

"Estudo da Exposição Ocupacional a Formaldeído num Laboratório de Anatomia Patológica: relevância da aplicação de uma metodologia (PID) de monitorização ambiental"

Susana Viegas^{1,3}; João Prista^{2,3}

1 ESTeSL - Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa – Instituto Politécnico de Lisboa

2 ENSP - Escola Nacional de Saúde Pública – Universidade Nova de Lisboa

3 CIESP - Centro de Investigação e Estudos em Saúde Pública (ENSP / UNL)

RESUMO

A exposição a formaldeído é um dos mais importantes factores de risco presente em laboratórios de anatomia patológica. A mais recente avaliação da International Agency for Research on Cancer, considera o formaldeído no Grupo 1 (agente carcinogénico) com base na evidência de que a exposição a formaldeído é susceptível de causar cancro nasofaríngeo em humanos. Na avaliação da exposição profissional a formaldeído, julga-se que o referencial para medição mais adequado será a Concentração Máxima (VLE-CM), dado que os efeitos para a saúde estão mais associados com os níveis máximos de concentração do que com o tempo de exposição. O presente estudo visou avaliar a exposição profissional a formaldeído num laboratório de anatomia patológica, recorrendo à utilização de equipamento de leitura directa por *photoionization detection* (PID).

O estudo foi concretizado num laboratório de anatomia patológica através da utilização de um equipamento PID (com uma lâmpada de 11,7 eV) para obtenção das concentrações máximas de formaldeído. O equipamento foi colocado próximo das vias respiratórias dos trabalhadores durante a execução de diversas actividades.

Todos os valores de concentração máxima obtidos ultrapassaram o referencial existente (NP 1796/2007 – VLE-CM = 0,3 ppm). Os valores de concentração mais elevados (3,19 ppm e 3,09 ppm) foram obtidos durante a realização das macroscopias. Considerando a totalidade dos registos dos valores de concentração de formaldeído obtidos, verifica-se que 62% dos valores são superiores ao referencial definido.

Uma técnica que permite a monitorização das concentrações de formaldeído e, simultaneamente, a realização do registo da actividade, proporciona a obtenção de um perfil da exposição único, possibilitando identificar os picos de concentração do agente químico e associá-los aos constrangimentos da situação de trabalho e modos operatórios adoptados pelos trabalhadores.

Palavras-Chave: Formaldeído, exposição profissional, laboratórios de anatomia patológica, *photoionization detection*.

ABSTRACT

Exposure to formaldehyde is one of the most important professional risk factors present in pathology laboratories. The latest assessment by International Agency for Research on Cancer considers formaldehyde in Group 1 (carcinogen) based on evidence that exposure to formaldehyde could cause nasopharyngeal cancer in humans. When assessing occupational exposure to formaldehyde, it is believed that the most adequate referential measure is the Maximum Concentration (TLV-C) as the health effects are more closely associated with the highest levels of concentration than with the exposure time. This study aimed to evaluate occupational exposure to formaldehyde in a pathology laboratory, using an equipment for direct readings through *photoionization detection* (PID).

The study was performed in a pathology laboratory by using a PID equipment (with a lamp of 11,7 eV) in order to obtain the maximum concentrations of formaldehyde.

The equipment was placed close to the respiratory pathways of the workers during the implementation of several activities.

All concentration values obtained exceeded the existing frame (NP 1796/2007 - VLE-CM = 0,3 ppm). Values of higher concentration (3,19 ppm and 3,09 ppm) were obtained during the performance of macroscopy. Considering all of the records of formaldehyde concentration values, it appears that 62% of the values are above the established referential.

A technique that allows formaldehyde concentrations monitoring in workplace and, simultaneously, activity recording, provides the achievement of the profile of exposure, allowing us to identify the peak concentration of chemical agent and to associate it to the constraints of the activities and strategies assumed by the workers.

Keywords: Formaldehyde, occupational exposure, pathology laboratories, photoionization detection.

