

HYONÁ ARAÚJO DE SOUZA

**RECONHECIMENTO DA EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL AO FORMALDEÍDO
NUM LABORATÓRIO DE ANATOMIA DE UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO
SUPERIOR**

Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de
São Paulo para obtenção do
Título de Engenheiro de
Segurança do Trabalho.

São Paulo
2005

HYONÁ ARAÚJO DE SOUZA

**RECONHECIMENTO DA EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL AO FORMALDEÍDO
NUM LABORATÓRIO DE ANATOMIA DE UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO
SUPERIOR**

**Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de
São Paulo para obtenção do
Título de Engenheiro de
Segurança do Trabalho.**

**Área de Concentração:
Engenharia de Segurança do Trabalho**

**São Paulo
2005**

À minha família com todo o meu carinho

AGRADECIMENTOS

Ao meu marido José Batista pelo apoio e incentivo para a realização do curso.

Às minhas filhas Giovanna e Letícia pela compreensão das noites ausentes.

À Dra. Cláudia Regina dos Santos pelas orientações e revisões sempre pertinentes para realização deste estudo.

Ao Dr. José Possebon pelas orientações referentes à amostragem.

Ao Dr. Mário Fantazzini por ter ministrado aulas fantásticas que me incentivaram muito na escolha deste assunto.

À amiga PhD. Maria Aparecida Lopes da Costa pela colaboração e pela disposição incansável na revisão deste trabalho.

À Profa. Maria Alice Minnicelli por ter realizado a revisão de ortografia.

À Instituição de Ensino Superior por ter me dado a oportunidade de desenvolvimento deste estudo em suas instalações.

E à todo o corpo docente que ministraram aulas durante este curso contribuindo, de certa forma, para realização deste estudo.

RESUMO

O formaldeído apresenta grau de risco à saúde dos trabalhadores que o utilizam nas suas atividades profissionais, em virtude do elevado efeito tóxico dessa substância. O limite de exposição proposto pela American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) para o formaldeído é de 0,3 partes por milhão (ppm) como valor teto e, portanto, não é permitido que este valor seja ultrapassado em nenhum momento da jornada de trabalho. Assim, esse estudo teve como objetivo conhecer a exposição ao formaldeído, e seus efeitos tóxicos em funcionários expostos ao mesmo no ambiente de trabalho e a partir dos resultados obtidos propor melhorias nas condições de trabalho junto ao empregador a fim de minimizar a exposição. Para tanto, foi avaliado um funcionário de um laboratório de anatomia de uma instituição de ensino superior, identificado como indivíduo mais exposto (IME), a partir de coletas de amostras na zona respiratória durante um dia de trabalho em atividade de maior exposição ao formaldeído. As amostras foram coletadas em dois departamentos identificados como Anatomia Humana e Anatomia Veterinária. Fundamentalmente, esta avaliação teve por finalidade estimar a exposição ao formaldeído a que os trabalhadores estavam sendo submetidos. As concentrações nos dois ambientes foram medidas utilizando o método analítico proposto pelo National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH) 2016 e os valores de concentração encontrados variaram entre 1,98 a 3,87 ppm caracterizando a atividade como insalubre. Diante deste quadro, foram propostas mudanças de metodologias em substituição ao formaldeído, instalação de sistema de exaustão nas salas e a substituição do atual respirador para outro respirador mais apropriado para a atividade ali desempenhada.

ABSTRACT

Formaldehyde provides risk to the health of workers who use it in their professional activities, due to its high toxic effect. Exposure threshold proposed by the American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) for formaldehyde is 0.3 parts per million (ppm) as a threshold limit value ceiling, therefore it is not allowed to exceed this value at any moment of the workday. Thus, this study purpose was to know exposure to formaldehyde, as well as its toxic effects on employees exposed to it in their work environment, and based on the study outcomes, propose improvements in work conditions to the employer in order to minimize exposure. For that, it was assessed an workers of a higher education institution laboratory of anatomy. He was identified as most exposed individual (MEI) from sample collects performed in the breath zone during a day of work in a most exposed to formaldehyde activity. These samples were collected in two departments identified as Human Anatomy and Veterinary Anatomy. Fundamentally, the purpose of this assessment was to evaluate exposure to formaldehyde that workers were undergoing. Concentrations in both environments were measured through analytic method proposed by the National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH) 2016, and the values of concentration which were found varied from 1.98 to 3.87 ppm, characterizing the activity as unhealthy. In face of this scene, it was proposed methodology changes in substitution to formaldehyde, installation of exhaust system in the rooms, and substitution of the current breather for another one more appropriate for the activity carried out there.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

1. INTRODUÇÃO.....	16
1.1 Contextualização.....	16
1.2. Objetivo geral.....	17
1.3. Justificativa	17
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	19
2.1. Toxicologia.....	19
2.2. Toxicidade.....	19
2.3. Ação das substâncias tóxicas.....	20
2.4. Toxicocinética.....	21
2.4.1. Absorção.....	21
2.4.1.1. Absorção pela pele.....	22
2.4.1.2. Absorção por via respiratória.....	22

2.4.1.3. Absorção por via digestiva.....	23
2.4.1.4. Absorção por outras vias.....	23
2.4.2. Distribuição, localização e acumulação.....	23
2.4.3. Biotransformação.....	24
2.4.4. Eliminação das substâncias tóxicas.....	25
2.4.5. Toxicocinética do formaldeído.....	25
2.5. Toxicodinâmica.....	26
2.5.1. Toxicodinâmica do formaldeído.....	26
2.6. Câncer e o ambiente de trabalho.....	28
2.7. Formaldeído e o risco de câncer.....	31
2.8. Legislação.....	36
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	42
3.1. População de estudo.....	42
3.2. Amostragem.....	42
3.3. Amostrador utilizado.....	47
3.4. Metodologia de análise das amostras.....	49

4. RESULTADOS	51
5. DISCUSSÃO.....	55
5.1. Alternativas para minimizar a exposição ao formaldeído.....	58
6. CONCLUSÃO.....	61
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
APÊNDICE I – Ficha de segurança do formaldeído.....	67
APÊNDICE II – Fotos do local.....	72
APÊNDICE III - Formulário do PPP.....	80
APÊNDICE IV – Certificados da Environ Científica.....	83
ANEXO I.- Protocolo para identificação do indivíduo mais exposto.....	85
ANEXO II – Folhas de Campo.....	86
ANEXO III – Metodologia NIOSH 2016 para análise de formaldeído...	93
ANEXO IV – Resultado das Análises	100

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Coleta de amostra para avaliação durante a atividade de formolização no departamento de anatomia humana.....	43
Figura 2 - Sala de preparo de peças anatômicas no departamento de anatomia humana.....	44
Figura 3 – Coleta de amostra para avaliação durante a atividade de formolização no departamento de anatomia veterinária.....	46
Figura 4 - Sala de preparo de peças anatômicas no departamento de anatomia veterinária.....	47
Figura 5 - Bomba de sucção utilizada para coleta das amostras.....	48
Figura 6 - Conjunto amostrador sendo colocado junto ao IME.....	48
Figura 7 - Gráfico comparativo da concentração encontrada no departamento de anatomia veterinária com o limite proposto pela ACGIH em 2005.....	54
Figura 8 - Gráfico comparativo da concentração encontrada no departamento de anatomia humana com o limite proposto pela ACGIH em 2005.....	54
Figura 9 – Foto comparativa entre as técnicas de conservação de peças anatômicas com formaldeído e com glicerina.....	59
Figura 10 – Peças sintéticas que podem ser utilizadas em substituição as peças naturais para eliminação da exposição ao formaldeído.....	59

Figura 11 - Peça sintética que pode ser utilizada em substituição as peças naturais para eliminação da exposição ao formaldeído.....	60
Figura 12 - Sala de aula do departamento de anatomia veterinária.....	72
Figura 13 – Sala de aula do departamento de anatomia humana.....	72
Figura 14 – Vista interna do tanque de armazenagem das peças maiores do departamento de anatomia humana.....	73
Figura 15 – Vista externa dos tanques de armazenagem das peças maiores do departamento de anatomia humana.....	73
Figura 16 – Caixas onde são estocados os órgãos no departamento de anatomia humana.....	74
Figura 17 - Vista externa dos tanques de armazenagem das peças maiores do departamento de anatomia humana.....	74
Figura 18 – Formolização via jugular de um cão no departamento de anatomia veterinária.....	75
Figura 19 – Tanques para armazenagem das peças maiores no departamento de anatomia veterinária.....	75
Figura 20 – Peças anatômicas sendo retiradas dos tanques de armazenagem no departamento de anatomia veterinária.....	76
Figura 21 - Peças anatômicas sendo retiradas dos tanques de armazenagem no departamento de anatomia veterinária.....	76

