungos, obtiveram-se 68 isolados, dos quais 66 pertenciam ao ar e 2 pertenciam às superfícies. As amostragens foram

realizadas em autocarros que partiam da garagem rumo à primeira paragem e, por isso, tinham sido higienizados durante a noite para estarem prontos a iniciar o seu trajeto normal durante o dia. Realizaram-se recolhas de amostras de superfícies ainda na garagem antes da entrada de passageiros e no final da viagem, de forma a avaliar a influência dos ocupantes na contaminação das superfícies. Por outro lado, as amostras de ar foram recolhidas sempre na presença de ocupantes, realizando uma amostragem no início da viagem de ida, outra no final da mesma viagem, e por conseguinte, uma amostragem no início da viagem de volta e outra no final da mesma viagem, de modo a avaliar a influência do número de ocupantes na contaminação do ar. Para realizar a colheita das amostras de ar recorreu-se ao amostrador MAS-100 da Merck. Estas amostras foram realizadas em pontos de amostragem específicos dos autocarros de acordo com as características do espaço, de forma a não comprometer o normal funcionamento do veículo e o transporte dos indivíduos. O volume de ar amostrado foi 250 L em todas as viagens. Para a recolha de amostras das superfícies foram realizados esfregaços com uma zaragatoa estéril. A recolha de amostras de superfícies foi realizada nos varões verticais junto às portas de entrada e saída de passageiros e ainda no corrimão lateral em frente à porta de saída e nos bancos dos últimos lugares. As amostras foram depois transportadas para o laboratório e incubadas durante 7 dias a 25°C, no caso dos fungos e a 37°C durante 48 h, no caso das bactérias. Após a contagem das colónias mistas das placas, selecionaram-se as colónias mais frequentes) e procedeu-se ao seu isolamento através do Método de Riscado em placa. Para a realização da extração do ADN das bactérias e dos fungos, utilizou-se o *E.Z.N.A Bacterial DNA Kit*, e seguiram-se as etapas do protocolo automatizado. De forma a identificar as espécies, recorreu-se à Técnica de Reação em Cadeia de Polimerase (PCR), após a extração do ADN das bactérias e dos fungos, seguida de sequenciação.

3. RESULTADOS

Foram identificadas um total de 7 espécies de bactérias e 6 espécies de fungos presentes no ar e superfícies dos autocarros estudados, como é possível observar na Tabela 1.

Tabela 1 – Identificação das espécies

Bactérias	Fungos
<i>Staphylococcus argenteus</i>	<i>Epicoccum nigrum</i>
<i>Bacillus siamensis</i>	<i>Cladosporium halotolerans</i>
<i>Exiguobacterium undae</i>	<i>Cryptococcus diffluens</i>
<i>Psychrobacter faecalis/pulmonis</i>	<i>Cladosporium tenuissimum</i> ,
<i>Exiguobacterium mexicanum</i>	<i>Alternaria infectoria</i>
<i>Bacillus paralicheniformis</i>	<i>Alternaria tenuissima</i> / <i>Alternaria alternata</i>
<i>Exiguobacterium aquaticum</i>	

4. DISCUSSÃO

Relativamente às espécies de bactérias identificadas, os dados inerentes a infeções por *Staphylococcus argenteus* são limitados, contudo foi realizado um estudo na Austrália cujo resultado demonstrou que este microrganismo está predominantemente associado a infeções cutâneas e de tecidos moles (Chantratita *et al.*, 2016). A espécie *Bacillus siamensis* caracteriza-se como uma bactéria Gram (+) de origem ambiental e com ação fitopatogénica, não apresentando por isso risco potencial para saúde humana (Sumpavapol *et al.*, 2010). *Exiguobacterium undae* tem origem ambiental e está associado a estudos que analisaram amostras de água doce proveniente de lagoas (Frühling *et al.*, 2002). A espécie *Psychrobacter faecalis* foi encontrada num estudo que isolou este microrganismo a partir de bioaerossóis presentes num quarto contaminado com fezes de pombos, sugerindo a associação entre as fezes deste animal com o desenvolvimento desta espécie. A espécie *Psychrobacter pulmonis* foi encontrada e isolada a partir de estudos realizados em pulmões de cordeiro (Deschaght, 2012). A espécie *Exiguobacterium mexicanum* tem origem ambiental e está associado a cistos de camarão presentes em águas salobras (Lopez-Cortés, 2006). A espécie *Bacillus paralicheniformis* tem origem ambiental/alimentar, ou seja, não clínica. Esta bactéria Gram (+) anaeróbia, móvel e volátil formadora de endósporos foi isolada a partir de pasta fermentada de soja, segundo Dunlap *et al.* (2015). *Exiguobacterium aquaticum* é uma bactéria Gram (+), em forma de haste curta, que apresenta a cor amarelada, tem origem ambiental e foi isolada a partir de uma amostra de água recolhida em *Tikkar Tal Lake, Haryana* e submetida a uma análise taxonómica polifásica detalhada, de acordo Raichand *et al.* (2012).

No que diz respeito aos fungos identificados, a espécie *Epicoccum nigrum* tem distribuição mundial. Num estudo de Noble *et al.* (1997), através de amostras recolhidas do ar interior e amostras de materiais de construção, foi verificado que o fungo *E. Nigrum* colonizava os seios nasais de quatro pacientes, causando a designada sinusite fúngica alérgica. *Cladosporium halotolerans* é considerado comum no interior nas habitações. O número de estudos e de bases de dados relativos a *C. halotolerans* são escassos, visto que só recentemente este foi separado de *Cladosporium sphaerospermum* (Yang *et al.*, 2016). A espécie *Cryptococcus diffluens* é um fungo ambiental que provoca lesões na pele, que podem ser resistentes a antibióticos, dificultando o tratamento dos pacientes. A espécie *Cladosporium tenuissimum* tem origem ambiental, sendo considerada patogénica para plantas. *Alternaria infectoria* tem origem ambiental e afeta, principalmente, as colheitas de trigo. No entanto, este fungo também é considerado patogénico para o ser humano, podendo causar infeção subcutânea e sistémica (Halaby *et al.* 2001). A espécie *Alternaria tenuissima* pode afetar a pele de pacientes imunocomprometidos, produzindo metabolitos tóxicos que podem colocar em risco o ser humano. Pastor e Guarro (2008) referem que *A. alternata* foi identificada como agente causal em seis casos de lesões oculares, tendo também sido isolada em quatro casos de sinusite causada por fungos. Estes autores mencionam que embora a incidência de *Alternaria spp.* como agente causal de onicomiose seja reduzida, *A. alternata* foi isolada em 11 pacientes.

5. CONCLUSÕES

Os autocarros públicos são parte integrante do dia de muitos indivíduos, constituindo, certamente, um microambiente potencial para a exposição individual a microrganismos, como bactérias e fungos, potencialmente patogénicos, constituintes tanto do ar como das superfícies. Neste estudo foram identificadas espécies com origem humana, contudo, foram também detetadas espécies ambientais com relevância do ponto de vista da saúde pública. O arejamento natural dos espaços, através da abertura de janelas, a higienização das superfícies com produtos desinfetantes que apresentem um tempo de atuação mais prolongado e a formação/sensibilização de profissionais e ocupantes poderão representar ações que minimizem a exposição a agentes biológicos nos transportes rodoviários de passageiros.

6. AGRADECIMENTOS

R.S. Oliveira reconhece o apoio da Fundação para Ciência e Tecnologia (FCT) através da bolsa de pesquisa SFRH / BPD / 85008/2012, Fundo Social Europeu (FSE) e Programa Operacional do Capital Humano (POCH). M.F. Carvalho agradece o apoio do programa FCT, FSE e Programa Operacional do Potencial Humano (POPH) ao investigador.