INTRODUÇÃO

A exposição a formaldeído é reconhecidamente um dos mais salientes factores de risco presentes nas situações de trabalhos em laboratórios de anatomia patológica. O formaldeído (CH_2O) é um dos aldeídos mais simples, encontrando-se em condições ambientais normais sob a forma gasosa.^[1] É solúvel na água, incolor e apresenta um odor pungente e bastante característico sendo, na forma gasosa, inflamável e podendo formar com o ar misturas explosivas.^[2]

A sua utilização ocorre em diversas áreas de actividade, designadamente na produção de fertilizantes, papel, madeira compensada e resinas, açúcar e cosméticos, na agricultura como conservante de grãos e sementes e na produção de fertilizantes, na indústria da borracha, na preservação da madeira e na produção de filmes fotográficos. É bem conhecida a sua utilização como conservante e desinfectante, nomeadamente na embalsamação de cadáveres e na conservação e fixação de tecidos em hospitais e laboratórios.^[3, 4]

Nos laboratórios hospitalares de anatomia patológica utiliza-se formaldeído em solução, designado comumente de formol. Trata-se de uma solução comercial de formaldeído a 37% que, posteriormente, é sujeita a uma nova diluição de 10%.

Este produto é utilizado como fixador, ou seja uma espécie de conservante, em que o material biológico é mergulhado. Trata-se de um produto barato e bastante eficiente e, por esse motivo, o eleito para os trabalhos de rotina em anatomia patológica.^[4,5] É, igualmente, um bom desinfectante e não provoca o endurecimento excessivo dos tecidos, tratando-se de um meio óptimo para conservar e armazenar biopsias e peças cirúrgicas.^[6]

O efeito mais facilmente detectável da exposição aos vapores de formaldeído reside no seu odor desagradável e na sua acção irritante sobre as mucosas dos olhos e aparelho respiratório superior. Desta forma, os sintomas mais comuns incluem a irritação do nariz e garganta e o aumento do lacrimejar, podendo tal verificar-se a concentrações entre 0,4 e 3 ppm.^[7]

Os primeiros indícios de carcinogenicidade do formaldeído foram tornados públicos pelo Chemical Industry Institute of Toxicology (CIIT) dos Estados Unidos em 1978, relatando o desenvolvimento de cancro nasal em ratos laboratorialmente expostos a esta substância.^[8]

Entretanto, a primeira avaliação efectuada pela International Agency for Research on Cancer (IARC) data de 1981, actualizada em 1982, 1987, 1995 e 2004, considerando-o como um agente cancerígeno do grupo 2A (provavelmente carcinogénico). A mais recente avaliação, em 2006, considera o formaldeído no

Grupo 1 (agente carcinogénico) com base na evidência de que a exposição a formaldeído é susceptível de causar cancro nasofaríngeo em humanos. [3, 9, 10]

Outros estudos sugerem uma possível associação entre a exposição a formaldeído e um aumento da mortalidade por leucemia.^[11, 12] No entanto, o rápido metabolismo do formaldeído, demonstrado em vários estudos experimentais, conduz à sua rápida eliminação sem que se registem concentrações elevadas no sangue, não existindo, face aos conhecimentos actuais, explicação para a ocorrência desta patologia.^[13, 14]

O formaldeído é igualmente considerado como agente cancerígeno pela Occupational Safety and Health Administration (OSHA) e pelo National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). A Norma Portuguesa NP – 1796 (2007), entretanto, classifica-o como sensibilizante e agente carcinogénico suspeito no Homem, estabelecendo como concentração que nunca deve ser excedida no ar, durante qualquer período da exposição, o valor de 0,3 ppm (VLE-CM). O mesmo valor é estabelecido pela American Conference of Industrial Hygienists (ACGIH), enquanto a OSHA referencia 0,75 ppm como valor limite para uma exposição de 8 horas diárias em 5 dias por semana (TLV-TWA).