Figura 22 – Caixas onde são estocados os órgãos no departamento de anatomia veterinária.....	77
Figura 23 – Dissecção de uma peça anatômica (anca de cavalo)	77
Figura 24 - Dissecção de uma peça anatômica (anca de cavalo)	78
Figura 25 – Relação de EPI's utilizados nos departamentos de anatomia humana e veterinária.....	78
Figura 26 – Filtro para vapores orgânicos que é utilizado nos departamentos de anatomia humana e veterinária.....	79

LISTA DE TABELAS

Tabela 1– Limites de tolerância para formaldeído.....	40
Tabela 2 – Dados epidemiológicos das pessoas estudadas.....	51
Tabela 3 – Distribuição de frequência das manifestações clínicas.....	52
Tabela 4 – Valores das concentrações de formaldeído encontradas durante a atividade estudada.....	53

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABHO	- Associação Brasileira de Higienistas Ocupacionais
ACGIH	- American Conference of Governmental Industrial Hygienists
AIHA	- American Industrial Hygiene Association
CETESB	- Companhia Estadual de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CL	- Concentração letal
DL	- Dose letal
DNPH	- Dinitrofenilhidrazona
EPI	- Equipamento de proteção individual
EUA	- Estados Unidos da América
FOSP	- Fundação Oncocentro de São Paulo
FUNDACENTRO	- Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho
HPLC	- High Performance Liquid Chromatography
IARC	- International Agency for Research on Câncer
IME	- Indivíduo mais exposto

INSS	- Instituto Nacional de Seguridade Social
LER	- Lesão por esforços repetitivos
LT	- Limite de tolerância
MTE	- Ministério do Trabalho e Emprego
NIOSH	- National Institute for Occupational Safety and Health
NORA	- National Occupational Research Agency
NR	- Norma Regulamentadora
OSHA	- Occupational Safety & Health Administration
PEL	- Permissible Exposure Limits
PPM	- Partes por milhão
PPP	- Perfil Profissiográfico Profissional
PPR	- Programa de Proteção Respiratório
PPRA	- Programa de Prevenção de Riscos Ambientais
SVOC	- Serviço de Verificação de Óbito da Capital
TLV-TWA	- Threshold Limit Value Time Weighted Average
TLV- STEL	- Threshold Limit Value Short Term Exposure

TLV- C - Threshold Limit Value Ceiling

USP - Universidade de São Paulo

1. INTRODUÇÃO

1.1. Contextualização

Diante da crescente preocupação com atividades que envolvem agentes carcinogênicos, o presente estudo visa apresentar a toxicidade do Formaldeído ou simplesmente Formol (CH_2O). Esse agente químico é muito utilizado na área da saúde, embora tenha sido classificado como carcinogênico, visto estar relacionado ao aparecimento de diversos tipos de tumores, inclusive o câncer. Conhecido ainda por outros sinônimos como formalina, metaldeído, metanal, aldeído metílico, paraformaldeído e comercializado com outros nomes fantasias como Ivalon, Karsan, Lysiform e Mobicid (HESIS, 2003).

O formaldeído é um produto obtido através da oxidação do álcool metílico, e encontrado e utilizado na forma líquida, em concentração de 37% em água. Não apresenta cor e possui um forte odor. Ligeiramente mais pesado que o ar seus vapores são irritantes as mucosas e a pele. Possui elevada solubilidade, possibilitando rápida absorção pelas vias respiratórias mesmo em baixas concentrações, podendo dessa forma penetrar nos pulmões (SCHVARTSMAN, 1991).

Dentre as várias aplicações, o formaldeído é usado normalmente como desinfetante, germicida e preservante de cadáveres (agente embalsamador) há mais de um século. Também é utilizado na elaboração de diversos produtos da indústria química, sendo empregado predominantemente como intermediário químico. Está presente no cigarro, em uma concentração de 20ppm, no gás natural, no querosene, nos escapamentos dos veículos e nas combustões em geral. Também pode ser encontrado nos produtos utilizados na revelação de filmes fotográficos, nos cosméticos e nas tintas de roupas. Está presente ainda em vários alimentos como frutas, café e no leite como conservante (FRANCHESINI; CARVALHO, 1993).

Entretanto estas qualidades têm sido anuladas pela toxicidade do produto, e pela reconhecida ação carcinogênica. Por tais motivos, em vários países, as autoridades sanitárias impuseram restrições ao seu uso e estabeleceram limites de

concentração desta substância no ambiente de trabalho (HAYES et al, 1990). Sendo assim é de fundamental importância a construção de um sistema de vigilância com objetivo de identificar e controlar os ambientes de trabalho onde existe potencial exposição a agentes carcinogênicos.

A prevenção do câncer no ambiente de trabalho está fundamentada na eliminação ou na redução da exposição ao agente carcinogênico. Assim a adoção de boas práticas de trabalho, que resultem no uso seguro de substâncias químicas carcinogênicas, constitui medida essencial para a redução do risco apresentado por tais compostos (MORENO; COSTA; ONG, 2002).

1.2 Objetivo geral

Fazer um reconhecimento da concentração de formaldeído a que os trabalhadores de um laboratório de anatomia de uma instituição de ensino superior estão expostos durante o desenvolvimento da atividade de formolização através da coleta de amostras na zona respiratória de um funcionário exposto no ambiente de trabalho e propor melhorias nas condições de trabalho junto ao empregador para redução da exposição a essa substância.

1.3. Justificativa

A escolha do tema para este trabalho foi inspirada na necessidade de se introduzir algumas medidas de controle para minimizar a exposição ao formaldeído a que os trabalhadores da área da saúde ficam submetidos durante a execução de algumas tarefas principalmente quando da conservação de peças anatômicas.

Pouco se fala sobre esta substância que é largamente empregada em toda a área da saúde talvez por ser utilizada em locais públicos como hospitais, isentos de fiscalizações, porém a substância apresenta um elevado risco à saúde dos expostos por ser responsável pelo aparecimento de diversos tipos de cânceres conforme apresentado em diversos trabalhos publicados.

Justificado então na reconhecida ação carcinogênica que o formaldeído apresenta, foi levantada uma preocupação em controlar o ambiente de trabalho ao qual um grupo de técnicos em anatomia mantém contato com a substância numa instituição de ensino superior.

A partir de um reconhecimento que será realizado no ambiente, será possível conhecer a concentração à que estes trabalhadores estão expostos e então, orientar a empresa na necessidade da introdução de algumas medidas de controle.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1.Toxicologia

A toxicologia é o estudo dos efeitos adversos das substâncias químicas nos organismos vivos, estudando tudo aquilo relativo à origem, natureza, propriedades, identificação, mecanismo de acumulação e qualidades de qualquer substância tóxica (HACHET, 1997).

A toxicologia tem origem remota, visto que o homem desde a pré-história já estava interessado na aplicação de venenos. A notícia mais antiga sobre toxicologia data de 1500 a.C. e consta do Papiro de Ebers, com informações referentes a muitos venenos reconhecidos, incluindo entre outros, a cicuta e o ópio. Desde essa época o tratamento de intoxicados passou a ser motivo de preocupação para os profissionais da área da saúde (OGA, 1996).

2.2.Toxicidade

É a medida do potencial tóxico de uma substância. Não existem substâncias químicas atóxicas que sejam consideradas seguras, que não possam provocar efeitos lesivos ao organismo. Por outro lado, também é verdade que não existe substância química que não possa ser utilizada com segurança, pela limitação da dose e da exposição ao organismo humano. Os principais fatores que influenciam na toxicidade de uma substância são: frequência da exposição, duração da exposição e via de administração. Existe ainda relação direta entre frequência e a duração da exposição na toxicidade dos agentes tóxicos. Determinada substância administrada por via oral numa dose de 100 mg pode provocar apenas sintomas leves, ao passo que 10 mg da mesma substância por via intravenosa podem levar a sintomas graves (HACHET, 1997).

Para se avaliar a toxicidade de uma substância química, é necessário conhecer que tipo de efeito ela produz, a dose para produzir o efeito, informações sobre as características ou propriedades da substância, informações sobre a exposição e sobre

o indivíduo. Qualquer substância muito tóxica causará danos ao organismo mesmo quando administrada em quantidades muito pequenas, enquanto que outra substância de baixa toxicidade só produzirá efeito quando a quantidade administrada for muito grande (KLAASSEN; WATKINS, 2001).