7. REFERÊNCIAS

- Chantratita N, Wikraiphath C, Tandhavanant S et al (2016). Comparison of community-onset *Staphylococcus argenteus* and *Staphylococcus aureus* sepsis in Thailand: a prospective multicentre observational study. *Clin Microbiol Infect*, 35, 1017-1022. DOI: 10.1016/j.cmi.2016.01.008.
- Deschaght, P., Janssens, M., Vanechoutte, M., Wauters, G. (2012). *Psychrobacter* isolates of human origin, other than *Psychrobacter phenylpyruvicus*, are predominantly *Psychrobacter faecalis* and *Psychrobacter pulmonis*, with emended description of *P. faecalis*. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 62, 671-674. DOI: 10.1099/ijs.0.032631-0
- Dunlap, C.,A., Kwon, S., W., Rooney, A., P., Kim, S.,J. (2015). *Bacillus paralicheniformis* sp. nov., isolated from fermented soybean paste. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* , 65, 3487–3492. DOI: 10.1099/ijsem.0.000441.
- Frühling A, Schumann P, Hippe H, Sträubler B, Stackebrandt E. (2002). *Exiguobacterium undae* sp. nov. and *Exiguobacterium antarcticum* sp., *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 52, 1171-1176. DOI: 10.1099/00207713-52-4-1171.
- Halaby, T., Boots, H., Vermeulen, A., van der Ven, A., Beguin, H., van Hooff, H., & Jacobs, J. (2001). Phaeoophomycosis caused by *Alternaria infectoria* in a renal transplant recipient. *Journal of clinical microbiology*, 39, 1952-1955. DOI: 10.1128/JCM.39.5.1952–1955.2001.
- Jo, W. K., & Lee, J. H. (2008). Airborne fungal and bacterial levels associated with the use of automobile air conditioners or heaters, room air conditioners, and humidifiers. *Archives of environmental & occupational health*, 63, 101-107. DOI: 10.3200/AEOH.63.3.101-107.
- López-Cortés, A., Schumann, P., Pukall, R., Stackebrandt, E., (2006). *E. Exiguobacterium mexicanum* sp. nov. and *Exiguobacterium artemiae* sp. nov., isolated from the brine shrimp *Artemia franciscana*. *Systematic and Applied Microbiology* , 29, 183-190. DOI: 10.1016/j.syapm.2005.09.007
- Noble, J. A., Crow, S. A., Ahearn, D. G., & Kuhn, F. A. (1997). Allergic fungal sinusitis in the southeastern USA: involvement of a new agent *Epicoccum nigrum* Ehrenb. ex Schlecht. *Journal of medical and veterinary mycology*, 35, 405-409. PMID: 9467107.
- Pang, X., & Mu, Y. (2007). Characteristics of carbonyl compounds in public vehicles of Beijing city: concentrations, sources, and personal exposures. *Atmospheric Environment*, 41, 1819-1824. DOI: 10.1016/j.atmosenv.2006.10.057
- Pastor, F. J., & Guarro, J. (2008). *Alternaria* infections: laboratory diagnosis and relevant clinical features. *Clinical Microbiology and Infection*, 14, 734-746. DOI: 10.1111/j.1469-0691.2008.02024.x
- Raichand, R., Pareek, S., Singh, N.,K., Mayilraj, S. (2012): *Exiguobacterium aquaticum* sp. nov., a member of the genus *Exiguobacterium*. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 62, 2150–2155. DOI: 10.1099/ijs.0.035790-0.
- Ruiz, M., Segui-Pons, J. M., & Mateu-LLadó, J. (2017). Improving Bus Service Levels and social equity through bus frequency modelling. *Journal of Transport Geography*, 58, 220-233.
- Sumpavapol Punnanee P., Tongyonk Linna L., Tanasupawat Sombon S., Chokesajjawatee Nipa N., Luxanani Plearnpis P., Visessanguan Wonnop W. (2010) *Bacillus siamensis* sp. nov., isolated from salted crab (poo-khem) in Thailand. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol*, 60, 2364–2370. DOI: 10.1099/ijs.0.018879-0.
- Wang, Y. F., Tsai, C. H., Huang, Y. T., Chao, H. R., Tsou, T. C., Kuo, Y. M., Wang, L. C. & Chen, S. H. (2013). Size distribution of airborne fungi in vehicles under various driving conditions. *Archives of environmental & occupational health*, 68, 95-100. DOI: 10.1080/19338244.2011.650798
- Yang, J. W., Lien, S., Chou, Y. C., & Kirschner, R. (2016). *Cladosporium halotolerans*, a new record of an indoor fungus in Taiwan. *Fungal Science*, 31, 1-6.

Suscetibilidade de incêndios florestais: Sistemas de apoio à decisão na prevenção e controlo - Estudo de caso

Susceptibility of forest fires: Decision support systems in the forest fire to the prevention and control - Case study

Costa, João ^a; Oliveira, Paulo ^b and Teixeira, Daniela ^c

^a FLUP, Porto, Portugal

^b CIICESI - ESTG - Politécnico do Porto, Porto, Portugal

^c ESTG - Politécnico do Porto, Porto, Portugal

ABSTRACT

Forest fires are a recurring phenomenon in Portugal, the municipality plan is no exception. There are none of the past few years this problem has gained much emphasis, since there are several associated problems, such as: threat of sustainable forest development, loss of property, death of people, fatalities and operational do not cover combat operations to fires. With all these factors, there are several issues that are posed daily, to which many times we can not respond. One of the questions raised is undoubtedly the planning and command of operations, often called into question. The main objective of this project was the characterization of the municipality of Barcelos, encompassing the analysis of the ignitions of forest fire, through which it was possible to characterize the susceptibility of forest fire ignition to the county, using, for this purpose, the regression technique logistics.

KEYWORDS: Prevention, Forest fire, Control

1. INTRODUÇÃO

O fogo faz parte da natureza desde sempre e não deve ser eliminado por completo. Muitas das espécies que existem atualmente na floresta, foram modeladas pelo fogo. Em Portugal nos últimos anos tem aumentado a incidência dos incêndios florestais e também a perceção da sua grande importância, no âmbito da organização da resposta a este flagelo, como sendo a prevenção, vigilância/deteção, combate e supressão e a reabilitação após os incêndios. Cada vez mais os decisores operacionais carecem de falta de informação para poderem tomar as decisões adequadas, de forma a minimizarem/mitigarem os riscos associados aos incêndios florestais. É também difícil conseguir-se consensos quanto à terminologia dos modelos de risco. Segundo Bachmann e Allgöwer (2001), apontam a necessidade de se definir uma base conceptual consistente para o efeito (Verde, 2008). Desta forma, é necessário levar a cabo uma minuciosa recolha de informação, sendo que a mesma terá de ser posteriormente tratada e validada, de forma a ser filtrada e organizada, para que a sua utilização seja a mais eficiente e consensualizada possível. Um dos princípios que deve estar subjacente nas bases de dados que compilam este tipo de informação, é a sua progressiva atualização, pois se a mesma não for efetuada muitas vezes fonte de erros. Com este projeto pretende-se obter a informação necessária para se criar uma ferramenta útil e prática, para apoiar nas decisões relacionadas com as medidas e ações estruturais e operacionais relativas à prevenção e proteção da floresta contra incêndios.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

No âmbito da temática em estudo, e ao nível da Autoridade Nacional de Proteção Civil (ANPC) e de outras entidades /intervenientes, existe a preocupação em

se definir neste momento, qual o melhor modelo de atuação estratégica ao nível dos incêndios florestais/rurais e respetiva formação/instrução dos intervenientes operacionais na prevenção e combate destes. Se os conceitos e definições base forem diferentes, quando estas entidades convergem esforços a fim de aumentar a sinergia para a supressão deste flagelo, pode-se muitas vezes criar ambiguidades e situações pouco perceptíveis na fase de planeamento. Quando a fase de planeamento não é bem definida e elaborada, as consequências são sempre notórias na fase de execução. Para o efeito e com base na pesquisa e recolha de dados efetuada, tentou-se desenvolver um modelo concetual para a elaboração de cartografia de risco que se apresenta neste projeto, é a base de orientação internacional de estudos de avaliação de riscos para as mais diversas áreas dos riscos (sismos, cheias, movimentos de massa). Contudo neste, é apenas apresentada a parte de suscetibilidade de ignição de incêndio florestal para o concelho de Barcelos e que são:

2.1 Probabilidade de ocorrência

A probabilidade expressa a verosimilhança de que um determinado evento ocorra e, deste modo, pode entender-se como um indicador de certeza da ocorrência desse evento (Verde, J. 2008:14).

2.2 Suscetibilidade

No caso dos incêndios florestais, uma determinada área será tanto mais ou menos suscetível quanto melhor permitir a deflagração e/ou a progressão do incêndio (Verde, 2008).

2.3 Perigosidade

Segundo a definição de Varnes (1984; cit. in Verde 2008:15), a perigosidade é a probabilidade de ocorrência de fenómenos potencialmente destruidores, num determinado intervalo de tempo e numa dada área.

2.4 Vulnerabilidade

A vulnerabilidade segundo Varnes (1984; cit. in Verde 2008:15) expressa o grau de perda a que um determinado elemento está sujeito em face da ocorrência do fenómeno tratado.

2.5 Dano Potencial

Como afirma João Verde (Verde, 2008:14) para reposição da performance dos elementos afetados, seria mais barato e mais rápido repor o edificado do que o povoamento. É nesta medida que a introdução de uma variável adicional, a variável valor económico, é útil. Isso vai contra tudo o que está patente diariamente no combate a incêndios florestais, pois muita das vezes é colocado em causa a supressão do incêndio propriamente dito (estratégia) para posicionar meios preciosos na proteção de pontos sensíveis. Desta forma, há países onde adotam estratégias e combatentes diferenciados, existindo os bombeiros, que atuaram na interface urbano-florestal e os bombeiros florestais que se preocuparam apenas em definir a melhor estratégia para supressão do incêndio.

2.6 Risco

Segundo Bachmann e Allgöwer (2001) (Cit in Alves. p. 2012:28), o risco de incêndio florestal é a probabilidade de que um incêndio florestal ocorra num local específico, sob determinadas circunstâncias.

