

## **Importância da avaliação baseada na actividade para o estudo da exposição ocupacional a partículas – O caso da produção de pranchas de surf**

### *The importance of task-based approach for assessing occupational exposure to particles – The case of surfboards production*

Viegas, Susana<sup>1</sup>; Faria, Tiago<sup>2</sup>; Carolino, Elisabete<sup>2</sup>

#### Resumo

*Na avaliação da exposição profissional a agentes químicos a monitorização do ar do ambiente de trabalho é a metodologia mais utilizada e o valor-limite mais frequentemente utilizado é a Concentração Média Ponderada. Recentemente alguns estudos têm sido realizados recorrendo a uma avaliação da exposição profissional baseada na actividade desenvolvida pelo trabalhador. O estudo desenvolvido numa empresa de produção de pranchas de surf demonstrou a utilidade desta metodologia na identificação da actividade mais crítica em matéria de exposição a partículas e, ainda, na definição de prioridades de intervenção e de investimento para eliminar e/ou controlar a exposição.*

Palavras-chave: *exposição ocupacional; partículas; avaliação da exposição; avaliação baseada na actividade; produção de pranchas de surf*

#### Abstract

*Occupational exposure assessment to chemical agents is normally supported by measuring the agent in the workplace air and using time weighted average exposure as exposure metric. Recently, some published work used task-based exposure assessment to assess occupational exposure to chemical agents. The study developed in a surfboards production unit showed the utility of this approach to identify the task with higher exposure to particles and to define priorities for intervention and investment to avoid or control exposure.*

*Keywords: occupational exposure; particles; exposure assessment; task-based assessment; surfboards production*

### **1. Teoria**

Na avaliação da exposição profissional aos agentes químicos a monitorização do ar do ambiente de trabalho é a metodologia mais utilizada, considerando que a via respiratória representa a principal via de exposição dos tóxicos (Câmara et al., 2002). A monitorização (ou vigilância) ambiental baseia-se na determinação da concentração do tóxico no ar do ambiente de trabalho (indicador de dose externa), utilizando como critério de aceitabilidade os valores máximos admissíveis (VLE – Valores Limite de Exposição), que representam a maior concentração (dose) de uma substância química a que a quase totalidade dos trabalhadores pode estar exposta, ao longo do dia de trabalho, sem que daí resulte efeito adverso para a saúde (Prista e Uva, 2006; Viegas, 2012). O valor-limite mais frequentemente utilizado é a Concentração Média Ponderada (VLE-MP – média ponderada) valor de concentração definido para 40 horas semanais em cinco dias de trabalho, com excepção dos agentes químicos que apresentam apenas como valor-limite a Concentração Máxima (VLE-CM) ou, em alguns casos, em que o estudo do valor-limite Curta Duração (VLE-CD) apresenta vantagens por se tratar de actividades de curta duração (*American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 2002*).

Estes referenciais permitem estimar o risco para a saúde a partir da quantificação, no ambiente de trabalho, do próprio agente químico por comparação com os referenciais definidos (Prista e Uva, 2003). No entanto, importa referir que a exposição a valores de concentração inferiores a estes valores limite não invalida que alguns dos indivíduos expostos não possam apresentar efeitos adversos (Prista e Uva, 2003). Acresce ainda o facto de estes referenciais serem definidos com base em informação proveniente de estudos experimentais, em que se simularam exposições únicas, situação quase impossível de se verificar dado os contextos ocupacionais

<sup>1</sup> Environment & Health RG - Lisbon School of Health Technology - Polytechnic Institute of Lisbon. susana.viegas@estestl.ipl.pt

<sup>2</sup> Centro de Investigação em Saúde Pública (CISP/ENSP/UNL), 1600-560 Lisboa, Portugal

normalmente acarretarem exposições caracterizadas por serem múltiplas, simultâneas e por diferentes vias de exposição (EASHW, 2014).

Além disso, para alguns agentes químicos o referencial da Exposição Média Ponderada (VLE-MP) não se afigura como o mais adequado, dado não ter em conta o modo como o agente químico actua no organismo e desencadeia os efeitos adversos sobre a saúde (Preller et al., 2004). Além disso, outro aspeto a considerar é o facto de a estratégia de amostragem, adotada para se conseguir dados para comparar com este referencial, não permitir identificar as actividades que envolvem maior exposição e onde, eventualmente, as medidas de eliminação ou controlo da exposição teriam maiores e melhores resultados (Viegas, 2012).