A monitorização de substâncias químicas no ambiente de trabalho foi considerada durante muito tempo como o único modo de adquirir conhecimento conducente a prevenir efeitos indesejáveis para a saúde dos trabalhadores expostos. Segundo a Fundação Nacional de Saúde Brasileira (FUNASA), na avaliação da exposição profissional aos agentes químicos a monitorização do ar do ambiente de trabalho é a metodologia mais empregue, considerando que a via inalatória representa a principal via de penetração dos tóxicos.^[15]

A vigilância ambiental, como processo de avaliação do risco, constitui um processo que só é concebível ligado à implementação de medidas de prevenção e protecção, devendo ser preconizada pelo menos em quatro situações, designadamente sempre que se desconheçam os níveis de exposição, quando se introduzem alterações tecnológicas, antes e após a introdução de medidas correctivas e sempre que se observe sintomatologia inesperada nos trabalhadores expostos.^[16] Apresenta, como objectivos principais, proporcionar dados que permitam identificar os factores de risco, desenvolver estudos epidemiológicos, seleccionar e avaliar a estratégia de controlo da exposição.^[17]

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 designados valores máximos admissíveis, (VLE – Valores Limite de Exposição; TLV – Threshold Limit Values; OEL

– Occupational Exposure Limits; MAK – Maximale Arbeitsplatz Konzentration), que representam a maior concentração (dose externa) 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.^[18]

Estes valores-limite para a exposição são normalmente formulados segundo três diferentes tipos: (1) a Concentração-Máxima (VLE-CM – concentração máxima; TLV-C – “*ceiling*”; OEL – C) definida como o valor de concentração que nunca deve ser excedido; (2) a concentração limite de curta duração (VLE-CD, TLV-STEL – “*short term exposure level*”), máxima concentração a que um trabalhador pode estar exposto durante 15 minutos e que não pode repetir-se mais do que 4 vezes por dia; e (3) A Concentração Média Ponderada (VLE-MP – média ponderada; TLV-TWA – “*time-weighted average*”) valor de concentração definido para 40 horas semanais em cinco dias de trabalho.^[19, 20]

Não existe uma “melhor estratégia” para proceder à monitorização do contacto humano com poluentes ambientais. Existem alguns factores a considerar que auxiliam a tomada de decisão, nomeadamente a disponibilidade e custo do equipamento de amostragem e processos analíticos correspondentes, o custo dos recursos humanos que procedem à recolha de amostras, a localização das operações de trabalho e trabalhadores, a frequência das variações no processo, a precisão e sensibilidade dos métodos de amostragem e analíticos e o número de amostras necessárias para que a monitorização seja representativa da exposição.^[21]

Adicionalmente, é necessário considerar também as variáveis que estão dependentes das características físicas e químicas dos poluentes a monitorizar, da volatilidade e do tipo de actividades ou do local onde a exposição pode ocorrer.^[22]

Em qualquer estudo da exposição profissional será sempre conveniente proceder a uma observação inicial da situação de trabalho de modo a serem identificados alguns aspectos importantes, como os processos de trabalho, o posicionamento dos trabalhadores relativamente às fontes emissoras do contaminante químico, as tarefas a concretizar 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 outros. São informações pertinentes e que importa considerar para definir a estratégia a adoptar para a realização da amostragem ambiental com vista à caracterização da exposição profissional.^[21]

No que concerne ao referencial de medição, normalmente o mais utilizado é a Concentração Média Ponderada (VLE-MP). No entanto, para alguns agentes químicos este não será o mais adequado dado que poderá não contemplar o modo

como o agente químico actua no organismo e provoca o efeito adverso na saúde. Assim, e para o caso do formaldeído, julga-se que o referencial mais adequado será a Concentração Máxima (VLE-CM) dado que os efeitos para a saúde estão mais associados com os níveis máximos de concentração do que com o tempo de exposição.^[10, 23, 24]

Recentemente, têm sido desenvolvidos novos métodos de monitorização ambiental, que envolvem a medição da concentração do agente químico no ar ambiente por equipamentos de leitura directa (ppb/segundo) e o registo da actividade (com a possível recolha de imagens), permitindo associar as concentrações no ar ambiente do agente químico em estudo com a actividade real de trabalho. Os equipamentos de leitura directa têm sofrido várias evoluções tornando-se cada vez mais sensíveis e específicos para o agente químico que se pretende estudar. Permitem uma acção menos dispendiosa dado evitarem a jusante o processamento analítico das amostras desenvolvido em laboratório. Possibilitam igualmente a visualização das alterações na concentração ao longo do tempo que envolve o desenrolar da actividade.^[25, 26]