2.7 Modelo de Suscetibilidade

Este tipo de cartografia é elaborado com base em fatores condicionantes. No caso dos incêndios florestais, pode-se identificar e analisar cartograficamente este fenómeno, de forma a maximizar a eficácia da prevenção e supressão. Segundo Vasconcelos, 2001; Cardille, 2001; Preslier, 2004; Catry, 2007; Martínez, Veja-Garcia, Chuvieco, 2009 (cit. in Alves. P. 2012:46), a regressão logística tem sido uma das técnicas mais utilizadas para a modelação estatística, englobada nos métodos de cartografia indireta.

2.8 Variável dependente

Com o objetivo de aferir a variável dependente identificou-se os pontos/locais com a presença e a ausência da ocorrência de ignições de incêndios florestais, com base nos levantamentos efetuados pelo gabinete técnico florestal. A política do gabinete técnico florestal do concelho de Barcelos, assenta na obrigatoriedade de efetuar o levantamento de todos os incêndios com mais de 5 hectares. A localização dos pontos de ignição é feita através da análise efetuada pelo gabinete técnico florestal do município. O registo é realizado no local mais aproximado do ponto de início do incêndio. Após análise e validação dos pontos fornecidos pelo gabinete técnico florestal salienta-se que: 1-Ignição está localizada no tecido urbano; 1-Ignição está localizada no tecido de industria, comércio e transportes; 1-Ignição está localizada em áreas de culturas permanentes; 80-Ignições estão localizadas em zonas de floresta; 16-Ignições estão localizadas em zonas de floresta aberta com vegetação arbustiva e herbácea; 1-Ignição está

localizada em zonas de descobertas e com pouca vegetação. Para confirmar o referido anteriormente, procedeu-se a uma análise estatística das intervenções do corpo de bombeiros de Viatodos. Este, compreende na sua área de atuação, de acordo com o despacho nº140/RI/DNB/2009, 14 freguesias, isto de acordo com a anterior divisão administrativa (antes das uniões de freguesias). A área de atuação própria do corpo de Bombeiros de Viatodos tem 5.215,58 há (13,77% da área total do concelho), onde reside 12,62% (15.189 habitantes) do total da população do concelho.

Segundo a Avaliação Nacional de Risco e a listagem de freguesias classificadas quanto à perigosidade de incêndio florestal, que foi publicada no portal do Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, o concelho de Barcelos tem 25,44ha de área classificada como de média perigosidade e 4,217ha, como muito alta perigosidade a incêndios florestais, representando, respetivamente, 11,13% e 67,16% do total do município de Barcelos. Conclui-se que 78,29% do total do concelho está referenciado pelo Instituto da Conservação da Natureza e Florestas (ICNF) como de elevada perigosidade a incêndios florestais. Segundo o ICNF, 52,74% (2750,58ha) do território da área de atuação própria dos Bombeiros Voluntários de Viatodos está classificada como nível médio de perigosidade. Ao fim de definir a presença do fenómeno através dos 100 pontos de ignição, foi necessário identificar a ausência do fenómeno, denominados de não sítios. Deste modo criou-se aleatoriamente 200 não pontos, não coincidentes com os pontos de ignição (através da ferramenta do ArcToolbox – Creat Random Points). Após vários testes, optou-se por utilizar somente 100 pontos de ignição e 200 não pontos.

2.9 Variáveis Independentes

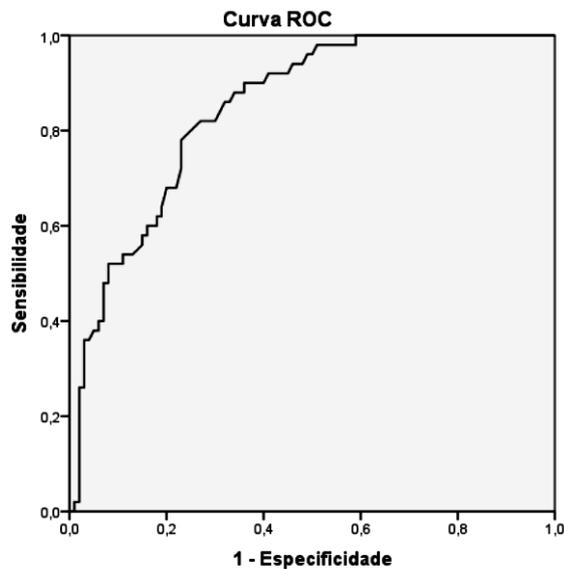
As variáveis independentes são escolhidas entre todas as variáveis que estão associadas à probabilidade de ignição dos incêndios florestais. Com base nos dados disponibilizados pela Autoridade Florestal Nacional (agora Instituto da Conservação da Natureza e Florestas), entre 2009 e 2011, nos incêndios que foi possível determinar a causalidade, 99% das ocorrências foram atribuídas à causa humana. Com base nestes dados, a análise vai incidir sobre a presença humana e a influência que esta exerce na ocupação do solo. Contudo deve-se salientar, que prever o comportamento humano é uma tarefa extremamente difícil.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Construção do modelo

Foi aplicado o teste de significância estatística (qui-quadrado), visando definir os fatores condicionantes que possuem comportamentos estatisticamente distintos relativamente às duas variáveis dependentes. No final, foi avaliada a performance do modelo, através da análise efetuada com a curva ROC, que analisa a proporção de verdadeiros positivos, que são classificados como positivos e qual a proporção de verdadeiros negativos que

o modelo classifica como negativos, conforme ilustra o Gráfico 1.



Os segmentos diagonais são produzidos por empates.

Gráfico 1- Curva ROC

Confirma-se na curva ROC, que área abaixo da curva é bastante grande, indo de encontro ao que afirma Catry (2007, cit in Alves. P, 2012:52), “*Um modelo que denota um bom desempenho é aquele que engloba grandes áreas abaixo da curva*”. Os valores entre 0,5-0,7 indicam baixa precisão, valores entre 0,7-0,8 indicam uma precisão aceitável, entre 0,8-0,9 indicam uma boa precisão e os valores superiores a 0,9 revelam uma excelente capacidade preditiva do modelo (Hosmes e Lemeshow, 2000, Cit in Alves. P. 2012).

3.2 Caracterização do Concelho de Barcelos

O concelho de Barcelos está inserido na NUT III – Cávado, pertencendo ao distrito de Braga. Em termos de área, o concelho perfaz um total de 37.890 hectares, distribuídos por 43 freguesias e 18 uniões de freguesias (antes das alterações introduzidas pela Lei 11-4/2013 de 28 de janeiro, o concelho comportava 89 freguesias). Os sistemas paisagísticos que compõem este concelho são resultado da diferente combinação de 4 tipos de unidades distintas: floresta, matas, áreas agrícolas e áreas urbanizadas. De forma a caracterizar o território em análise e perceber a influência do relevo na floresta, foi elaborado um modelo digital do terreno (MDT) utilizando curvas de nível com intervalo de 10m e os pontos cotados cedidos pelo município. Com base no MDT criou-se a carta hipsométrica do Concelho de Barcelos. Na sua generalidade é um concelho com os declives situados entre os 0 e 32 %, no entanto nas áreas florestais mais contínuas os declives são mais acentuados, tendo estes exemplos espalhados por todo o concelho. A tendência de aumento da incidência de incêndios florestais é contrariada no concelho de Barcelos, desde o ano de 2005, sendo que a incidência de ocorrência tem diminuído. Constatase que todos os anos o número de

fogachos é muito superior ao número de incêndios florestais.

4. CONCLUSÕES

Com o presente trabalho pode-se concluir que todos os objetivos previstos no estudo foram alcançados. Também dos resultados obtidos, foram analisados 100 pontos de ignição, que ocorreram no concelho de Barcelos, entre o ano de 2008 e 2014, com a utilização do método de regressão logística, sendo possível produzir um mapa de suscetibilidade de incêndio florestal, para o concelho de Barcelos, peça fundamental para a concretização final deste trabalho e para todos os intervenientes operacionais no âmbito do combate aos incêndios florestais/rurais.

Contatou-se também que que nos últimos anos o dispositivo especial de combate a incêndios florestais, a formação e preparação dos operacionais, tem sofrido grandes alterações. Neste seguimento, o treino e a formação dos operacionais pode aumentar a performance e eficiência nas diversas missões..

Por fim, pode-se também referir que os incêndios florestais têm de ser trabalhados o ano inteiro, nas diversas fases: prevenção, vigilância deteção e alerta, supressão e recuperação pós-fogo, só evoluindo em todas as vertentes de forma integrada podemos ter sucesso. Assim, as entidades responsáveis por cada fase respetivamente, Instituto da Conservação da Natureza, GNR, ANPC, devem convergir esforços de forma garantirem em permanência uma resposta adequada e articulada, em função do grau de gravidade e probabilidade de ocorrência de incêndios florestais, evitando que estas fases sejam vistas separadamente.

5. REFERÊNCIAS

- Alves, P.M.C, (2012), Dissertação de Mestrado “Probabilidade de Ignição e Suscetibilidade de Incêndios Florestais”, Faculdade de Letras da Universidade do Porto.
- Varnes, D.J. (1984), Landslide hazard zonation: a review of principles and practice, UNESCO, Paris.
- Verde, J. (2008), Dissertação de Mestrado “Avaliação da Perigosidade de Incêndio Florestal”. Universidade de Lisboa.
- Lei nº 11-A/2013 de 28 de janeiro, Reorganização administrativa do território das freguesias.