Logo, toxicidade pode ser relacionada com a dose. Qualquer substância pode ser considerada tóxica se for administrada acima dos limites de tolerância do corpo humano. Intensidade da dose e tempo de exposição associadas ao produto tóxico podem determinar a severidade do dano. Duas expressões podem ser utilizadas para denominar a toxicidade. Dose Letal 50 (DL50) é o valor que causa envenenamento a 50% dos animais em teste quando administradas de uma única vez e Concentração Letal 50 (CL50) que é a concentração que, quando dispersa no ar, pode matar 50% dos animais em teste. Quanto menor a CL ou a DL, mais tóxica é a substância (OGA, 1996).

Alguns efeitos tóxicos das substâncias químicas são reversíveis e outros são irreversíveis. Se uma substância química produz lesões tóxicas a um tecido do organismo, a capacidade desse tecido regenerar denomina, em grande parte, se o efeito é reversível ou irreversível. Os efeitos carcinogênicos, uma vez que ocorre, usualmente é considerado como um efeito tóxico irreversível (KLAASSEN; WATKINS, 2001).

2.3. Ação das substâncias tóxicas

As substâncias tóxicas quando ingressam no organismo são capazes de produzir lesões ou alterações de tipo estrutural ou funcional nas células (SCHVARTSMAN, 1991).

As substâncias tóxicas que atuam diretamente nas vias de penetração se denominam tóxicos locais, e geralmente são de caráter irritativo, logicamente afetam a pele, vias respiratórias e olhos (HACHET, 1997). E aqueles que seguem a rota toxicocinética e concretizam sua ação nos órgãos diferenciados das vias de entrada,

se denominam tóxicos sistêmicos. Os tóxicos sistêmicos normalmente apresentam ação seletiva em órgãos específicos (KLAASSEN; WATKINS, 2001).

2.4.Toxicocinética

É o estudo da relação entre a quantidade necessária do agente tóxico para ação no organismo e a concentração do mesmo no plasma, relacionando os processos de absorção, distribuição, biotransformação e eliminação do agente, em função do tempo (OGA, 1996).

Para que a intoxicação sistêmica ocorra, é necessário um meio de transporte do agente tóxico, que normalmente é o sangue. Uma vez que o tóxico se introduz no fluido sanguíneo, este circulará alcançando a zona em que exerce sua ação. Posteriormente será depositado, eliminado ou transformando mediante reações metabólicas (KLAASSEN; WATKINS, 2001).

2.4.1.Absorção

É a transferência de uma substância química do seu local de exposição, para a circulação sistêmica. A absorção consiste na forma de entrada do agente tóxico no organismo. Tais agentes podem adentrar no organismo por meio de 4 vias fundamentais a saber: pela pele, pelo sistema respiratório, pelo sistema digestivo, ou ainda parenteral (OGA, 1996).

A taxa de absorção está relacionada com a concentração do composto no local de absorção, o tempo de exposição e a sua solubilidade (KLAASSEN; WATKINS, 2001).

2.4.1.1. Absorção pela pele

Em princípio, o homem está naturalmente protegido pela pele que o recobre. A pele, como qualquer outro órgão tem funções específicas como, por exemplo, produzir compostos que anulam a ação de agressivos químicos e microbianos. Nas aberturas naturais do corpo, a pele muda de aspecto e passa a ser denominada de mucosa. Nessas regiões a pele serve de via de entrada de agentes agressivos (OGA, 1996).

A pele se compõe de duas partes: epiderme e derme, a primeira está situada na superfície e a derme nas camadas mais profundas (SCHVARTSMAN, 1991).

A pele é uma importante via de absorção de compostos lipossolúveis como os solventes, e praticamente nula para os compostos metálicos (KLAASSEN; WATKINS, 2001).

A absorção pode ocorrer através das glândulas sebáceas ou diretamente através das células epidérmicas. A absorção pode ser favorecida pela umidade e pelo suor (HACHET, 1997).

2.4.1.2. Absorção por via respiratória

Constitui o principal meio de penetração no ambiente de trabalho. É a via mais importante da toxicologia ocupacional, uma vez que a inalação de ar é necessária para o funcionamento normal do organismo. A presença de contaminantes no ambiente penetra facilmente, juntamente com os outros elementos do ar atmosférico, possibilitando o contato das substâncias tóxicas com zonas muito vascularizadas, onde irá se realizar os intercâmbios sangue-ar, nos alvéolos pulmonares (HACHET, 1997).

O grau de exposição depende, às vezes, da concentração da substância tóxica no ar inalado e da duração da exposição (SCHVARTSMAN, 1991).

2.4.1.3.Absorção por via digestiva

Muitas substâncias tóxicas entram na cadeia alimentar e são absorvidas junto com o alimento. No sistema digestivo, os ácidos biliares contribuem para desagregar a matéria particulada e a solubilidade dos compostos metálicos, facilitando a absorção posterior do tóxico. Hábitos de se alimentar ou de fumar durante a execução de uma atividade pode facilitar a absorção por esta via (OGA, 1996).

A absorção por esta via desempenha um papel secundário nos casos de intoxicações agudas profissionais – trata-se dos acidentes, ingestões por erro. Mais de 80% são conseqüências de tentativas de suicídio e são provocadas por ingestão oral voluntária (HACHET, 1997).

2.4.1.4.Absorção por outras vias

Entre as outras vias de absorção, tem-se, de importância prática, a parenteral (intramuscular, intravenosa, subcutânea), muito utilizada pelos dependentes de drogas injetáveis e a ocular que ocorre especialmente na seqüência de um erro de manipulação. Uma agressão ocular pode também vir de um gás irritante (OGA, 1996).

2.4.2.Distribuição, localização e acumulação

Após a absorção, os tóxicos são incorporados ao sangue na corrente circulatória alcançando todos os órgãos do corpo após atravessar as membranas biológicas (OGA, 1996).

A quantidade de tóxico que circulará pelo sangue dependerá:

- a) da facilidade de absorção da via de entrada.
- b) da velocidade do fluído sangüíneo.

- c) do coeficiente de solubilidade do tóxico no sangue, ou a existência de transportadores adequados do tóxico.
- d) do equilíbrio com os depósitos de acumulação.

Uma vez no sangue, as substâncias tóxicas se distribuem aos diferentes órgãos, principalmente para aqueles muito vascularizados. A velocidade de entrada do agente tóxico nos órgãos, depende da velocidade relativa do sangue nos vasos capilares e da afinidade que tenham com os tóxicos (OGA, 1996).

Algumas substâncias tóxicas se acumulam em certas partes do organismo como resultado da ligação às proteínas. O local de acumulação de uma substância tóxica pode ser também o seu local principal de ação, mas na maioria dos casos não é. Se uma substância tóxica se acumular num local diferente do órgão ou tecido alvo, essa acumulação pode ser encarada como um processo protetor, já que a concentração da substância tóxica no local de ação diminui (HACHET, 1997).

2.4.3. Biotransformação

Quando uma substância tóxica é absorvida no organismo, normalmente se desencadeia uma série de reações, tendendo a diminuir seus efeitos e facilitar sua eliminação. Estas reações podem trocar a composição do tóxico, ou por fenômenos de conjugação modificar suas propriedades. O tóxico modificado é denominado metabólito (SCHVARTSMAN, 1991).

Nem sempre as reações são favoráveis, e pode ocorrer, a potencialização das características do tóxico. Também pode ocorrer que o tóxico seja eliminado sem ter sofrido qualquer transformação (LARINI, 1997). Em todo caso, as enzimas exercem papel fundamental nessas reações, uma vez que aumentam a velocidade da reação, pois são os biocatalisadores mais importantes que o organismo dispõe (HACHET, 1997).

O fígado é sem dúvida o órgão que encerra maior concentração de enzimas, e onde grande número de substâncias são metabolizadas. Outros órgãos como pulmão,

rins, trato gastrintestinal, pele e mucosa, também têm participação significativa (OGA, 1996).

2.4.4. Eliminação das substâncias tóxicas

É o processo pelo qual uma substância é expulsa do organismo. Os agentes tóxicos são excretados através de diferentes vias e, na maioria das vezes, sob a forma de produtos hidrossolúveis após biotransformação. As vias mais representativas são urinária, fecal e pulmonar (OGA, 1996). Também existe eliminação por meio da biliar, suor, saliva, leite materno, etc (LARINI, 1997).

2.4.5. Toxicocinética do formaldeído

O formaldeído, uma vez inalado, é rapidamente metabolizado, tanto no fígado como no sangue a ácido fórmico, através da enzima formaldeído desidroxigenase, em tempo médio de 1,5 minutos. Além disso, pode sofrer oxidação direta, porém em menor proporção, em diferentes tecidos do organismo humano (FRANCHESINI; CARVALHO, 1993).