Adicionalmente, importa considerar que em qualquer estudo da exposição profissional será sempre conveniente proceder a uma observação inicial, de modo a serem identificados alguns aspectos importantes, como os processos de trabalho, o posicionamento dos trabalhadores relativamente às fontes emissoras do contaminante químico, os objectivos a alcançar e a actividade desenvolvida em cada posto de trabalho, a existência de operações que envolvam o aumento da temperatura, o número de trabalhadores envolvidos entre outras (Viegas et al., 2012). São informações pertinentes para definir a estratégia a adoptar na realização das avaliações ambientais, com vista à caracterização da exposição profissional a um agente químico (Occupational Safety and Health Administration, 2008).

Tendo por base algumas destes aspectos, estudos mais recentes têm sido realizados recorrendo a uma avaliação da exposição profissional a agentes químicos baseada na actividade desenvolvida pelo trabalhador. Esta metodologia contribui para caracterizar a exposição e reduzir erros de avaliação da exposição (Wijnand and Bakke, 1999). Esta metodologia reconhece, ainda, que apenas com um conhecimento detalhado de cada actividade possibilita uma avaliação da exposição detalhada, permitindo identificar as variáveis que influenciam a exposição e, posteriormente, identificar as melhores medidas de controlo para reduzir a exposição (Goldberg et al., 1997). Permite igualmente conhecer melhor a variabilidade da exposição do que as avaliações realizadas com o objectivo de comparar com valores de referência de média ponderada (Ham et al., 2012). Outra vantagem importante é a possibilidade de reconhecer, de modo mais fácil, o momento em que ocorrem os momentos de exposição mais elevada (Wijnand and Bakke, 1999). Esta informação é de particular relevo dado poder implicar respostas biológicas diferentes, como por exemplo alterações no metabolismo do tóxico (Meijster et al., 2008).

O principal objectivo do estudo que se apresenta é demonstrar a importância da avaliação da exposição profissional ser realizada por actividade quando se pretende seleccionar as medidas de eliminação e/ou controlo da exposição mais adequadas e prioritárias. Pretendeu-se igualmente demonstrar a utilidade do conhecimento detalhado da actividade para definir a melhor estratégia de avaliação ambiental.

Optou-se por realizar um estudo numa área de actividade com dimensão considerável em Portugal e com tendência a aumentar num futuro próximo: o fabrico de pranchas de surf. Não se pretendeu comparar com referenciais legais existentes mas facultar informações que permitissem identificar onde o investimento e as intervenções seriam prioritários.

## 2. Metodologia

Para alcançar o objectivo descrito procedeu-se à medição das partículas presentes no ambiente de trabalho de uma fábrica de produção de pranchas de surf. A fábrica em causa foi criada com o objectivo de fabricar cerca de 5 mil pranchas por ano e desenvolve as pranchas seguindo um processo produtivo constituído pelas seguintes fases: *design*, corte, shape, laminação e acabamento.

Após uma primeira observação direta da atividade foi possível identificar as actividades desenvolvidas em cada posto de trabalho sendo, na maioria das actividades, as únicas desenvolvidas em cada posto de trabalho. Cada posto de trabalho era constituído por uma box (no total de 5) onde se encontra normalmente um trabalhador em permanência. Foram estudadas 5 actividades distintas sendo elas as seguintes: Corte, laminação, colocação de copos para posterior posicionamento das quilhas, acabamento e shape.

A medição das partículas foi realizada com recurso a equipamento portátil, da marca Lighthouse, modelo 3016 IAQ. Este equipamento disponibiliza entre outros dados o número de partículas por 6 diâmetros diferentes (0,3 µm, 0,5 µm, 1 µm, 2,5 µm, 5 µm e 10 µm). Optou-se por considerar este dado em detrimento de dados de massa por estudos anteriores (Wichmann et al., 2000) referirem uma maior relação com os efeitos para a saúde que resultam da exposição a partículas. Importa ainda referir que partículas com diâmetro inferior ou igual 10 µm são enquadradas na

fracção torácica das partículas inaláveis e, partículas com diâmetro inferior  $2,5 \mu\text{m}$  são enquadradas na fracção respirável. Estas últimas, ao contrário das partículas de maior diâmetro, podem resultar em efeitos locais e/ou sistémicos por poderem alcançar a circulação sanguínea e implicar efeitos em outros sistemas do organismo (Brown et al., 2013).

As medições foram realizadas junto do aparelho respiratório dos trabalhadores que se encontravam a desenvolver as actividades estudadas. Em cada actividade realizou-se uma medição com a duração aproximada de 5 minutos.