Atualizações Legislativas quanto ao Licenciamento Ambiental de Centrais Geradoras Hidrelétricas no Brasil

Legislative Updates about the Environmental Licensing of Small Hydropower Plants in Brazil

Nogueira-Bonaiuti, Agatha¹; Nóbrega, Justino. S.W.^{1,2}; Abensur, Dan. G.¹; Matsuzaki, Izabel. C.C.S.¹.

¹ Departamento de Engenharia de Produção. Universidade Veiga de Almeida (UVA). Rio de Janeiro. Brasil.

² Pós Graduação de Engenharia de Segurança do Trabalho. Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Rio de Janeiro. Brasil.

ABSTRACT

This article presents the updates about the environmental licensing of small hydropower plants (in Portuguese called CGH), in the Brazilian territory. Brazil is a country that demands an increasing amount of energy and among the economically feasible and sustainable possibilities are the hydroelectric projects of CGH. These small plants are easier to implement, have a reduced environmental impact, allowed to put into operation in a period of less than five years, which permits a faster financial return, and may generate development for the locations where they are built, and consist in a very interesting alternative also in the social aspect. Faced with legislative laws and the promise of distributed generation scenario, CGH gain more space. The environmental licensing process directly affects the implementation of hydroelectric projects in Brazil and this legislation is used to be one of the most complex and conservative in the world, and is often a major obstacle to building new hydroelectric power stations. Beyond this, understand how particularities involved in the stages of this process is very important to directed the environmental licensing in an agile, efficient and sustainable way, in addition to promoting social gains.

KEYWORDS: energy, environmental licensing, small hydropower plant, sustainable, Brazil

1. INTRODUÇÃO

A energia consiste no elemento base para o desenvolvimento de um país, sendo fonte de oportunidades nas esferas social e econômica. Sem a disponibilidade adequada desse fator de produção, não é possível se desenvolver além de uma economia de subsistência (Ohunakin, Ojolo, & Ajayi, 2011).

Os combustíveis fósseis estão entre os recursos mais utilizados para produção de energia no mundo e, além de estarem se tornando mais escassos, são considerados uns dos maiores gases agravantes do efeito estufa que se relacionam diretamente com as alterações climáticas globais. Este quadro tem aumentado o interesse em se investir em estratégias mais limpas para geração energética, estando inclusa a utilização dos recursos hídricos (Baños *et al.*, 2011).

O Brasil é um país que apresenta dimensões continentais e um potencial hídrico substancial, sendo composto por 12 regiões hidrográficas, o que favorece a adoção de uma matriz energética fundamentada nos aproveitamentos hidrelétricos. (Reis, 2011) Entretanto, o uso deste potencial de forma mal estruturada, a partir de um planejamento energético ineficiente, tem exposto o país a crises energéticas desde 2001 (Lima, 2009).

À luz da sustentabilidade, o setor elétrico brasileiro tem investido no uso de energias limpas, onde se destacam as fontes renováveis, sobretudo a hidráulica. Todavia, os maiores gargalos à expansão hidrelétrica no país são de natureza ambiental, apoiada por uma legislação conservadora (Brasil/Aneel, 2008).

Apesar de um amplo potencial hídrico disponível, as leis e os órgãos ambientais, tanto no âmbito federal quanto no estadual e no municipal, preocupam-se com o

uso pleno do potencial energético que advém dos rios, sobretudo tratando-se de usinas hidrelétricas (UHE) que podem causar grandes danos socioambientais nas áreas em que são instaladas (Pinho, Maia, & Monterroso, 2007).

Uma alternativa que tem sido bastante incentivada, a partir de 2010, é a adoção dos aproveitamentos de pequeno porte tipo Central Geradora Hidrelétrica (CGH) para geração de até 5 MW, que por apresentarem pequenas dimensões, resultam em investimentos de menor custo e impactos ambientais reduzidos. Adicionalmente, podem trazer benefícios socioeconômicos para a região e entornos, através do seu desenvolvimento e geração de emprego direto e indireto (Tolmasquim, 2016).

Sendo o licenciamento das CGH pré requisito para viabilizar o desenvolvimento desta fonte energética, equilibrando os interesses dos investidores, órgãos ambientais competentes, do setor elétrico e das comunidades afetadas, deve-se investir no entendimento pleno do seu processo.

1.1 Objetivo

Dada a importância da reestruturação da matriz energética brasileira, investindo-se em fontes alternativas de energia de forma regulada e consciente ambientalmente, o objetivo do artigo é discutir as revisões legislativas, de 2015 a 2017, relacionadas ao processo de licenciamento ambiental para viabilizar a implantação de CGH no Brasil.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para realizar um processo de licenciamento ambiental no Brasil, deve-se realizar uma pesquisa legislativa que engloba diversos atores, dentre estes, órgãos competentes dos municípios, estados e União. Ademais, em conjunto aos aspectos ambientais, devem ser considerados os socioeconômicos e arqueológicos.

Portanto, o presente trabalho foi realizado a partir do levantamento legislativo acerca do licenciamento ambiental aplicado às CGH ao longo do território brasileiro, observando-se os principais agentes envolvidos, as atualizações de procedimento entre os anos de 2015 a 2017, bem como as diferenças de processo a nível federal, estadual e municipal.

3. RESULTADOS

A investigação legislativa apontou para importantes atualizações legais quanto ao processo de licenciamento ambiental de CGH ao longo do território brasileiro, compreendidas no período de 2015 a 2017, conforme sintetizado na tabela 1.

Tabela 1. Revisões legais de CGH (2015 a 2017)

DISPOSITIVO LEGAL	DESCRIÇÃO
Lei federal nº 13.360, de 17 de novembro de 2016 (Brasil) - altera a Lei nº 13.097, de 19 de janeiro de 2015	“Art. 8º: O aproveitamento de potenciais hidráulicos e a implantação de usinas termoelétricas de potência igual ou inferior a cinco mil quilowatts estão dispensados de concessão, permissão ou autorização, devendo apenas ser comunicados ao poder concedente.”
Decreto estadual nº 47.137, de 24 de janeiro de 2017 (Minas Gerais) - altera o Decreto nº 44.844, de 25 de junho de 2008)	“§ 1º – A LP, a LI e a LO poderão ser solicitadas concomitantemente, em uma única fase, para os seguintes empreendimentos: a) de pequeno porte e grande potencial poluidor; b) de médio porte e médio potencial poluidor; c) de grande porte e pequeno potencial poluidor.
Portaria estadual FEPAM nº 039/2017, de 12 de julho de 2017 (Porto Alegre)	Art. 5º - Para fins de licenciamento ambiental de PCH e CGH serão exigidos os seguintes estudos ambientais: I - Estudo Prévio de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto Ambiental EIA/RIMA, para as PCH e CGH situadas dentro dos limites do Bioma Mata Atlântica estabelecidos pelo Mapa da Área de Aplicação da Lei n 11.428, de 2006, cuja implantação implique a supressão de vegetação primária ou secundária em estágio

DISPOSITIVO LEGAL	DESCRIÇÃO
	avançado de regeneração; II - Relatório Ambiental Simplificado (RAS), para os demais casos.”

Fonte: Elaboração própria

A partir do exposto, é importante ressaltar que a Lei federal nº. 13.360 (2016) ampliou a capacidade das CGH para 5MW de potência instalada, e que o Decreto federal nº 47.137 (2017) engloba as CGH, uma vez que estas são consideradas empreendimentos de pequeno porte e grande potencial poluidor.

4. DISCUSSÃO

O Brasil possui uma rigorosa legislação ambiental, o que muitas vezes atua como o entrave para o desenvolvimento dos empreendimentos hidrelétricos, incluso os de pequeno porte, resultado da falta de sincronia entre os marcos regulatórios dos setores ambiental e elétrico (Banco Mundial, 2008). No entanto, as constantes atualizações legislativas têm buscado sanar essa falha, de forma a facilitar a construção das usinas sem deixar de atender aos ditames do desenvolvimento sustentável.

O licenciamento ambiental consiste num importante processo para implantação de usinas hidrelétricas, mesmo as de pequeno porte. Portanto, para que seja otimizado, sua execução deve ser feita de forma totalmente integrada entre os investidores, demais empresas atuantes nas etapas de implantação das usinas, órgãos ambientais competentes e entidades do setor elétrico, além das comunidades locais a serem afetadas por suas construções.

Apesar dos avanços na legislação para facilitar o processo de licenciamento ambiental no Brasil e alavancar a construção de pequenas hidrelétricas, sobretudo as CGH, ainda há muitas controvérsias e resistências, principalmente devido à soberania dos estados e até dos municípios em relação aos procedimentos adotados no processo. Mesmo com as transformações observadas na legislação federal que buscam tornar o licenciamento mais ágil, os órgãos estaduais ou municipais competentes possuem o direito de fazer intervenções e seguir suas regras, desde que estas sejam mais restritivas. A postura conservadora, frequentemente observada, fundamenta-se no argumento de que o crescimento indiscriminado destes empreendimentos poderia resultar em impactos socioambientais significativos.