Por tais razões, as determinações da concentração do formaldeído no sangue e na urina não se prestam para avaliações do grau de intoxicação pelo formol devido a rápida metabolização dessa substância nos tecidos. A rápida metabolização pode ser apontada como responsável pela ausência de lesões em regiões distantes dos pontos de exposição, entretanto, o próprio ácido fórmico é de lenta eliminação e prejudicial ao metabolismo do oxigênio no organismo, como inibidor do complexo citocromo-oxidase da mitocôndria, prejudicando assim a respiração celular podendo causar morte da célula (FRANCHESINI; CARVALHO, 1993).

A morte celular induzida num órgão por injúria química, dependendo de sua extensão, pode conduzir à falência desse órgão, mas pode também não causar nenhuma repercussão clínica significativa (OGA, 1996).

2.5.Toxicodinâmica

Entende-se pelo estudo da natureza da ação tóxica exercida por substâncias químicas sobre o sistema biológico, sob os pontos de vista bioquímico e molecular (HACHET, 1997).

A intoxicação se inicia sempre com a exposição do organismo ao agente tóxico que, geralmente sofre absorção por variadas vias e atinge o sistema circulatório, onde o agente tóxico exerce sua atividade causando-lhes alterações bioquímicas ou fisiológicas, detectáveis pelos sinais e sintomas ou mediante dados laboratoriais de diagnóstico (OGA, 1996).

A toxicidade pode ser classificada em agudas e crônicas conforme o número e a persistência de contato do sistema biológico com o agente (OGA, 1996).

2.5.1.Toxicodinâmica do formaldeído

Os efeitos do formaldeído sobre a saúde têm sido categorizados como agudos e crônicos. O efeito agudo pode aparecer imediatamente, com pouco tempo de exposição a altas concentrações, através de inalação, contato com os olhos, contato com a pele ou ingestão (FERRERO, 1998).

Dentre os diferentes profissionais que estão expostos ao formaldeído, alguns podem sofrer exposições crônicas e outros exposições agudas. De acordo com estudo realizado por Coldiron et al (1983) que verificaram as condições de exposição dos técnicos em anatomia e dos fisiologistas a esta substância, existe diferença na exposição dentre diferentes funções. Normalmente, os técnicos ficam expostos por período de tempo prolongado enquanto que fisiologistas ficam expostos por curto período de tempo.

Quando a exposição se dá por inalação, pode ocorrer irritação das vias aéreas superiores. Níveis de 100 ppm são considerados perigosos à vida. Exposições a 50 ppm podem causar reações pulmonares graves após poucos minutos de contato.

Destes, edemas pulmonares, pneumonias e irritação bronquial que podem resultar em morte (HACHET, 1997).

Concentrações acima de 5 ppm causam irritação no trato respiratório normalmente diagnosticado como asma profissional em indivíduos previamente normais. Em indivíduos com asma preexistentes, os efeitos podem ser acentuados (FERRERO, 1998).

A irritação das vias aéreas superiores, é o efeito mais relatado pelos profissionais e pode acontecer em variadas concentrações. Existem relatos de queixa em concentrações consideradas baixas, por exemplo, 0,1 ppm, embora as queixas mais frequentes dizem respeito a concentrações de 1 ppm. Os sintomas mais comuns são secura da garganta, coceira e ardência no nariz e congestão nasal (COLDIRON et al, 1983).

No caso de exposição por contato com os olhos, as concentrações entre 0,05 ppm e 0,5 ppm podem provocar irritação nos olhos semelhante à queima, coceira e vermelhidão com aumento de frequência de piscar, o que interfere na habilidade de execução das tarefas (HACHET, 1997).

Os danos causados por esguichos acidentais nos olhos, resultam em sérios danos oculares, que incluem opacidade nas córneas e cegueira. O grau de severidade vai depender da concentração do formaldeído e do tempo de intervenção médica (HESIS, 2003).

Quando a exposição se dá por contato com a pele pode causar irritação da pele e dermatites de contato alérgico. Os efeitos são variáveis de acordo com a sensibilidade de cada indivíduo (OSHA, 2005).

A ingestão de doses inferiores a 30 ml da solução de formaldeído à 37% pode causar morte. Os efeitos tóxicos no trato gastrointestinal são graves, e geralmente o indivíduo apresenta náuseas e dores abdominais. Outros órgãos também afetados são fígado, rins, baço, pâncreas e cérebro. O sistema nervoso central pode contribuir com resposta aguda à ingestão (HACHET, 1997).

Os efeitos crônicos provocados por contato com o formaldeído ocorrem por exposições periódicas a esta substância. Este tipo de exposição têm sido apontada como a grande responsável por cânceres do nariz e pulmão. As exposições repetidas podem causar bronquites, dores no peito e dificuldade de respirar além de diferentes tipos de alergia da pele. Alguns indivíduos expostos podem desenvolver hipersensibilidade a outras substâncias químicas como fragrâncias e perfumes. Outros efeitos podem ser sonolência, insônia, dores de cabeça constante, depressão, ansiedade, convulsões, perda de memória, fadiga, náuseas, diarreia e coma (OSHA, 2005).

Outro efeito importante é observado no aparelho reprodutor, como desordens menstruais e abortos em mulheres que trabalham com formaldeído. Muito embora ainda não existam informações suficientes para se assegurar que o formaldeído provoque abortos espontâneos, tem-se observado uma incidência maior de abortos em mulheres que utilizam o formaldeído em sua rotina de trabalho (AHLBORG; HEMMINKI, 1995).

2.6.Câncer e o ambiente de trabalho

O manuseio de substâncias químicas carcinogênicas pode gerar algumas patologias de acordo com a toxicidade (medida do potencial tóxico) de cada substância. Diferentes tipos de tumores podem ocorrer entre os trabalhadores que manipulam tais substâncias durante toda a vida laboral. O câncer é a patologia mais comum e também a mais perigosa de todas (HAZELWOOD, 1987).

Uma substância química com propriedade carcinogênica possui a capacidade específica de produzir câncer ou tumores em animais de laboratório e no homem. A indução de câncer pelas substâncias químicas ocorre através de uma série complexa de reações individuais. Carcinogênese é um termo geral utilizado para denominar o desenvolvimento de neoplasia. Esta, por sua vez, significa literalmente novo crescimento, mas pode ser entendida como um aumento autônomo do número de células (MORENO; COSTA; ONG, 2002).

Tipicamente considerada como uma doença do mundo desenvolvido e industrializado, o câncer tem sido visto como um problema crescente nos países considerados em desenvolvimento. Registros que relacionavam o ambiente de trabalho com a incidência de alguns tipos de cânceres datam do século XVIII. Naquela época, Sir Percival Pott mostrou que havia alta incidência de câncer de escroto entre limpadores de chaminés de Londres, e que a causa provável dessa patologia seria o contato constante dos trabalhadores com o alcatrão e a fuligem presente nas chaminés (REGO, 2005).

Keshava; Ong (1999) ressaltaram que o ambiente de trabalho pode ser, em muitos casos, fonte de exposição à centenas de agentes nocivos à saúde, como aerodispersóides e substâncias químicas.

De acordo com a National Occupational Research Agency (NORA), cerca de 10% dos cânceres de pulmão, 21 a 27% dos cânceres de bexiga e 100% dos casos de mesoteliomas nos Estados Unidos da América (EUA) no ano de 2001, estão relacionados a exposições ocupacionais à agentes químicos carcinogênicos. A estimativa de que 4% das mortes anuais por câncer naquele país seriam decorrentes de exposições ocupacionais levou a introduzir o câncer em sua lista de prioridades de pesquisa, como uma das principais doenças ocupacionais (NORA, 2005).

A ocorrência do câncer ocupacional, reconhecida há mais de dois séculos, deve ser vista não apenas como simples efeito de exposições específicas ou como decorrente da industrialização, mas também como um processo que decorre da associação e interação entre a exposição ocupacional a agentes químicos e a vulnerabilidade das populações expostas, como à carência alimentar e à ocorrência de doenças infecto-contagiosas. Provavelmente a exposição ambiental/ocupacional a agentes químicos esteja contribuindo também para o adoecimento da população, sem que uma relação entre causa e efeito tenha sido estabelecida (REGO, 2005).

A difusão de substâncias químicas não ocorre exclusivamente através das conhecidas formas de poluição. As relações comerciais entre grandes indústrias e outras de menor porte, a distribuição de produtos no varejo e a utilização frequente, e de certa forma banalizada de agentes químicos, como se fossem agentes inofensivos,

talvez sejam as formas mais determinantes da exposição da população a contaminantes químicos em geral. É importante ressaltar que, a ação dos carcinogênicos ultrapassa os limites dos ambientes industriais onde são produzidos e atingem outras indústrias que os utilizam como matéria-prima, os trabalhadores do setor de serviços e, em alguns casos, a população "não-trabalhadora".