A utilização deste equipamento apresenta-se com particular relevância quando pretendemos monitorizar agentes químicos cujos níveis de referência são para exposições de curta duração (VLE-Curta Duração) ou, em alguns casos, para exposições pontuais (VLE-Concentração Máxima), dado facilitar a amostragem por permitir identificar os momentos em que ocorrem as exposições mais elevadas e elimina a dificuldade que a maior parte dos métodos analíticos apresentam por necessitarem de períodos de amostragem iguais ou superiores a 15 minutos, como é o caso do Método NIOSH 3500 para o caso do estudo da exposição a formaldeído.^[27] No entanto, a vasta aplicabilidade deste tipo de equipamento não descarta a necessidade da realização de calibrações cuidadosas e regulares e, adicionalmente, proceder à validação da calibração com um padrão de referência.^[28]

Entre os equipamentos de leitura directa mais comuns estão os que realizam a medição por *Photoionisation Detection* (PID), registando a concentração do tóxico no ar ambiente ao segundo. São normalmente utilizados para a detecção de compostos orgânicos voláteis em baixas concentrações. A medição é realizada através da luz ultra-violeta que ioniza as moléculas de gás que passam pela câmara de fluxo do detector para, posteriormente, serem bombardeadas por raios de luzes ultra-violeta. Quando são atingidas pelos raios, as moléculas libertam íões, os quais são atraídos por eléctrodos que amplificam a carga iónica, criando uma corrente eléctrica. Através da medição da corrente produzida determina-se o tipo de gás e a

sua concentração, dado cada agente químico apresentar um potencial de ionização específico. Assim, o equipamento PID irá medir todos agentes químicos que apresentem um potencial de ionização inferior à energia da lâmpada que estiver instalada no equipamento. Considerando este aspecto, para permitir a utilização dos equipamentos PID é necessário assegurar que a composição da atmosfera de trabalho não sofre grandes alterações durante o desenrolar das tarefas devido ao facto de apresentarem especificidade limitada.^[27] Garantindo esta condição, este tipo de equipamento faculta informação de grande relevância para a intervenção em saúde ocupacional, designadamente permitindo a identificação das tarefas críticas em matéria de exposição e as variáveis da situação de trabalho que influenciam a exposição.^[27, 29]

Deve ser considerado também o facto de este equipamento apresentar, como limitação, o seu fraco desempenho em ambientes com humidade elevada (>80%).^[30]

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo visou avaliar a exposição profissional a formaldeído num laboratório de anatomia patológica, recorrendo à metodologia inerente à utilização de equipamento de leitura directa por *photoionization detection* (PID).

O estudo foi concretizado num laboratório de anatomia patológica através da utilização de um equipamento PID (com uma lâmpada de 11,7 eV), designado por *First Check*, da *ION Science*. As medições foram realizadas durante um único dia e no mês de Fevereiro de 2008. O equipamento foi colocado próximo do aparelho respiratório dos profissionais durante a execução de diversas actividades.

A monitorização teve a duração da execução normal de cada actividade, sendo seleccionadas previamente as que envolveriam um maior contacto com a solução de formaldeído (formol): essencialmente macroscopias e a colocação e substituição de formol nos recipientes. Esta selecção foi baseada em informação previamente obtida pela análise ergonómica do trabalho. Antes de cada monitorização ambiental, procedeu-se à calibração do equipamento. Simultaneamente foi realizado o registo da actividade que estava a ser exercida pelo profissional, possibilitando a identificação dos momentos em que a concentração de formaldeído alcançou níveis máximos. Os resultados obtidos, por esta metodologia, foram comparados com o VLE-CM de 0,3 ppm estabelecido pela NP 1796 (2007).