### 3. Evidência

Da observação direta da actividade foi possível conhecer em detalhe a situação de trabalho e perceber que variáveis, além da presença de partículas no ambiente de trabalho, poderiam contribuir de modo negativo para a exposição a este factor de risco.

Assim, e de modo mais detalhado a actividade de corte é desenvolvida num espaço delimitado fisicamente mas não totalmente fechado. O corte é realizado por uma máquina própria seguindo um desenho definido previamente por suporte informático na fase de *design* das pranchas. O material cortado é à base de poliuretano e é após o corte que o processo de tratamento de superfície da prancha se inicia.

Esta actividade é acompanhada por um trabalhador que normalmente se situa próximo da zona de corte por forma a acompanhar o processo. Ao contrário das restantes actividades, o trabalhador envolvido nesta actividade não utiliza por norma qualquer equipamento de protecção respiratória.

A laminação recorre à aplicação de fibras e resinas de modo a conferir peso, resistência e durabilidade à prancha. Posteriormente é realizada a lixagem manual e mecânica de modo a conferir o aspeto liso. Esta actividade realiza-se em espaço físico próprio, normalmente fechado e sem dispositivos mecânicos de ventilação.

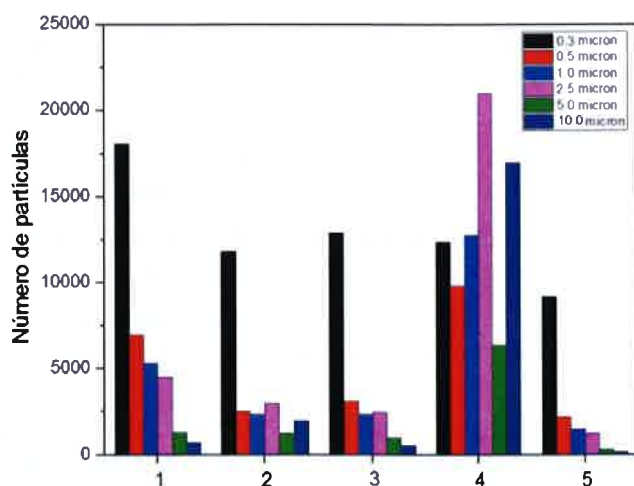
A colocação de copos para posterior posicionamento das quilhas é uma actividade intermédia que envolve a abertura de ranhuras na prancha para colocação das quilhas. A actividade estudada neste posto de trabalho foi a lixagem manual realizada após a abertura das ranhuras.

O acabamento envolve a lixagem mecânica e, normalmente, termina um processo que se iniciou na laminação, de modo a resultar numa prancha com o aspeto que se pretende.

Por último, o shaper foi a última actividade estudada. Implica o trabalho de detalhe de um shaper contratado para o efeito e devido a este fenómeno, normalmente a actividade é realizada durante várias horas consecutivas dependendo do ritmo de trabalho e das encomendas. No dia do estudo, foi possível constatar que a actividade envolve essencialmente a lixagem manual e a observação em detalhe por parte do trabalhador das alterações que vai realizando à prancha.

No que concerne aos resultados do parâmetro estudado, os dados demonstraram diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre todas as actividades para todas as dimensões de partículas. No entanto, foi possível observar que as partículas de menor dimensão ( $0,3 \mu\text{m}$ ) foram as que apresentaram maiores valores na maioria das actividades estudadas.

A actividade de corte foi a que envolveu exposição a um maior número de partículas na menor dimensão ( $0,3 \mu\text{m}$ ) (Figura 1).



Atividades	Nº
Corte de poliuretano	1
Laminação manual e mecânica	2
Colocação dos copos para as quilhas. *	3
Lixar após resina	4
Shaper	5

\*Actividade realizada depois de lixar

Figura 1. Número de partículas por atividade

Os resultados indicam que a exposição a partículas ocorre, em particular na zona de corte dado o número elevado de partículas de menor dimensão e, ainda, ao facto de o trabalhador não utilizar equipamento de protecção. Provavelmente, a não utilização deve-se à reduzida dimensão das partículas presentes neste posto de trabalho não permitindo ao trabalhador identificar a presença deste factor de risco. Estes achados foram possíveis obter devido ao procedimento de avaliação ambiental adotado, baseado na atividade e suportado na observação prévia da actividade permitindo definir a prioridade de intervenção e, conseqüentemente, de investimento. Este tipo de avaliação foi opção em estudos anteriores com o objectivo de identificar e perceber diferenças entre trabalhadores a realizarem a mesma atividade e para definir estratégias de avaliação mais detalhadas (Viegas et al., 2012).