O Brasil, com uma história de industrialização que data de aproximadamente 50 anos, apresenta as condições favoráveis à ocorrência de câncer entre os trabalhadores.

O desenvolvimento econômico verificado no país se superpõe a uma realidade na qual se evidencia a falta de moradia, a deficiência de saneamento básico, a fome e o desemprego. Este paralelismo impõe a simultaneidade de processos mórbidos na população, como as doenças infecto-contagiosas e carências, próprias da pobreza, bem com outras ditas inerentes aos países desenvolvidos ou industrializados, como as crônico-degenerativas, que elevam não apenas nas camadas mais privilegiadas da sociedade, mas também na classe trabalhadora, inclusive atingindo faixas etárias cada vez mais jovens. Neste sentido, o câncer está se tornando uma importante causa de morte também nos países em desenvolvimento, em parte pela diminuição da mortalidade por outras causas e pelo conseqüente envelhecimento da população, mas também pela maior exposição a carcinogênicos ocupacionais e ao tabaco, aliado a outros fatores (REGO, 2005).

De acordo com a Fundação Oncocentro de São Paulo (FOSP) o câncer é responsável por aproximadamente 20% dos casos de óbito nos países em desenvolvimento e que, em algumas nações, como por exemplo, o Japão, é a primeira causa de morte. Ainda segundo dados da referida Fundação, no Brasil a mortalidade por câncer mostra coeficientes estáveis ou crescentes, inclusive para os tumores considerados evitáveis ou curáveis. Nos últimos anos, o câncer já ocupa segundo lugar como causa de óbito no Estado de São Paulo, estando atrás somente das doenças do aparelho circulatório (BRASIL, 2005).

Segundo dados apresentados pela International Agency for Research on Câncer (IARC), no ano de 2000 cerca de 10 milhões de pessoas no mundo

desenvolveram tumores malignos e 6,2 milhões morreram por câncer, sendo que o de pulmão contribuiu com 20% de ocorrência (IARC, 2005).

2.7. Formaldeído e o risco de câncer

No período de 1990 a 1993 cerca de 32 milhões de trabalhadores (23% da força de trabalho) da comunidade européia sofreram exposição a agentes carcinogênicos sem levar em conta os casos de exposição em institutos de pesquisa que representa cerca de 100 mil indivíduos expostos. Totalizando, a exposição foi da ordem de 140 mil indivíduos. No caso do formaldeído em particular, a estimativa do número de exposições é de aproximadamente 7000 trabalhadores durante este período (CAREX, 2005).

Existem vários grupos de profissionais que estão expostos ao formaldeído. A maioria tem conhecimento dos efeitos imediatos como irritações à mucosa nasal e lacrimejamento dos olhos, desconhecendo, porém os demais efeitos e danos à saúde que exposições repetidas à longo prazo a esta substância pode causar. As conseqüências vão desde as bem conhecidas irritações conjuntivas e a do trato respiratório superior até problemas mais sérios como a dermatite de contato, crises asmáticas, efeitos de mutagenicidade e de aberrações cromossômicas (FRANCHESINI; CARVALHO, 1993)

Mutagenicidade pode ser definida como a capacidade que uma substância química tem em induzir mudanças ou mutações no material genético das células que podem ser transmitidas durante a divisão celular e que pode ou não induzir ao câncer (MORENO; COSTA; ONG, 2002).

Profissionais da área médica, da área da saúde em geral, estudantes, professores e técnicos de anatomia estão expostos ao formaldeído, visto que este é um produto largamente utilizado para conservação de peças anatômicas e como agente desinfetante e bactericida (PERKINS; KIMBROUGH, 1985).

Um estudo realizado em animais (roedores) demonstrou que o formaldeído pode causar danos graves principalmente ao trato respiratório superior. Tal estudo,

estabeleceu relação direta entre o tempo de exposição à substância e a concentração da mesma no ar, com o surgimento de diferentes patologias tais como câncer de cérebro, de pulmão, gastrintestinal, nas vias aéreas superiores (cavidade nasal, faringe e laringe) além de leucemia (FERRERO, 1998).

A expectativa de vida das pessoas que manipulam o formaldeído chega a ser de apenas 5 anos após a interrupção das atividades segundo Stroup; Blair; Erikson (1986) que estudaram um grupo de trabalhadores da Associação Americana de Anatomistas em atividade entre os anos de 1888 – 1924. Foi observado em vários casos, o aparecimento dos cânceres de pulmão, de leucemia e de cérebro.

Difícilmente outro profissional é tão exposto aos danos provocados pelo formaldeído quanto os anatomistas, técnicos em embalsamentos e estudantes de medicina. O uso do formaldeído nessas atividades é de extrema importância para fixação e conservação de uma peça anatômica visto que tal substância apresenta ação bactericida, além de manter a estrutura dos tecidos com o aspecto semelhante ao ainda apresentado em vida (ARCIA, 1990).

No estudo realizado por Akbar-Khanzadeh et al (1994) com 54 indivíduos de uma faculdade de medicina, verificou-se o efeito da exposição ao formaldeído durante 5 semanas. Os autores puderam constatar que durante as atividades de dissecação, a exposição ao formaldeído variou de 0,07 a 2,94 ppm. Das medidas realizadas, 94% ficaram acima do limite permissível de 0,3 ppm, valor teto para esta substância e que cerca de 32% excederam o nível de ação de 0,5 ppm, média ponderada para 8 horas de trabalho de acordo com os limites recomendados pela ACGIH e OSHA respectivamente. Os sintomas mais recorrentes foram irritação ocular (88%), de nariz (74%), de garganta (29%) e trato respiratório (21%).

Pinkerton; Hein; Stayner (2004) ao estudarem a taxa de mortalidade de cerca de 11000 trabalhadores de 3 diferentes indústrias norte americanas, que ficaram expostos ao formaldeído durante 3 meses ou mais no início da década de 80, verificaram que as mortes por leucemia mielóide foi maior entre os trabalhadores que foram expostos nos primeiros anos daquela década, presumivelmente devido a concentração pelo carcinogênico ter sido mais alta. Os autores verificaram também

que a taxa de mortalidade entre os trabalhadores com 10 ou mais anos de exposição foi alta e provocada por múltiplas causas de cânceres como na cavidade bucal, no tecido conjuntivo, na traquéia, nos brônquios, nos pulmões e na faringe. Tal verificação pode ser utilizada como referência para identificação do período de latência da substância.

O aparecimento de cânceres em trabalhadores que manipulam o formol é maior do que o número de casos que surgem em profissionais que produzem tal substância. A evidência da carcinogenicidade para humanos foi considerada com base nos inúmeros casos de câncer de nasofaringe nos trabalhadores expostos (PINKERTON; HEIN; STAYNER, 2004).

Estudo realizado com embalsamadores de Nova York mostrou elevada mortalidade decorrente da exposição a vapores de formaldeído, tendo sido, inclusive, detectado câncer de pele e de cólon e arteriosclerose (WALRATH; FRAUMENI, 1983).

A concentração de formaldeído, em laboratórios de anatomia, varia com o local e zona de medição, ou seja, ao nível do chão ou a altura da respiração. Esta variação se deve a vários fatores, tais como, número de pessoas circulantes, dimensão e ventilação do ambiente, quer por janelas ou por exaustores (PABST, 1987).

Skisak (1983) durante 12 semanas, coletou amostras do ambiente e da zona respiratória em um departamento de anatomia de uma faculdade de medicina no Texas (EUA). Após análise das amostras pelo método recomendado pelo NIOSH ele concluiu que, das amostras coletadas na zona respiratória, 44% ficaram acima do limite de concentração máxima permitida pela ACGIH que na época era de 1,0 ppm e que 11% das amostras que foram coletadas no ambiente ficaram acima de 1,0 ppm. Muito embora, todos os laboratórios possuíssem ventilação exaustora, a concentração que normalmente é encontrada nestes ambientes é muito acima da recomendada.