Adicionalmente, foi medida a humidade relativa e a temperatura ambiente tendo sido encontrados valores de 62% e 22°C, respectivamente. Estes parâmetros

ambientais foram medidos por poderem influenciar a volatilização do formaldeído e o desempenho do equipamento utilizado.^[30, 31]

RESULTADOS

Obtiveram-se valores instântaneos da concentração de formaldeído, registados ao segundo, durante a realização das actividades estudadas. Seleccionou-se a concentração mais elevada verificada em cada actividade, tendo-se igualmente obtido informações do momento da actividade em que essa concentração se verificava. (Quadro 1)

Quadro 1. Valores de concentração máxima obtidos em cada actividade

Actividades	Concentração Máxima (ppm)
Macroscopia vesícula	3,09
Macroscopia apêndice	3,19
Macroscopia lipoma	2,44
Macroscopia pele	0,32
Macroscopia coração	0,36
Macroscopia trompa	0,46
Macroscopia ovário	0,45
Macroscopia quistos do ovário	0,31
Macroscopia tiróide	0,34
Macroscopia tecido adiposo mama	0,69
Macroscopia mama	1,36
Macroscopia mama	0,71
Macroscopia mama	0,55
Macroscopia útero	1,22
Macroscopia rim	0,75
Macroscopia rim	0,85
Macroscopia rim	0,38
Macroscopia recto	0,91
Colocação de formol em recipientes	2,51
Substituição de formol nos recipientes	1,05

Todos os valores de concentração máxima obtidos ultrapassaram o referencial existente (VLE-CM = 0,3 ppm). Os valores de concentração mais elevados (3,19 ppm e 3,09 ppm) foram obtidos durante a realização das macroscopias.

Considerando a totalidade dos registos dos valores de concentração de formaldeído realizados pelo equipamento, verifica-se que 62% dos valores são superiores ao referencial definido (VLE - CM de 0,3 ppm da NP 1796/2007).

DISCUSSÃO

Estudos desenvolvidos recentemente têm vindo a demonstrar que o tipo de equipamento utilizado no presente estudo (PID) disponibiliza resultados válidos e fidedignos, comparáveis com os obtidos em métodos que envolvem o processamento analítico laboratorial. A título de exemplo, cita-se o estudo de Coy *et al.* que comparou os resultados obtidos com um equipamento PID com os obtidos por um método que envolvia a recolha de amostras por adsorção e posterior análise por cromatografia gasosa, tendo-se verificado associação entre os resultados.^[32]

A metodologia de monitorização ambiental aplicada permitiu concluir que 62% dos resultados excediam o valor limite de referência. Isto significa que, como o equipamento efectua as leituras da concentração em cada segundo, em quase 2/3 do tempo de exposição estudado (62%) os trabalhadores estiveram expostos a concentrações excessivas de formaldeído. São resultados que estão de acordo com outros estudos que referem os laboratórios de anatomia patológica como sendo o contexto ocupacional onde as exposições a formaldeído são mais significativas.^[4, 5, 10, 14]

A macroscopia foi a actividade que apresentou as concentrações máximas mais elevadas, mesmo com a existência e funcionamento de uma mesa de macroscopia (dispositivo de ventilação localizada). Tal é concordante com outros estudos que assinalam a macroscopia como a situação que envolve uma maior exposição, devido à necessária proximidade ao plano de trabalho para observação em detalhe das peças anatómicas.^[33, 34, 35]

A técnica aplicada permitiu identificar igualmente momentos críticos em matéria de exposição, designadamente a abertura do recipiente que continha a peça a analisar embebida em formol, o corte das peças anatómicas e, ainda, a abertura de cavidades anatómicas (como por exemplo o útero e o ovário). No que diz respeito a esta última situação, um estudo desenvolvido por Ryan *et al.* verificou que a abertura das cavidades promovia um aumento da concentração de formaldeído no ar ambiente, tendo sido observados valores de concentração até 11,52 ppm.^[36]

No que diz respeito ao grupo profissional que apresentou a exposição às concentrações máximas mais elevadas, foi possível constatar que os médicos apresentaram a exposição mais elevada. Esta situação deve-se ao facto da macroscopia ser a actividade que envolve a exposição mais intensa e serem estes os profissionais que a desenvolvem. Resultados similares foram obtidos num estudo desenvolvido em 14 laboratórios de anatomia patológica situados em Israel. Os médicos foram classificados no grupo de exposição elevada e os técnicos e

auxiliares no grupo de exposição reduzida.^[37] Entretanto, num estudo desenvolvido por Goyer *et al.* em laboratórios de anatomia patológica do Canadá, os resultados foram ligeiramente diferentes, tendo as concentrações máximas mais elevadas (6,8 ppm) sido verificadas nos técnicos, seguindo-se o caso dos médicos (6,5 ppm) e, por fim, os auxiliares (5,2 ppm). De salientar, no entanto, que neste estudo não é apresentada uma descrição das actividades que estavam a ser desenvolvidas no momento em que se obtiveram os referidos resultados.^[38]