Desta forma, para que se alcancem avanços reais quanto ao licenciamento ambiental destas pequenas hidrelétricas brasileiras, deve-se investir numa maior articulação entre as partes interessadas ao longo de todo o território nacional. O foco não deve ser uma tentativa velada de revogar o princípio de soberania dos estados e municípios, outrossim, a busca por uniformizar o processo, minimamente, tornando-o atrativo para os

investidores, sem desrespeitar o meio ambiente e as comunidades afetadas.

Para tal, seria interessante promover, com frequência, congressos, encontros, debates, *workshops* e/ou qualquer ferramenta que tenha por finalidades aumentar a interação e facilitar a atualização e participação de todos os interessados no processo.

5. CONCLUSÕES

O presente artigo evidencia importantes mudanças legislativas quanto ao licenciamento ambiental brasileiro de centrais geradoras hidrelétricas, no período de 2015 a 2017.

As simplificações adotadas no âmbito federal são pautadas na intenção do governo brasileiro em atrair investidores, sobretudo privados, para este mercado, aproveitando as características das bacias hidrográficas brasileiras que permitem que as CGH sejam mais facilmente implantadas, próximas de centros consumidores.

6. REFERÊNCIAS

- Banco Mundial. (2008). *Licenciamento Ambiental de Empreendimentos Hidrelétricos no Brasil: Uma Contribuição para o Debate* (Relatório N°. 40995-BR). Disponível via The World Bank Group em: http://siteresources.worldbank.org/INTLACBRAZILINPOR/Resourcess/Relatorio_Sintese_PUBLICACAO_28_ABRIL_2008.pdf
- Baños, R., Manzano-Agugliaro, F., Montoya, F. G., Gil, C., Alcayde, A., & Gómez, J. (2011, Maio). Optimization methods applied to renewable and sustainable energy: a review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15, 1753-1766. DOI: 10.1016/j.rser.2010.12.008
- Brasil. Agência Nacional de Energia Elétrica. (2008). *Atlas de Energia Elétrica do Brasil*. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas3ed.pdf>
- Decreto estadual n°. 47.137, de 24 de janeiro de 2017 (2017). Altera o Decreto n° 44.844, de 25 de junho de 2008, que estabelece normas para licenciamento ambiental e autorização ambiental de funcionamento, tipifica e classifica infrações às normas de proteção ao meio ambiente e aos recursos hídricos e estabelece procedimentos administrativos de fiscalização e aplicação das penalidades. Belo Horizonte, MG. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=43478>
- Lei federal n°. 13.360, de 17 de novembro de 2016 (2016). Altera a Lei n° 5.655, de 20 de maio de 1971, a Lei n° 10.438, de 26 de abril de 2002, a Lei n° 9.648, de 27 de maio de 1998, a Lei n° 12.111, de 9 de dezembro de 2009, a Lei n° 12.783, de 11 de janeiro de 2013, a Lei n° 9.074, de 7 de julho de 1995, a Lei n° 7.990, de 28 de dezembro de 1989, a Lei n° 9.491, de 9 de setembro de 1997, a Lei n° 9.427, de 26 de dezembro de 1996, a Lei n° 10.848, de 15 de março de 2004, a Lei n° 11.488, de 15 de junho de 2007, a Lei n° 12.767, de 27 de dezembro de 2012, a Lei n° 13.334, de 13 de setembro de 2016, a Lei n° 13.169, de 6 de outubro de 2015, a Lei n° 11.909, de 4 de março de 2009, e a Lei n° 13.203, de 8 de dezembro de 2015; e dá outras providências. Brasília, DF. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/lei/L13360.htm
- Ohunakin, O. S.; Ojolo, D. J., & Ajayi, O. (2011, Maio). Small hydropower (SHP) development in Nigeria: an assessment. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15, 2006-2013. DOI: 10.1016/j.rser.2011.01.003
- Pinho, P., Maia, R., & Monterroso, A. (2007, Abril). The quality of Portuguese environmental impact studies: the case of small hydropower projects. *Environmental Impact Assessment Review*, 27, 189-205. DOI: 10.1016/j.eiar.2006.10.005
- Portaria estadual FEPAM n°. 039, de 12 de julho de 2017 (2017). Dispõe sobre os critérios e diretrizes gerais, bem como define os estudos ambientais e os procedimentos básicos a serem seguidos no âmbito do licenciamento ambiental de Pequenas Centrais Hidrelétricas - PCH, e Centrais Geradoras Hidrelétricas - CGH. Porto Alegre, RS. Disponível em: <http://www.fepam.rs.gov.br/LEGISLACAO/ARQ/PORTARIA039-2017.PDF>
- Reis, L. B. (2011) *Geração de energia elétrica*. São Paulo, Barueri: Manole
- Tolmasquim, M. T. (Coord.). (2016). *Energia renovável: hidráulica, biomassa, eólica, solar, oceânica*. Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-172/Energia%20Renov%C3%A1vel%20-%20Online%2016maio2016.pdf>

Do not take for granted: use a Checklist to conduct systematic observation

Liliana Costa e Isabel Loureiro

University of Minho

ABSTRACT

This paper is a part of a study that was conducted in a company that produces electronic components for car radio aiming to evaluate the effectiveness of the existent Job rotation scheme in terms of Work-Related Musculoskeletal Disorders decrease. Indeed, these type of disorders are increasingly a health problem, as industries are more demanding, creating more pressure on workers, often without respecting working conditions. A methodology comprising several steps was developed being the present work focused on the importance of a checklist implementation to observe in locus if the job rotation scheme was implemented in the same terms that it was conceived. Through the checklist application it was possible to have a general picture of the context under study concluding that there was a gap between the theoretical scheme and the one that was developed in a daily basis. Checklist also revealed being an important tool helping on the definition of the next steps.

KEYWORDS: checklist, primary observation, rotation schemes

1. INTRODUCTION

Work-Related Musculoskeletal Disorders (WRMDs) are increasingly becoming a health problem, as industries focused on productivity become more demanding, creating more pressure on workers, often without respecting working conditions. The study of Human factors in industries aims to guarantee that working conditions are as adequate as possible, ensuring workers' motivation, while preventing diseases and accidents. By doing so, healthy and motivated workers will be more willing to increase productivity (Fonseca et al., 2016). Indeed, by investing on Systems design companies are willing to mitigate the existent risk factors on occupational contexts (Silva et al., 2015). However, many industries merely consider ergonomics as the application of the legislation without taking into account all the potentialities of this domain area.

Several authors believe that job rotation is one of the main measure that can be implemented to decrease WRMDs (Axelsson e Ponten, 1990; Henderson, 1992; Hinnen et al., 1992; Ellis, 1999; Kuijer et al., 1999; cited by Aptel, Cail, Gerling & Louius, 2008). According to the authors, this organizational measure can diversify the level of physical and psychological demanding related to task's performance decreasing risk factors namely those related to the WRMDs occurrence.

To Aptel et al. (2008), job rotation is based on five main steps: ergonomic analysis, Systems integration, implementation, validation and follow-up of the results. In the first phase it is necessary to study workers characteristics namely anthropometric characteristics, level of competences and biomechanics demanding of the tasks.

This paper is a part of a study that was conducted in a company that produces electronic components for car radio aiming to evaluate if the existent Job rotation scheme implemented in the receiving area was effective in terms of WRMDs decrease (Costa, 2017). In fact, this area presented several reports on WRMDs. To deal with the problem, the Company' Ergonomist developed a theoretical Job rotation scheme, to be implemented in the 10 existent workstations. Generally, the tasks consist on

unload the raw material from the containers that is packed in boxes presenting several types of dimensions and weights. Carry the boxes to the working stations, check the material and organize it to allow storage. The present paper is focused on the development of a checklist to perform a systematic analysis of the real working conditions. This step become very important to the final work as a gap was founded between theoretical model and the real situation that was founded by primary observation in locus. Indeed, primary observation is understood as the one where the investigator is on the spot and describes all the processes / tasks that workers are performing during their work shift (Saunders, Lewis & Thornhill, 2009).