Neste sentido, Keil; Akbar-Khanzadeh; Konecny (2001) fizeram coletas ambientais em laboratório de anatomia utilizando o método NIOSH 3500. Nos

resultados obtidos, as concentrações de formaldeído no ambiente variaram de 0,635 à 1,83 mg/m³ de formaldeído no ar, com a ventilação ligada. De acordo com a literatura, os níveis de concentração de formaldeído nestes ambientes são elevados, excedendo todos os limites internacionais estipulados tanto pela Occupational Safety and Health Administration (OSHA) - Permissible Exposure Limits (PEL), 0,75 ppm quanto pela ACGIH - Short Term Exposure Limit (STEL), 0,3 ppm. O sintoma mais comum provocado por essas concentrações é a irritação nos olhos. Os autores puderam ainda verificar que a concentração da substância está diretamente relacionada com a ventilação. A implantação de sistema adequado de ventilação em laboratórios de autópsia é fundamental para que haja a diluição dos vapores formados e dos vapores liberados das peças anatômicas durante as dissecações.

Contudo, para dimensionamento de qualquer sistema de ventilação exaustora, é fundamental conhecer a atividade desenvolvida bem como, as concentrações máximas em cada ambiente.

A existência de um pico elevado na concentração de formaldeído no ambiente durante o processo de formolização, é fator determinante para que o dimensionamento do sistema de exaustão seja considerado um sucesso, uma vez que, situações que fogem da mencionada, ou seja, durante atividades rotineiras dos laboratórios tais como conservação e manutenção dos tanques de formaldeído, o sistema funcionará com elevada eficácia.

Paralelamente, para se avaliar as concentrações à que os trabalhadores estão expostos, é primordial escolher um dia atípico, ou seja, de maior atividade (formolização e dissecação), garantindo que em períodos de atividade reduzida, os trabalhadores não vão estar expostos ou, se expostos, estarão a níveis de baixa relevância.

O uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) é de fundamental importância em todos os casos, uma vez que se trata de um agente químico comprovadamente carcinogênico. Muito embora, sejam permitidos trabalhos com níveis abaixo do limite de exposição, deve-se sempre pensar em controlar as

atividades para que o nível de ação não seja atingido. Para o formaldeído, o nível de ação fica em torno de 0,15 ppm de acordo com ACGIH em 2004.

Outro grupo de trabalhadores expostos à ação do formaldeído são os funcionários de hospitais. O formaldeído é largamente utilizado como desinfetante e está presente em diversos processos de autoclavagem química. Existe relação direta entre casos de aborto espontâneo com a exposição ao formaldeído. Diversos casos foram analisados dentro de instalações de hospitais e pode-se observar que, um grande número de profissionais gestantes expostas tiveram abortos espontâneos. Na grande maioria, o risco estava relacionado com a frequência da exposição (AHLBORG; HEMMINKI, 1995).

Zotti; Petrônio; Negro (1985) apud Franchesini; Carvalho (1993) estudaram a ação do formaldeído em 150 funcionários de diferentes hospitais expostos a concentrações variadas de formaldeído, e constataram que 80% das queixas eram sintomas irritativos oculares e da faringe. Neste caso, a intensidade e a frequência dos sintomas não foram proporcionais à frequência e a duração do contato ao formaldeído. Novamente os sintomas predominaram nas salas de anatomia patológica e histologia e nas salas cirúrgicas após desinfecção.

Dos inúmeros estudos realizados com animais de experimentação, pode-se concluir que existem evidências suficientes da carcinogenicidade do formaldeído em animais, considerando a incidência de vários tipos de tumores malignos como carcinoma nas células nasais, em ambos os sexos dos ratos e camundongos. Basicamente, diferentes grupos de animais foram submetidos à inalação de diferentes doses de formaldeído. As partes comumente afetadas foram pele, traquéia e estômago no caso de ingestão. A intensidade do dano foi proporcional à concentração (CHANG et al, 1983; HERNANDEZ et al, 1994; CONAWAY et al, 1996).

Foram também testadas a mutagenicidade ocasionada pelo formaldeído através de experimentos *in vitro*. Houve transformação das células testadas podendo-se afirmar que o formaldeído também apresente efeitos mutagênicos (HERNANDEZ et al, 1994).

Em 1995 a IARC classificou o formaldeído como um provável carcinogênico humano baseado em evidências experimentais em animais. Em 2004, a IARC reconheceu o formaldeído como agente carcinogênico para humano o que já havia sido considerado pela NIOSH em 2000. Logo, atividades ocupacionais com formaldeído podem ser consideradas com risco à saúde dos trabalhadores (IARC, 2005).

2.8.Legislação

A exposição a substâncias carcinogênicas é reconhecidamente maior nos ambientes de trabalho, e por tal razão, muitos estudos epidemiológicos realizados com população trabalhadora exposta a tais compostos, possibilitou agrupá-las em diferentes classes de acordo com a IARC a saber: Grupo 1 - carcinogênico para humano; Grupo 2A - provável carcinogênico para humano; Grupo 2B - possível carcinogênico para humano; Grupo 3 - não classificado como carcinogênico para humano; Grupo 4 - provável não carcinogênico para humano. Ainda segundo a IARC, diferentes atividades existentes nos países industrializados, são também encontradas nos países em desenvolvimento com a agravante de que nesses, a proteção à saúde dos trabalhadores e o cumprimento das leis vigentes ocorrem precariamente (IARC, 2005).

Neste sentido, alguns países têm um extenso corpo de leis estabelecido, com objetivo de proteger as pessoas contra os riscos ocupacionais, ambientais e aqueles decorrentes do consumo, enquanto outros países o fazem precariamente, o que se traduz em consequências indesejáveis (REGO, 2005).

A luta contra o formaldeído iniciou em 1979 quando o Instituto de Toxicologia da Indústria Química Americana expôs ratos de laboratório ao formaldeído e houve desenvolvimento de câncer nas fossas nasais dos animais (FRANCHESINI; CARVALHO, 1993).

Em 1981, vários sindicatos solicitaram a OSHA a elaboração de legislação provisória de emergência para esta situação. Em 1985 foram elaboradas normas

publicadas dois anos mais tarde. Nesta ocasião, o limite de exposição para o formaldeído foi reduzido de 10 ppm para 1 ppm e o período de exposição passou de 8 horas para no máximo 15 minutos, em função da suspeita de carcinogenicidade (FRANCHESINI; CARVALHO, 1993).

No Brasil, existem as Normas Regulamentadoras (NR) do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), da portaria nº 3214 de 8 de junho de 1978, que prevê os Limites de Tolerância para Exposição Ocupacional (LTs) para substâncias químicas. Trata-se da NR 15, anexo 11.

Limite de tolerância é um valor de concentração ou intensidade máxima permitida, relacionado com a natureza e o tempo de exposição ao agente, à que o trabalhador pode ficar exposto sem causar dano à saúde da maioria dos trabalhadores expostos durante sua vida laboral. A susceptibilidade individual pode interferir neste valor (BRASIL, 1978).

Para se definir tais valores, normalmente utiliza-se 3 diferentes formas que podem ser testes em animais, testes em seres humanos e testes de mutagenicidade (“*in vitro*”) (ESTON, 2002).

Teste em animais é, sem dúvida o teste mais utilizado para se determinar os limites máximos permitidos de cada substância. Através da administração de diferentes doses pode-se estabelecer uma correlação entre dose e efeito (ESTON, 2002).

Testes em seres humanos são raramente utilizados por motivos éticos a menos que a exposição tenha ocorrido acidentalmente. Estudos epidemiológicos são realizados quando um número de pessoas são expostas, porém existe dificuldade em afirmar a real causa da patologia, uma vez que os indivíduos normalmente ficam expostos a mais de uma substância, diferente de testes em que se utilizam animais e uma única substância é testada de cada vez, ou seja, é difícil de estabelecer qualquer relação causal quando o estudo é epidemiológico (ESTON, 2002). Em contra partida, existem determinadas substâncias, arsênio por exemplo, que não se tem bons

resultados quando testadas em animais, havendo a necessidade da realização de testes em seres humanos.

Testes mutagênicos são bem eficientes. Através da observação da alteração de células “*in vitro*”, é possível identificar o agente mutagênico. Normalmente, substâncias mutagênicas, favorecem o aparecimento de cânceres (MORENO; COSTA; ONG, 2002).

Para grande maioria das substâncias que já foram testadas, existe um limite de exposição determinado através de pesquisas laboratoriais. Porém, não existe obrigatoriamente apenas um tipo de limite de exposição. Algumas das substâncias que já foram testadas, apresentam mais de um tipo de limite de exposição.

Neste sentido, nos EUA, existem os Threshold Limit Value (TLV) determinados pela ACGIH, que é uma recomendação, e o PEL da OSHA que possui valor legal, porém é pouco atualizado. Os TLVs são valores orientativos revistos anualmente e utilizados inclusive no Brasil. A Associação Brasileira de Higienistas Ocupacionais (ABHO) é a entidade nacional com direito de tradução do manual com os limites da ACGIH.