As actividades de colocação e substituição de formol nos recipientes obtiveram também exposições a valores de concentração de formaldeído elevados (2,51 ppm e 1,05 ppm, respectivamente). Estas actividades são desenvolvidas pelos auxiliares na sala de lavagens (anexa à sala de entradas) apenas com ventilação natural, assegurada por uma janela, que no dia do estudo se encontrava fechada.

No que diz respeito à influência das práticas de trabalho na exposição, foi possível constatar que situações como a manutenção dos recipientes das peças abertos durante a macroscopia, gases embebidas em formol mantidas no plano de trabalho e a maior proximidade ao plano de trabalho durante a execução das macroscopias influenciam significativamente a exposição. Observações semelhantes foram obtidas em estudos que demonstraram, por exemplo, que a distância do nariz ao plano de trabalho, onde se encontram as fontes emissoras de formaldeído, condiciona de forma significativa a exposição e que a proximidade às peças anatómicas a processar pode aumentar a exposição em 2 a 3 vezes.^[35, 36]

No que diz respeito aos parâmetros ambientais medidos (temperatura e humidade relativa) e considerando o recomendado pela Norma 55 de 1995 da American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE), que visa minimizar a volatilização do formaldeído, apenas a humidade relativa ultrapassa o intervalo recomendado (30%-50%). Estes valores, note-se, não representam níveis que possam influenciar a qualidade do desempenho do equipamento de monitorização ambiental utilizado.^[1]

O facto dos efeitos para a saúde decorrentes da exposição a formaldeído parecerem estar mais relacionados com a concentração do agente químico do que com a duração da exposição, reforça a importância do estudo das concentrações máximas, tratando-se de informação indispensável para a caracterização do risco.^[10] Inclusivamente tem sido apontado, como limitação dos vários estudos epidemiológicos desenvolvidos, o facto de a maioria procurar relações entre os efeitos para a saúde e os valores de exposição médios.^[14, 24] Apenas num estudo de coorte foram utilizadas as exposições de pico como referencial, tendo-se constatado, ao contrário dos outros, uma relação estatisticamente significativa

entre a exposição a formaldeído e o aumento de casos de tumores nasofaríngeos nos trabalhadores expostos.^[12, 24]

CONCLUSÕES

Pode-se concluir que uma técnica que permite a monitorização das concentrações de formaldeído e, simultaneamente, a realização do registo da actividade, proporciona a obtenção de um perfil da exposição único, possibilitando identificar os picos de concentração do agente químico e associá-los aos constrangimentos da situação de trabalho e modos operatórios adoptados pelos trabalhadores. Desta forma, promove-se o conhecimento das variáveis da situação de trabalho que condicionam a exposição, uma avaliação do risco mais rigorosa e, posteriormente, uma definição de prioridades de intervenção no que concerne à prevenção e/ou controlo da exposição. Por outras palavras, no âmbito do diagnóstico do risco na exposição a agentes químicos, esta metodologia assume particular importância para o conhecimento detalhado das diversas variáveis da situação de trabalho que podem influenciar a exposição ao contaminante permitindo, numa fase posterior, conceber de forma detalhada as medidas adequadas de prevenção e controlo da exposição. De entre essas variáveis reconhecem-se as diversas actividades desenvolvidas, as práticas (modos operatórios) de trabalho, os processos produtivos disponíveis, a configuração do posto de trabalho.

No estudo efectuado verificou-se um importante número de situações em que a exposição a formaldeído excede os valores de referência definidos.