2. MATERIALS AND METHODS

The study was conducted in ten workstations of the receiving area. Only the second shift was analyzed comprising a total of ten workers but only six of the total participated on the study as in theoretical terms only they were under the rotation scheme predefined by the company meaning that 4 workers were performing the same task in the daily working schedule. This was checked in locus by direct observation in the first visit that was conducted. After that, a checklist was developed providing a systematic observation of the real working conditions including all the postures adopted by workers when developing their activities. The inclusion of the postures analysis was also to analyze what kind of muscular groups, tasks demanded. This was important due to the main purpose of the study that was analyze the effectiveness of the rotation scheme in decreasing the WRMSd. It was then necessary to observe in a systematic way the postures used by workers to infer about the muscular groups checking at the end if the rotation scheme did considered this fact or if it was developed only considering the task rotation per se. During the process several observation tools were developed but the present paper is focused on the checklist as a tool that can provide a systematic observation of the situation under analysis. The checklist was based on pre conceived ones (Costa, 2004; ACT, 2014). It was divided in four main

areas: 1- General conditions of the area under study; such as emergency exits; lighting; Thermal environment; existence and effective use of personal protective equipment (PPE); 2- Workplaces' Ergonomics, analyzing if the organization of the workplace was flexible allowing workers to alternate between postures; the distance of the necessary tools for the task; the means that were used to reduce physical effort in manual handling of loads; if the task required the employee to work with elbows supported; if the working plan work was adjusted to prevent the worker from making torso twists, or demanding high positions of the hand-arm system, 3- Postures and movements. This area was divided in five subsections. A general analysis where the working areas was characterized in terms of movements' restrictions, seats characteristics and monitors positions. A section focused on employee's posture mainly on torso position in sitting and standing position. Neck and Shoulders were also observed; whether if the operator had a free and relaxed posture; the operator adopted a natural posture but limited by the activity; the operator had a tense posture limited by activity; the operator assumed a posture of rotation or flexion of the neck and / or elevation at the level of the shoulders; or if the operator took a posterior extension of the neck, needing to demand arms use. A section to Elbows and wrists was also included analyzing for example the level of demanding and use of strength; if the position of the arms was conditioned by the task and if tension existed. The last subsection was dedicated to Hips and Legs. Finally in section 4 of the Checklist, Lifting and Falling of Materials were studied. This section comprised the analysis of lifting operations. Level of Training to perform this task as well and equipment used were observed and information was collected. This study comprised the analysis of six working stations so, to have a general picture of the context under analysis the checklist was applied during the period of six consecutive days. This way it was possible to observe with more detail the postures of the workers when performing each of the tasks in the working stations.

3. RESULTS

In the following lines some results from the checklist application are provided.

In the area under analysis, traffic lanes are appropriated for forklifts to circulate, however the lanes are not marked so, workers circulates carefully. As far as lighting is concerned, there are fluorescent lamps in the reception area. Scintillation was observed in three workstations. It was checked that the area presented problems with respect to the thermal isolation. Workers reported feeling the effects of the outside temperature because the doors are open to unload the trucks. In order to solve this situation the company provides thermal vests.

As regards the use of personal protective equipment (PPE), the area is complying with the directives and the team leader stated that employees have training in PPE

and its handling. The employees use as PPE steel toe shoes, gowns, company polo, vests and gloves.

There is an emergency signal. Record of accidents and incidents of work of the area itself, as well as pamphlets with safety measures (manual manipulation of loads, use of sharp materials and conduction of equipment) are posted. The minimum acceptable load (8kg) is attached to the panels for the operator to handle manually.

As regards the ergonomics of the work stations, it has been found that the workbenches are not adjustable, as well as the height of the monitor placed in the workstations. The worker works in the standing position, existing the possibility to use a bench to set. Employees handle all materials with gloves and use X-ato to open the boxes and remove the material to check.

In relation equipment's used to perform the loading tasks, it was observed the existence of a hydraulic with pressure sensor with height adjustment. The employee has access to the whole area of the pallet, allowing all material to be reached. Also in some stations, the material arrives to the conference stations by gravity action on the rollers. When the material is checked at these stations, the employee after having removed the first level of boxes has to stretch on the pallet in order to achieve all the material on the pallet. In these stations it is not possible to access the material on the pallet in the same way.

Each day, predictably, workers changed between the workings position. As the checklist was applied in six different days it was possible to observe that for certain tasks workers prefer not to rotate. When asked about, they explained that they didn't feel comfortable because they have to adopt some painful postures. Also it was possible to observe that in four of the six workstation, the same muscular group was being used. So, workers were performing different tasks but using the same muscular group. Furthermore, the postures were not appropriated.

4. CONCLUSIONS

Through the checklist application it was possible to have a general picture of the context under study. It was possible to conclude that there was a gap between the information provided by the company, concerning the implementation of the rotation scheme and what was done in a daily basis. The obtained results became also very important to define the next steps. Indeed in an initial phase, everything was planned to analyze the effectiveness of the implemented rotation scheme afterwards it was necessary to characterize the scheme as it was done in a different way.

5. ACKNOWLEDGMENTS

This work has been supported by COMPETE: POCI-01-0145-FEDER-007043 and FCT – Fundação para a Ciência e Tecnologia within the Project Scope: UID/CEC/00319/2013."

6. REFERENCES

Fonseca, H., Santos, N.; Loureiro, I., Arezes, P. (2016). Participatory Ergonomic Approach for Workplace

- Improvements: A Case Study in an Industrial Plant. 491. 407-419. 10.1007/978-3-319-41929-9_38.
- IEA_Internacional Ergonomics Association. (2000). Definition and Domains of ergonomics. Retrieved January 20, 2015, from <http://www.iea.cc/whats/index.html>
- Aptel, M., Cail, F., Gerling, A., Louis, O. (2008). Proposal of parameters to implement a workstation rotation system to protect against MSDs. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 38, 900 – 909.
- Silva C., Barros C., Cunha L., Carnide F., Santos M. (2015). Prevalence of back pain problems in relation to occupational group. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 52, 52 – 58.
- Aptel, M., Cail, F., Gerling, A., Louis, O. (2008). Proposal of parameters to implement a workstation rotation system to protect against MSDs. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 38, 900 – 909.
- Costa, L. (2017). A pertinência da Identificação do grupo muscular na implementação de um modelo de rotatividade. Master Thesis on Human Engineering, University of Minho, Portugal
- Autoridade para as Condições para o Trabalho. (2014). Consultado em 4/02/2014. Disponível em: <http://www.act.gov.pt>
- Costa, L.F.T.G. (2004). Estudo Ergonómico dos postos de trabalho. Análise ergonómica dos postos de trabalho. Tradução e adaptação.

Health and Safety Issues in the development of (nano) carbon-based materials and composites: the case of novel multifunctional carbon fibre reinforced polymer composites

Susana Patrícia Bastos Sousa
INEGI, Portugal

ABSTRACT

The modification of Carbon Fibre Reinforced Polymers with carbon-based engineered nanomaterials, leads to the fabrication of lightweight materials with improved performance. These advanced materials can be exploited in industrial sectors such as aerospace, automotive, civil engineering, wind energy and sport equipment, requiring high-performance composites. Since, the current knowledge on the safety aspects of carbon nano allotropes is still incomplete, the main goal of this work is to evaluate the cytotoxic effects of multi-walled carbon nanotubes to epithelial cells in order to assess the potential risk from inhalation exposure. To evaluate the cytotoxicity effects of non-functionalised multi-walled carbon nanotubes it was used the International Committees Protocols given by the ISO 10993, respecting the Organisation for Economic Co-operation and Development Guidelines. The preliminary results of the pilot study for non-functionalised multi-walled carbon nanotubes, indicate that these carbon-based engineered nanomaterials may cause harmful effects to human health upon bioaccumulation in the human organism. Carbon nano allotropes represent a group of particles that are growing in production and use, although the current knowledge about their impact in human health is insufficient, thus more research is needed to fill the existing gaps. Until then precautionary/prevention measures should be taken in the workplaces.

KEYWORDS: CFRP; carbon nano allotropes; safety impacts; occupational health and safety

1. INTRODUCTION

The total annual quantity of nanomaterials on the market at the global level is estimated at around 11 million tonnes, with a market value of roughly 20 billion euros (EC, 2012). The carbon-based nanomaterials are among the most promising nanomaterials to be used in the industry, especially in the automotive and aerospace sector (Baur & Silverman, 2011; Chaudhry et al., 2017). These nanomaterials, have attracted the interest of scientific community since, when incorporated in a matrix, they act as an additional, multifunctional reinforcement for composites, due to their properties (Kostopoulos et al., 2017). These nanoparticles already showed the ability to improve the global performance of the Carbon Fibre Reinforced Polymer (CFRP) (Table 1). It is unlikely that in the near future, scientific and industrial entities stop using nano-modified CFRP to improve energy efficiency of the vehicles.

Although, the intrinsic properties of nanomaterials (both physicochemical and toxicological) may result in a distinctive hazard profile, their development and handling (also during the product life cycle and end of life) must be complemented with a scientifically valid identification of their potential hazards to human health (Seal et al., 2013; Savolainen et al., 2010). In particular, the case of carbon-based engineered nanomaterials arises further safety considerations, since they possess certain physical aspect characteristics, which classify them as “High Aspect Ratio Nanomaterials” (HARNs) (Saito et al., 2014; Liu et al., 2013).

Table 1 – Some changes made by the carbon nano allotropes addition in CFRP

Type	ϕ^a (nm)	Content (wt. %)	Relevant improvements
Carbon Nanofibres	60 to 200	2,0	+22% Flexural strength +11% Tensile strength +4% Glass transition temperature (Zhou et al., 2008)
	~200	0,3	+79% Impact absorption energy +42% Inter-laminar shear strength +14% Flexural strength (Chen et al., 2014)
Multi- walled carbon nanotubes	10 to 20	0,3	+25 % Flexural strength (Barua & Saha, 2013)
	~10	0,5	+ 3% Tensile strength (Godara et al., 2009)
	30 to 50	0,3	+53% Flexural modulus (Üstün et al., 2016)
^a Average diameter			

For humans, it is important to assess the acute and/or chronic toxicity at the portal of entry systems, namely pulmonary, gastro-intestinal, dermal or intra-ocular. (Firme et al., 2010) However, it should be highlighted that for most airborne particulate nanomaterials, particularly those that are poorly soluble such as carbon nanotubes (CNTs), the primary health concern is the damage to the respiratory system and the cardio-vascular system via inhalation exposure (Savolainen et al., 2010). Dermal absorption and skin penetration is also of importance, nevertheless healthy skin tissue presents a better barrier function compared to the respiratory tract.