A ACGIH não é um órgão legislador, mas, seus valores são de alta credibilidade científica e utilizados como base em grande número de países. A consulta aos valores por ela publicados é sempre recomendada (OGA, 1996).

Um dos limites de tolerância existentes da ACGIH é o Threshold Limit Value Time Weighted Average (TLV-TWA), ou seja, Média Ponderada pelo tempo de 8 horas diárias e 40 horas semanais (recomendação americana), que são considerados valores guia sob o qual a maioria dos trabalhadores podem ser repetidamente expostos, dia após dia, sem que tenham quaisquer efeitos adversos à saúde (ACGIH, 2005).

Para o Brasil foi adotado o proposto pela ACGIH no ano de 1977 e reduzidos em 78% em função da jornada de trabalho semanal, o que fez com que os valores fossem menores em função do aumento de tempo de exposição, porém nenhuma atualização foi realizada e atualmente está em vigor a NR 15 (BRASIL, 1978).

Dependendo da toxicidade da substância, pode haver períodos de exposição acima dos limites permitidos desde que sejam compensados por períodos de exposição abaixo do limite (OGA, 1996).

O outro limite da ACGIH é o Threshold Limit Value Short Term Exposure Limit (TLV-STEL), ou seja, Limite de Exposição para Períodos Curtos. É o valor de concentração que os trabalhadores podem ficar expostos continuamente por curtos períodos de tempo sem que sofram irritações, danos crônicos ou irreversíveis aos tecidos, ou ainda, narcose em grau suficiente para aumentar a possibilidade de se acidentar. O TLV-STEL é definido como um TWA para 15 minutos de exposição, que pode ser atingido quatro vezes na jornada de trabalho de 8h, porém com um intervalo mínimo de uma hora entre cada ocorrência e não exceder a 4 exposições diárias. Existe também o Threshold Limit Value Ceiling (TLV-C), ou seja, Limite de Exposição Valor Teto. É o valor de concentração que não pode ser excedida durante qualquer período do dia de trabalho (ACGIH, 2005).

Para o formaldeído e também para outras substâncias, existe somente um limite de exposição que é o limite valor teto, não podendo ser ultrapassado em qualquer momento do dia de trabalho. Limites que são ultrapassados caracterizam a atividade como insalubre com grau variando em mínimo, médio e máximo dependendo do efeito de cada substância, conforme previsto na NR 15, anexo 11 (BRASIL, 1978).

A legislação brasileira prevê pagamento de adicional de salário às pessoas expostas. Dependendo do grau de insalubridade ao qual ela esta exposta, o valor pago varia entre 10%, 20% e 40% do salário mínimo vigente no país (BRASIL, 1978).

Tal procedimento é muito questionável visto que induz os trabalhadores a venderem sua saúde a troco de um adicional salarial, sem, contudo, alertá-los ou informá-los dos efeitos das substâncias a qual estão expostos durante a jornada de trabalho.

Neste sentido, o esclarecimento com relação à toxicidade das substâncias deve ser amplamente divulgado a fim de aumentar a conscientização dos efeitos a tal exposição. Além disso, conscientizar também os empregadores que medidas preventivas para zelar pela saúde dos trabalhadores são obrigatórias.

Na Tabela 1 estão apresentados os valores de limites ambientais para a exposição ocupacional ao formaldeído. É importante lembrar que os limites internacionais passam por revisões periódicas a fim de se zelar cada vez mais para a saúde do trabalhador. A tabela traz somente o valor teto da substância, pois a mesma é considerada como carcinogênico humano, não sendo permitido, portanto que este valor seja ultrapassado em momento algum.

Tabela 1: Limites ambientais para exposição ocupacional ao Formaldeído

País / Órgão	Limite de Exposição (valor teto em ppm)
Brasil - NR15 (anexo 11)	1,6
EUA - OSHA	1,0
EUA - ACGIH	0,3
EUA - NIOSH	0,1

No que diz respeito à legislação, outro ponto importante é a alteração no sistema previdenciário do país. Desde janeiro de 2004, toda empresa que exerça atividade que exponha seus empregados a agentes químicos, físicos ou biológicos, deve preencher o formulário do Perfil Profissiográfico Previdenciário (PPP) (Apêndice III). Este formulário deve conter informações relativas ao empregado como, por exemplo, a atividade que exerce, o agente nocivo do qual esta exposto, a intensidade e a concentração do agente, exames médicos clínicos, além de dados referentes à empresa. O PPP é um documento que acumula informações pessoais e profissionais do trabalhador (INSS, 2005).

O PPP é importante para a comprovação da efetiva exposição dos empregados aos agentes nocivos, para o conhecimento de todos e para o controle da saúde ocupacional de todos os trabalhadores.

A necessidade do preenchimento deste formulário é de extrema importância no momento de uma aposentadoria especial. Empresas que não cuidam da saúde de seus trabalhadores, além de pagarem mais impostos, serão responsabilizadas pelos empregados que possam vir a se aposentarem devido a atividade. De acordo com o risco que a empresa oferece, existe um recolhimento adicional para o Instituto Nacional de Seguridade Social (INSS) (SHERIQUE, 2005).

O PPP deve ser emitido pela empresa com base no laudo técnico das condições ambientais do trabalho e assinado por um representante administrativo e médico do trabalho, e ainda pelo engenheiro de segurança do trabalho (MTE, 2005).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento desta etapa de trabalho, foi inicialmente feita a escolha do local para realização das coletas baseado na atividade de maior exposição ao formaldeído. Feita a escolha, foi necessário decidir quem seria a população alvo. A escolha tanto do local quanto da população foi, sem dúvida, uma etapa de grande importância, pois, se feita errada, poderia refletir em situações não muito representativas.

Outra etapa importante foi a escolha da metodologia tanto de coleta quanto de análise. As coletas das amostras foram realizadas próximo à zona respiratória, por ser esta a região mais representativa quando comparada com amostras coletadas no ambiente. A metodologia de análise escolhida foi uma das inúmeras existentes na NIOSH para a substância. Embora diversos artigos referenciam outras metodologias, como por exemplo, a análise feita por espectrofotometria, a NIOSH 2016 foi escolhida por utilizar o cromatógrafo que é considerado um dos métodos analíticos mais eficientes.

A escolha da empresa para a realização das análises foi muito criteriosa. Como a idéia era se conhecer com veracidade a que níveis de exposição ao formaldeído os trabalhadores estavam sendo submetidos, foi necessário então optar por uma empresa idônea para garantia dos resultados.

3.1. População de estudo

A população objeto deste estudo, foram professores, técnicos, auxiliares de laboratório e alunos, expostos a vapores de formaldeído em laboratório de anatomia de uma Instituição de Ensino Superior em São Paulo.

3.2. Amostragem

A coleta de dados foi realizada em dois momentos diferentes. Inicialmente foi entregue à população exposta um questionário com perguntas do tipo fechado

(Anexo I) para que se pudessem identificar os principais sinais e sintomas provocados pelo contato com o formaldeído.

Num segundo momento, foram coletadas 6 amostras na zona respiratória do trabalhador que havia sido previamente classificado como indivíduo mais exposto (IME), conforme descrito resumidamente a seguir: a princípio foram separados os ambientes para se avaliar qual deles era o mais susceptível ao risco de exposição ocupacional. Os ambientes foram divididos em anatomia humana e anatomia veterinária. Na anatomia humana, foram coletadas 3 amostras de 15 minutos cada, visto que a substância possui apenas limite valor teto. As amostras foram coletadas no dia em que estava sendo desenvolvida a atividade de maior exposição ao agente tóxico.

A atividade escolhida para o dia da coleta foi a formolização de uma peça humana. Essa atividade consiste basicamente na inserção de formaldeído com auxílio de uma seringa através da musculatura, das veias e artérias de uma peça humana para conservação da mesma. Essa atividade é classificada como aquela em que ocorre exposição aguda (Figura 1). Outra atividade considerada importante é a dissecação, que pode ser classificada como uma exposição crônica.



Figura 1- Coleta de amostra para avaliação durante a atividade de formolização no departamento de anatomia humana.

O departamento de anatomia humana possui uma sala de preparo das peças com aproximadamente 25m². Além do preparo das peças, a sala serve para guardar todo o inventário de peças anatômicas (Apêndice II). A ventilação da sala é feita somente por 2 janelas, localizadas na parte superior da sala (Figura 2), o que dificulta a saída dos vapores de formaldeído uma vez que o agente é mais pesado que o ar.

A distribuição dos tanques existentes no local obedece à seguinte disposição. Do lado esquerdo de quem está de frente para a janela, estão os tanques contendo as peças anatômicas maiores, como membros e troncos. Do lado oposto, em recipientes menores, ficam estocados os órgãos. Já na parte central da sala são realizadas as dissecações. As condições de amostragem estão constantes na folha de campo (Anexo II).