Sabendo-se que os efeitos para a saúde decorrentes da exposição a formaldeído parecem estar mais relacionados com a concentração do agente químico do que com a duração da exposição, o estudo das concentrações de máximas neste caso particular é determinante.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) IPCS INCHEM – Formaldehyde. OECD SIDS. Paris : UNEP PUBLICATIONS (2004). ANSI/ASHRAE 55a-1995. Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. Atlanta: ASHRAE STANDARD.
- 2) GOYER, N. – **Exposition au Formaldéhyde en Milieu de Travail : La Pathologie**. Montréal: Institut de Recherche Robert-Sauvé en Santé et en Sécurité du Travail, 2007.
- 3) HERAUSGEGEBEN, von A. S., *et al.* – Assessment of the carcinogenicity of formaldehyde (CAS No. 50-00-00). Berlim : Bundesinstitut für Risikobewertung - BfR, 2006.
- 4) VINCENT, R.; JANDEL, B. – Exposition professionnelle au formaldéhyde en France : informations fournies par la base de données Colchic. **Hygiène et sécurité du travail. Cahiers de notes documentaires**. (2ème trimestre 2006) 19-33.

- 5) GHASEMKHANI, M.; JAHANPEYMA, F.; AZAM, K. – Formaldehyde Exposure in Some Educational Hospitals of Tehran. **Industrial Health**. 43 (2005) 703-707.
- 6) MORAL, R. – **Laboratório de Anatomia Patológica**. Interamericana. Madrid: McGraw-Hill, 1993.
- 7) U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - Formaldehyde: Hazard Summary. (2003) [Consulta em 16 de Dezembro 2007]. Disponível em <http://www.epa.gov/ttn/atw/hlthef/formalde.html>
- 8) INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER – La OMS considera cancerígeno el formaldehído. *Rev. Esp. Patol.* 38:1 (2005) 62-63.
- 9) BINETTI, R.; COSTAMAGNA, F.; MARCELLO, I. – Development of carcinogenicity classifications and evaluations: the case of formaldehyde. **Annali Istituto Superiore di Sanità**. 42: 2 (2006) 132-143.
- 10) IARC – Formaldehyde, 2-Butoxyethanol and 1-tert-Butoxypropan-2-ol. Lyon: International Agency For Research on Cancer, 2006. ISBN 92 832 1288 6. (IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans; 88).
- 11) COGGON, D., *et al.* – Extended follow-up of a cohort of British chemical workers exposed to formaldehyde. **Journal of the National Cancer Institute**. 95: 21 (2003) 1608-1615
- 12) HAUPTMANN, M., *et al.* – Mortality from lymphohematopoietic malignancies among workers in formaldehyde industries. **Journal of the National Cancer Institute**. 95: 21 (November 5) 2003.
- 13) VARGOVÁ, M., *et al.* – Subacute immunotoxicity study of formaldehyde in male rats. **Drug and Chemical Toxicology**. 16: 3 (1993) 255-275.
- 14) ZHANG, Y., *et al.* – Formaldehyde exposure and leukemia: A new meta-analysis and potential mechanisms. **Mutation Research/Reviews in Mutation Research**. 681 (2009) 150-168.
- 15) FUNASA - Textos de epidemiologia para vigilância ambiental em saúde. Brasília: Ministério da Saúde: Fundação Nacional de Saúde, 2002.
- 16) UVA, AS – Diagnóstico e gestão do risco em saúde ocupacional. Lisboa: ISHST, 2006. ISBN: 989-8076-02-1.
- 17) SADHRA, S.; GARDINER, K. – Requirements of monitoring exposure to workplace contaminants. *In* SADHRA, S.; RAMPAL, K. – **Occupational Health: risk assessment and management**. London: Blackwell Science, 1999. 129-158.
- 18) PRISTA, J.; UVA, AS – A utilização de indicadores biológicos em Saúde Ocupacional. **Revista Portuguesa de Saúde Pública**. 6 (2006) 45-54.
- 19) INRS – INSTITUT NATIONALE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE - Valeurs limites d'exposition professionnelle aux substances dangereuses de l'ACIGH aux États-Unis et de la Commission MAK en Allemagne. INRS, **Cahiers de Notes Documentaires**, 163 (1996) 197-227.
- 20) ACGIH – AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS – 2000 TLVs and BEIs: based on the documentation of the threshold limits values for chemical substances and physical agents and biological exposure indices. Cincinnati: ACGIH, 2000.
- 21) OSHA - [Em linha] Sampling strategy and analytical methods for formaldehyde. Occupational Safety and Health Administration. **Occupational Safety and Health Standards** 1910.1048 App B [Acedido em 21-01-2008] Disponível em <http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show>.
- 22) LIOY, P. – Measurement methods for human exposure analysis. *Environmental Health Perspectives*. 103 (1995) 35-44.
- 23) STEWART, P.; STENZEL, M. – Exposure assessment in the occupational setting. **Applied Occupational and Environmental Hygiene**. 15 (2000) 435-444.
- 24) PYATT, D.; NATELSON, E.; GOLDEN, R. – Is inhalation exposure to formaldehyde a biological plausible cause of lymphohematopoietic malignancies? **Regulatory Toxicology and Pharmacology**. 51 (2008) 119-133.
- 25) HERBER, R., *et al.* – Risk assessment for occupational exposure to chemicals. A review of current methodology. **Pure Applied Chemistry**. 73 (2001) 993-1031.