This barrier functionality can be inadequate in case of skin lesions, strong mechanical strain or small nanoparticles up to 10 nm. Exposure through ingestion or intra-ocular is of lower concern, since it can be effectively limited by respecting basic safety practice rules and following basic personal hygiene principles (e.g. wearing personal protective equipment during working activities and removing them before leaving work areas, washing hands before and after each activity) (Teow et al., 2011). At present there are few and controversial experimental hazard data for CNTs and Carbon nanofibers (CNFs), and no in-depth quantitative toxicological data evaluations. However, it must be stressed out that the International Agency for Research on Cancer already have classify a kind of multi-walled CNTs (MWCNTs) as “possibly carcinogenic to humans” (Grosse et al., 2014).

In this context, the aim of this work is to evaluate the cytotoxicity effects of non-functionalised MWCNTs according to International Committees Protocols given by the ISO 10993, respecting the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) Guidelines.

2. METHODOLOGY

In order to assess the possible cytotoxic effects of MWCNTs, they should be considered as a device in possible contact with the human organism, (thus the 10993-5 protocols were chosen as suitable for assessing their *in vitro* behaviour). The *in vitro* cytotoxicity of non-functionalised MWCNTs has been evaluated by performing the MTT assay. The experiments have been performed using adenocarcinomic human epithelial cells (A549), to assess the potential risk from inhalation exposure. Immediately after the contact of MWCNT's with the cells, the cell viability has been evaluated and quantified spectro-photometrically (VersaMax ELISA Microplate Reader, Biocompare, USA) as absorbance of formazan at 570 nm. Additionally, images from an inverted microscope have been taken in order to observe any structural modifications on the cells due to their contact with MWCNTs.

3. RESULTS

The results from the MTT assay, reported as a percentage of formazan absorbance, for the cell cultures with different cell density (5.000 cells/cm² and 20.000 cells/cm² respectively) are presented in Figures 1 and 2.

Structural modifications on the cells due to their contact with MWCNTs were identified through images from an inverted microscope in Figure 3.

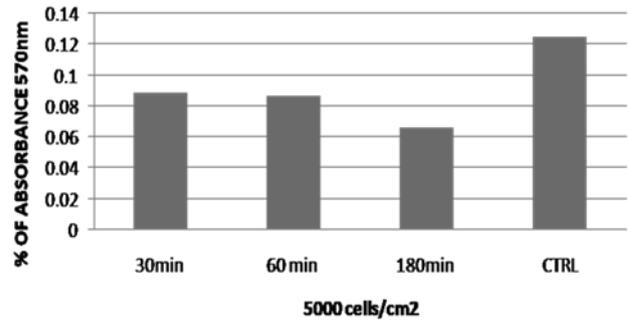


Figure 1 – Cell proliferation detected using the MTT assay with cell density 5.000 cells/cm²

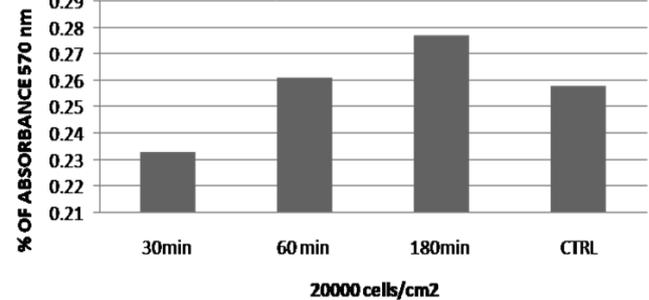


Figure 2 - Cell proliferation detected using the MTT assay with cell density 20.000 cells/cm²

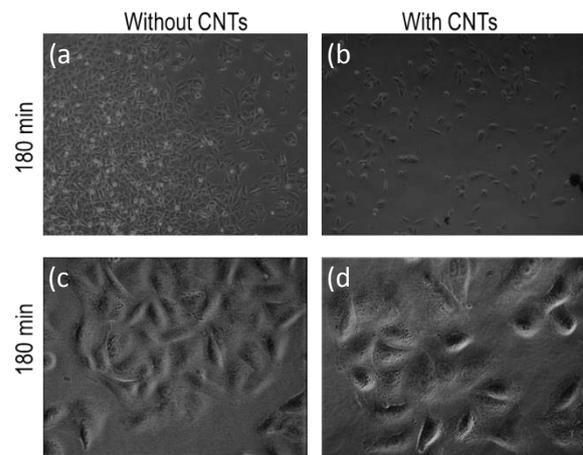


Figure 3 – Inverted microscope images of cells seeded with and without MWCNTs for 180 min

4. DISCUSSION

The results from the evaluation of MWCNTs cytotoxicity through MTT assay indicate a direct relationship between the number of seeded cells and the toxic effect of MWCNTs. From the diagram presented in Figure 1, it can be clearly seen that the number of viable cells, corresponding to the recorded absorbance percentage, is decreasing as the time in contact with MWCNTs is increasing. Therefore, it can be indicated that cell viability is negatively affected by the presence of MWCNTs. On the contrary, when cells with higher density (Figure 2) are seeded in the presence of MWCNTs, a clear tendency of the cells to proliferate is proved. It is thus suggested that CNTs will demonstrate toxic effects on cells only in higher concentrations, highlighting that CNTs could be harmful to the human

health upon bioaccumulation in the body. Comparable results can be extracted from the observation of cells' structural morphology through an inverted microscope. Figure 3 pictures reveal that, after culture for 3h, the population of cells is higher when cells are seeded without CNTs. Additionally, as it can be seen from picture d) cells' surface is covered with apoptotic vesicles, proving that after 3 hours of contact with CNTs, cells started to manifest their discomfort in the experimental conditions, presenting an apoptotic behaviour.

5. CONCLUSIONS

The preliminary results of the pilot study for non-functionalised MWCNTs, indicate that these carbon-based engineered nanomaterials may cause harmful side effects to human health upon bioaccumulation in the human organism. It is suggested that exposure to CNTs will not have acute toxic effects to people (workers, researchers, etc.) dealing with this kind of materials, however prolonged and repeated exposure may lead to undesired health implications. Subsequently, the main goal of this study is to prioritise attention towards carbon-based nanomaterials for which specific health concerns have been raised. Based on the type and the level of potential exposure during working activities, the extent of control required can be estimated.

The identification of the potential hazards of CNTs to human health will enhance the development of advanced CFRP through their modification with nanoparticles, since the uncertainties currently characterize the safety issues of these processes will be overcome. Moreover, manufacturing "safe" products incorporating CNTs, will enhance the confidence of consumers, workers and other relevant stakeholders, confronting the inherent public mistrust to new technologies.

Carbon nano allotropes represent a group of particles that are growing in production and use, although the current knowledge about their impact in human health is insufficient, thus more research is needed to fill the existing gaps. Until then precautionary/prevention measures should be taken.

6. ACKNOWLEDGMENTS

This work has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation program MODCOMP under grant agreement No. 685844.

7. REFERENCES

Barua, B. (2013,January). Ultrasound Assisted Hybrid Carbon Epoxy Composites Containing Carbon Nanotubes. *Journal of Engineering Materials and Technology-Transactions of the ASME*, 135(1), 011009-011016.
DOI: 10.1115/1.4023043

Baur, J. (2011,January). Challenges and Opportunities in Multifunctional Nanocomposite Structures for Aerospace Applications. *MRS Bulletin*, 32(4), 328-334.
DOI: 10.1557/mrs2007.231

Chaudhry, M.S. (2017,October). Characterization of carbon nanotube enhanced interlaminar fracture toughness of woven carbon fiber reinforced polymer composites.

International Journal of Mechanical Sciences, 131-132, 480-489.
DOI:https://doi.org/10.1016/j.ijmecsci.2017.06.016

Chen, Q. (2014,March). Nano-epoxy resins containing electrospun carbon nanofibers and the resulting hybrid multi-scale composites. *Composites Part B: Engineering*, 58, 43-53.
DOI: 10.1016/j.compositesb.2013.10.048

EC. (2012,October). Communication from the Commission to the European Parliament, the Council and the European Economic and Social Committee. Second Regulatory Review On Nanomaterials. COM/2012/0572. Retrieved from <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52012DC0572&from=EN>.