Por outro lado, e embora não tenha sido possível caracterizar quimicamente as partículas, impossibilitando a comparação com os referenciais legais e normativos existentes (Decreto-Lei nº 24/2012 e Norma Portuguesa 1796/2007), existem dados acerca dos produtos e materiais utilizados que podem facultar indicações sobre a possível composição das partículas. A título de exemplo podem-se referir espumas de poliuretano, resinas epóxicas e de poliéster e tintas diversas que estarão presentes no ar ambiente em diferentes intensidades nas diversas fases de fabrico. Importa referir ainda, que a exposição que ocorre caracteriza-se por ser uma mistura de partículas de diferente composição química dado as boxes não se encontrarem normalmente fechadas e os trabalhadores circularem entre espaços e, frequentemente, sem o equipamento de protecção colocado. Estes aspectos devem ser acutelados nas avaliações ambientais a realizar no futuro e no processo de avaliação do risco.

Este trabalho demonstrou a utilidade e importância da avaliação baseada na atividade no estudo da exposição a agentes químicos. Adicionalmente, e por se tratar de um primeiro estudo desenvolvido na área de produção de pranchas, salienta a necessidade de desenvolver no futuro estudos mais detalhados que prevejam a avaliação da exposição a partículas e a outros factores de risco presentes.

#### 4. Referências

American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) – TLVs and BEIs: based on the documentation of the threshold limits values for chemical substances and physical agents and biological exposure indices. Cincinnati, OH: American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 2002.

Brown, James *et al.* (2013), Thoracic and respirable particle definitions for human health risk assessment. *Particle and Fibre Toxicology*, 10:12. <http://www.particleandfibretoxicology.com/content/10/1/12>.

Câmara, Volney *et al.* (2002), Textos de epidemiologia para vigilância ambiental em saúde. Brasília: Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde.

Decreto-Lei nº 24/2012, de 6 de fevereiro – Relativo à proteção da segurança e saúde dos trabalhadores contra os riscos ligados à exposição a agentes químicos no trabalho e valores limite de exposição profissional a agentes químicos.

European Agency for Safety and Health at Work (EASHW) - Exposure to carcinogens and work-related cancer: A review of assessment methods European Risk Observatory Report. 2014. ISSN: 1831-9343

Goldberg, Mark *et al.* (1997), A Task-Based Approach to Assessing Lead Exposure Among Iron Workers Engaged in Bridge Rehabilitation. *American Journal of Industrial Medicine*, 31:310–318.

Ham, Seunghon *et al.* (2012), Task-based exposure assessment of nanoparticles in the workplace. *Journal of Nanoparticle Research*, 14:1126. DOI 10.1007/s11051-012-1126-8

INSTITUTO PORTUGUÊS DA QUALIDADE – NP 1796 : 2007 : segurança e saúde do trabalho : valores limite de exposição profissional a agentes químicos existentes no ar dos locais de trabalho. Caparica : IPQ, 2007.

Meijster, Tim *et al.* (2008) Evaluation of peak exposures in the Dutch flour processing industry: implications for intervention strategies. *The Annals of Occupational Hygiene*. 52:7 587-596.

Occupational Safety and Health Administration (OSHA) – Sampling strategy and analytical methods for formaldehyde: occupational safety and health standards 1910.1048 App B. Washington, DC: OSHA, 2008. Disponível em <http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show>

## Vertentes e Desafios da Segurança 2015

Prista, João et al. (2003), Exposição profissional a agentes químicos : os indicadores biológicos na vigilância de saúde dos trabalhadores. *Saúde & Trabalho*. 4:5-12.

Prista, João et al. (2006), A utilização de indicadores biológicos em saúde ocupacional. *Revista Portuguesa de Saúde Pública*. 6:45-54.

Viegas, Susana (2012), Estudo da exposição profissional a formaldeído laboratórios hospitalares de anatomia patológica. *Caminhos do Conhecimento*. <http://www.edi-colibri.pt/Detalhes.aspx?ItemID=1576>

Wichmann, Heinz-Erich et al. (2000), Daily mortality and fine and ultrafine particles in Erfurt, Germany. Part I: role of particle number and particle mass. *Research Report 98*, Health Effects Institute, Cambridge, MA.

Eduard, Wijnand et al. (1999), Experiences with task-based exposure assessment in studies of farmers and tunnel workers. *Norsk Epidemiologi*, 9 (1): 65-70 65.