- 26) VIEGAS, S.; PRISTA, J.; GOMES, M. – Exposição ocupacional ao formaldeído em laboratórios de anatomia patológica: quantificação da exposição com diferentes metodologias de avaliação. Em Colóquio Internacional de Segurança e Higiene Ocupacionais, 5 e 6 de Fevereiro, Guimarães, Portugal, 2009.
- 27) POIROT, P., *et al.* – Determination of short-term exposure with a direct reading photoionization detector. **Annals of Occupational Hygiene**. 1 (2004) 75-84.
- 28) COFFEY, C., *et al.* – Measurement capability of field portable organic vapour monitoring instruments under different experimental conditions. **Journal of Occupational and Environmental Hygiene**. 6 (2009) 1-8.
- 29) MCGLOTHLIN, J. D., *et al.* – Occupational exposure assessment and control using video exposure monitoring in the pharmaceutical industry. In INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE (IOHA 2005), 6, 19 - 23 September 2005, Pilanesberg National Park North West Province, South Africa. Pilanesberg: IOHA - International Occupational Hygiene Association. SAIOSH - Southern African Institute for Occupational Hygiene. MVS - Mine Ventilation Society of South Africa, 2005.
- 30) BARSKY, J., *et al.* – An evaluation of the response of some portable, direct-reading 10.2 eV and 11.8 eV photoionization detectors, and a flame ionization gas chromatograph for organic vapours in high humidity atmospheres. **American Industrial Hygiene Association Journal**. 46 (1985) 9-14.
- 31) ARUNDEL, A., *et al.*, Indirect health effects of relative humidity in indoor environments. **Environmental Health Perspectives**. 65 (1986) 351-361.
- 32) COY, J., *et al.* – Field evaluation of a portable photoionization detector for assessing exposure to solvent mixtures. **American Industrial Hygiene Association Journal**. 61 (2000) 268-274.
- 33) GOYER, N.; *et al.* – Impacts d'un abaissement de la valeur d'exposition admissible au formaldéhyde : Laboratoires de pathologie. Montréal: IRSST - Institut de Recherche Robert-Sauvé en Santé et en Sécurité du Travail, 2004.
- 34) ORSIÈRE, T., *et al.* – Genotoxic risk assessment of pathology and anatomy laboratory workers exposed to formaldehyde by use of personal air sampling and analysis of DNA damage in peripheral lymphocytes. **Mutation Research**. 605 (2006) 30-41;
- 35) OHMACHI, K., *et al.* – Formaldehyde exposure in a gross anatomy laboratory. Personal exposure level is higher than indoor concentration. **Environmental Sciences and Pollution Research**. 13 (2006) 120-14.
- 36) RYAN, T., *et al.* – Video exposure assessments demonstrate excessive laboratory formaldehyde exposures. **Applied Occupational and Environmental Hygiene**. 18:6 (2003) 450-457.
- 37) SHAHAM, J.; GURVICH, R.; KAUFMAN – Sister chromatid exchange in pathology staff occupationally exposed to formaldehyde. **Mutation Research**. 514 (2002) 115 - 123.