Firme, C.P. (2010,April). Toxicity issues in the application of carbon nanotubes to biological systems. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology, and Medicine*, 6, 245-256.
DOI: 10.1016/j.nano.2009.07.003

Godara, A. (2009,October). Influence of carbon nanotube reinforcement on the processing and the mechanical behaviour of carbon fiber/epoxy composites. *Carbon*, 47(12), 2914-2923.
DOI: 10.1016/j.carbon.2009.06.039

Grosse, Y. (2014,December). Carcinogenicity of fluoro-edenite, silicon carbide fibres and whiskers, and carbon nanotubes. *The Lancet Oncology*, 15(13), 1427-1428.
DOI: 10.1016/S1470-2045(14)71109-X

Kostopoulos, V. (2017,March). A critical review of nanotechnologies for composite aerospace structures. *CEAS Space Journal*, 9(1), 35-57.
DOI: 10.1007/s12567-016-0123-7

Liu, Y., et al. (2013,September). Understanding the Toxicity of Carbon Nanotubes. *Accounts of Chemical Research* 46, 702-713.
DOI: 10.1021/ar300028m

Saito, N. (2014,April). Safe Clinical Use of Carbon Nanotubes as Innovative Biomaterials. *Chemical Reviews*, 114, 6040-6079.
DOI: 10.1021/cr400341h

Savolainen, K. (2010,October). Nanotechnologies, engineered nanomaterials and occupational health and safety-A review. *Safety Science*, 48, 957-963.
DOI: 10.1016/j.ssci.2010.03.006

Savolainen, K. (2010,March). Risk assessment of engineered nanomaterials and nanotechnologies-A review. *Toxicology* 269, 92-104.
DOI: 10.1016/j.tox.2010.01.013

Seal, S. (2013,March). Safety aspects of nanotechnology based activity. *Safety Science*, 63, 217-225.
DOI: 10.1016/j.ssci.2013.11.018

Teow, Y. (2011,April). Health impact and safety of engineered nanomaterials. *Chemical Communications*, 47, 7025-7038.
DOI: 10.1039/c0cc05271j

Üstün, T. (2016,July). Evaluating the effectiveness of nanofillers in filament wound carbon/epoxy multiscale composite pipes. *Composites Part B: Engineering*, 96, 1-6.
DOI: 10.1016/j.compositesb.2016.04.031

Zhou, Y. (2008,March). Improvement in mechanical properties of carbon fabric-epoxy composite using carbon nanofibers. *Journal of Materials Processing Technology*, 198(1), 445-453.
DOI: 10.1016/j.jmatprotec.2007.07.028

Can professional footwear help mitigate the fatigue of logistics professionals?

Ana Rita Pedrosa

SPODOS Foot Science Center

ABSTRACT

During the work period, the feet can absorb up to three times our body weight and, in a single day, support a walk equivalent to 24 kilometres. Considering that the daily challenges at work - locomotion, long periods of standing - pressure the feet (often the most neglected and forgotten part of our body) and that this situation worsens in the logistics sector, ICC - Lavoro and SPODOS focused on the development of an innovative sole, inspired by a football boot and able to favour the contact of the foot with the ground, minimizing workers fatigue.

KEYWORDS: podiatry; gait cycle; prevention; individual protection, health

1. INTRODUCTION

1.1 *General instructions*

In 2009, ICC-Lavoro created the SPODOS-Foot Science Center, a department composed of podiatrists, which performs a dual function. Supports ICC - Lavoro's R&D and production departments in the design of new models of professional footwear, selection of materials more suitable for the production and development of new proposals; and externally supports clients in the selection of the most suitable footwear for the different professional performances, evaluates and treats particular situations of the workers that show some discomfort or pathology in the feet and that, consequently, do not perform their work tasks correctly.

1.2 *Introduction purpose*

In this context, SPODOS has identified the need for logistics workers to wear professional shoes that enhance their safety and respond more efficiently to the challenges of the job: long standing periods, constant movements, cargo and goods support.

2. MATERIALS AND METHODS

Considering that these workers perform their daily tasks in constant movement, SPODOS, from the analysis of the gait cycle, identified the factors that can influence the greater well-being of this group. The gait cycle is the sequence of movements occurring between two consecutive initial contacts of the same foot with the ground (6). For each foot, the gait cycle has two phases: support phase (60 to 65% of the cycle), and balance phase (30 to 40% of the cycle).

An analysis of the normal walking cycle of an adult on a horizontal surface in a walking dynamics shows that the weight is not uniformly distributed in the sole of the foot, there are areas under more pressure, the so-called areas of hyper pressure: heel, inner arch, metatarsals and digital pulp of the hallux (1).

It is these areas that bear the heaviest weight and therefore must be protected from impact.

For the development of a new sole, references were made to other areas where foot protection was as relevant as in work environments, such as the football industry, a highly developed field in podiatry research, which has

proved to be crucial to produce cleats to aid in injury prevention (2).

In the soccer universe, robotized podiatry is also used to perform tests in which, through the placement of sensors inside the boots, the athlete's footprint and performance are analysed during a real game situation. Therefore, the world of football has much to contribute to advancing the design and production of footwear more suitable for professionals who, like soccer players, make intensive use of their feet (3).

SPODOS takes these analyses as a reference and tests the use of flat pythons as a means to benefit the contact of the foot with the soil, precisely protecting the areas of hyper pressure.

3. RESULTS

The resulting sole, the CUP sole, is composed of a series of flat pythons strategically distributed in order to respect the natural gait cycle and precisely protect the areas of the foot that are further damaged by the pressure resulting from walking.

To confirm the suitability of this sole for the previously defined objectives, SPODOS had the collaboration of the UMANA - Center for Biomechanical Analysis (7), based in Vigo, Spain, to carry out a series of comparative tests of the gait patterns performed by one foot with the sole CUP and one foot barefoot.

The study focused on the evaluation of the following aspects:

- Planting comfort: footwear / sole capacity to control the transfer of forces to the foot of the user. It allows to evaluate the uniformity of the contact forces related to the distribution of corporal loads.

- Stability of the tread: dynamic stabilization capability that the shoe / model offers the user. It allows to measure the trajectory of the bicuspid of plantar load during the walk and thus to determine the improvement of the stability of the foot.

- Dynamic adaptation: Dynamic capacity of the footwear / sole to adapt to the foot of the user. It allows determining the flexibility of the footwear in relation to compression, bending and twisting and assessing its adaptation to the dynamic deformation of the user's foot during gait.

- Joint damage: ability of the foot / sole to attenuate vibrations and impacts transferred to the joints during

walking. It allows to measure the kinematic patterns of movement and vibration in the lower limbs and lower back and determine the level of tissue damage accumulated in each joint.

The study (7) concluded that the Lavoro CUP model presents:

- a performance of 8.5 in 10 in the field of footing uniformity;
- a performance of 7.3 in 10 in the tread stability domain;
- a performance of 7.5 in 10 in the area of dynamic adaptation;
- a safety performance of 8,6 out of 10 in the area of joint damage;

The study shows a global biomechanical assessment of 7.9 out of 10, taken as VERY GOOD. The sole consists of a series of flat pins, distributed in a way that respects the natural cycle of the walk.

4. DISCUSSION

How can professional footwear favour the contact of the foot with the ground and reduce fatigue?

Taking into account this problem, which is aggravated in the logistics sector, Lavoro managed to develop an innovative sole, in the framework of the Lavoro CUP project, inspired by a football boot.

Based on literature from the areas of podiatry, biomechanics and orthopaedics, Spodos studied the so-called repetitive cycle of walking (4). It was identified that in this cycle there are areas of greater support in the foot, the so-called zones of hyper pressure (heel, internal arch, metatarsals and digital hallux pulp).

5. CONCLUSIONS

For professional footwear - especially those used by professionals who walk a lot - to favour foot contact with the ground, shoes should precisely protect the areas of high pressure (5). From the work of a multidisciplinary team was born an innovative sole, in which these zones of hyper pressure are alleviated through the correct distribution of forces. The sole consists of a series of flat pins, distributed in a way that respects the natural cycle of the march. Lavoro CUP professional footwear improves foot contact with the ground, favours body posture, reduces fatigue and, consequently, enhances the user's professional performance.

6. ACKNOWLEDGMENTS

Lavoro owes a special appreciation to Umana, whose analysis of the Lavoro CUP model will allow corrective improvements to be made, which will boost the objective of reducing the workers fatigue of the logistics sector.

7. REFERENCES

- Geil, M.D., 2002. The role of footwear on kinematics and plantar foot pressure in fencing, *Journal of Applied Biomechanics*, 18, pp.155-162
- Hawkins, R.D. Hulse, M.A. Wilkinson, C. Hodson, A. and Gibson, M., 2001. The association football medical research

- programme: An audit of injuries in professional football, *British Journal of Sports Medicine*, 35, pp.43-47
- Hennig, E.M. and Sterzing, T., 2010. The influence of soccer shoe design on playing performance: A series of biomechanical studies, *Footwear Science*, 2(1), pp.3-11
- Kirby KA., 2011. Have you walked a mile in your patients' shoes? *Podiatry Today*. 24:(4)81
- Kirby KA., 2012. *Biomechanica del Pie y la Extremidad Inferior: Coleccion de una Decada de Articulos de Precision Intricast*. Precision Intricast, Inc., Payson, Arizona
- Susan Hall., 1995, *Fundamentals of Biomechanics*, Prentice Hall, New York
- Umana - Centro de Análisis Biomecánico, 2016, *INFORME CERTIFICACIÓN BIOMECÁNICA DE CALZADO Lavoro CUP*, edición del autor (Vigo/España)