Durante todo o tempo de coleta das amostras, o IME utilizou óculos de segurança em acrílico para evitar respingos acidentais e fez uso de respirador do tipo top-air IV - semifacial CA 4229 03/06/2003 (MTE, 2005) com 2 filtros um tipo A classe 1 para vapores orgânicos com o CA 4229 - vencimento do filtro em outubro de 2000 e outro tipo B para ácidos. A concentração de formaldeído durante a atividade era de 10% em água.



Figura 2 - Sala de preparo de peças anatômicas no departamento de anatomia humana.

Outra parte do estudo foi realizado no departamento de anatomia veterinária. Também foram coletadas 3 amostras de 15 minutos cada durante a atividade de formolização de 2 cães recém sacrificados. Foi injetado o formaldeído por meio de gravidade via jugular e também por inserção intramuscular com auxílio de uma seringa (Figura 3).

O laboratório possui aproximadamente 85 m². Além da dissecação, a sala também serve para guardar as peças anatômicas (Apêndice II). A ventilação é feita através de 2 grandes janelas e uma porta, além de 1 exaustor e 3 ventiladores (Figura 4). A eficiência da ventilação não foi verificada. A variabilidade de trabalho nesse departamento, em particular, é alta diferentemente do que ocorre na anatomia humana onde a única variável é o gênero (masculino e feminino). Nos estudos veterinários, além do gênero, existem diferenças fisiológicas. A fisiologia dos animais de pequeno porte é diferente dos de grande porte. Entre os de grande porte, existem os ruminantes e os não ruminantes. Existem ainda as aves e os répteis.

Durante todo o processo de coleta das amostras, o IME permaneceu utilizando óculos de proteção e respirador já citados anteriormente. As condições de amostragem estão constantes na folha de campo (Anexo II).



Figura 3 - Coleta de amostra para avaliação durante a atividade de formolização no departamento de anatomia veterinária.

Enquanto a coleta estava sendo realizada, o IME foi orientado a proceder a atividade escolhida como de costume para que se pudesse conhecer a concentração máxima de exposição para a profissão já que a atividade de formolização não é uma rotina no laboratório pois existe uma dificuldade muito grande na obtenção de peças anatômicas. A formolização somente é desenvolvida quando há uma necessidade de reposição destas peças. Este pico na concentração é de grande importância para um bom dimensionamento do sistema de exaustão.



Figura 4 - Sala de preparo de peças anatômicas no departamento de anatomia veterinária.

3.3.Amostrador utilizado

Foi utilizada para a coleta das amostras, uma bomba de sucção (Figura 5) modelo PCXR4 da empresa SKC com uma vazão de até 1,5L/min com tubos amostradores. Para esta coleta em especial, foi utilizado uma vazão de 1,0 L/min, que é a recomendada pelo fabricante para obtenção de um melhor resultado nas análises e também por ser a vazão que melhor simula a respiração humana.

Com relação aos tubos amostradores, foram utilizados os tubos com sílica gel impregnado com dinitrofenilhidrazona (DNPH) também da empresa SKC.



Figura 5 - Bomba de sucção utilizada para coleta das amostras

A bomba foi colocada junto ao IME, preso na cintura através de presilhas e o tubo amostrador posicionado na zona respiratória preso na lapela também por presilhas (Figura 6).



Figura 6 - Conjunto amostrador sendo colocado junto ao IME.

3.4. Metodologia de análise das amostras

Após a coleta das amostras, as mesmas foram analisadas pelo laboratório da Environ Científica utilizando high performance liquid chromatography (HPLC) ou seja, cromatografia líquida de alta resolução – método NIOSH 2016 (Anexo III). O laboratório em questão é certificado pela American Industrial Hygiene Association (AIHA) (Apêndice IV).

A cromatografia é basicamente uma técnica analítica para separação dos compostos de uma mistura. Muito utilizada tanto para identificação quanto para determinação quantitativa dos componentes de uma mistura.

Para esta determinação, os tubos amostradores contendo sílica gel impregnada com DNPH foram submetidos à análise. A sílica gel junto com a DNPH tem a capacidade de adsorver o formaldeído que está no ambiente para posterior quantificação.

A amostra, ou seja, sílica gel, DNPH e o formaldeído, foi diluída com o solvente acetonitrila e a mistura foi submetida à passagem por uma coluna com auxílio de uma corrente de gás inerte. A coluna, por sua vez, possui um material que tem afinidades diferentes para cada componente da amostra e deixa, cada um deles passar através de taxas diferentes. Dependendo do peso molecular da substância, mais pesado ou mais leve, a substância vai passar mais rápido ou mais lento pela coluna.

A saída de cada componente da coluna foi observada por meio de um dispositivo detector sensível, emitindo um sinal que foi registrado num papel. A identificação dos compostos foi feita pelo tempo de retenção que é a distância entre o máximo do pico e o instante em que a amostra foi introduzida na coluna. Outros compostos podem surgir no mesmo tempo de retenção da substância estudada, neste caso, comparações de resultados em várias colunas de diferentes polaridades podem ajudar a eliminar a possibilidade de confusão.

A análise quantitativa foi realizada calculando-se a área do pico cromatográfico, que é proporcional a quantidade do componente da amostra.

De posse dos resultados, será feita uma comparação entre as concentrações encontradas e os limites de exposição permitidos pela ACGIH para diagnóstico da atividade.

4. RESULTADOS

Os dados obtidos através da avaliação qualitativa por aplicação do questionário (Anexo I) nos indivíduos pré-avaliados são apresentados nas Tabelas 2 e 3. Com os dados epidemiológicos foi possível fazer uma associação entre o tempo de exposição e a função dos indivíduos de forma a identificar um grupo homogêneo de exposição (Tabela 2), e a partir daí, identificar o IME e fazer correlação entre os sintomas relatados e o tempo de exposição (Tabela 3). Professores e alunos ficaram fora da avaliação, pois o período de exposição ao formaldeído não foi significativo se comparado com o período de exposição a que os técnicos ficam submetidos. De acordo com os protocolos de atividades internos da instituição, somente os técnicos ficam expostos a altas concentrações de formaldeído durante um longo período de tempo. Quando a peça é destinada à sala de estudos, momento de exposição de alunos e professores, a quantidade de formaldeído é menor devido aos banhos prévios com água limpa e corrente que as peças sofrem.

Tabela 2 - Dados epidemiológicos das pessoas estudadas

Função	Nº de Indivíduos	Sexo		Idade (anos)	Meses de Trabalho	Exposição Semanal (h)
		F	M			
Auxiliar	3	1	2	25 - 35	3 - 24	3
Técnico	6	1	5	20 - 40	36 - 60	20 - 40
Supervisor	2	1	1	30 - 60	60 - 72	20
Professor	24	7	17	35 - 45	36 - 48	6
Alunos	646	-	-	18 - 30	1 - 12	2

Tabela 3: Distribuição de frequência das manifestações clínicas entre os técnicos

Manifestações clínicas	Presente	Ausente
Dores Musculares	5	1
Dor no peito	1	5
Manifestações neurológicas*	3	3
Dores de cabeça	5	1
Sonolência	2	4
Insônia	1	5
Irritações dermatológicas (alergia)	3	3
Irritações oculares	6	0
Ressecamento da boca	1	5
Irritação na garganta	6	0
Uso de medicamento	0	6
Alergia pré-existente	0	6

*Irritabilidade, intolerância, comportamento agressivo.

Após análise das amostras, foram encontradas as concentrações de 1,98 ppm – 3,85 ppm – 3,87 ppm para o laboratório de anatomia veterinária e 2,42 ppm – 2,80 ppm – 3,83 ppm para o laboratório de anatomia humana (Anexo IV). As amostras foram coletadas nos momentos da máxima exposição esperada para a função, ou seja, na formolização das peças anatômicas.

Para fins acadêmicos, os resultados foram comparados com os limites da ACGIH publicados no ano de 2005 por serem mais rigorosos e também por serem os mais atualizados. Para fins legais o ideal seria utilizar os limites da legislação Brasileira que é de 1,6 ppm previsto na NR 15 – anexo 11 de 1978 (BRASIL, 1978).

Como o número de amostras foi limitado, foram comparados um a um com o limite da ACGIH.

Na Tabela 4 são apresentados os resultados obtidos em termos de concentração de formaldeído em cada coleta realizada.

Tabela 4: Valores de concentração de formaldeído encontradas durante a atividade estudada

Departamento	Concentrações encontradas (ppm)	Tempo de exposição (minutos)	Limite da ACGIH (ppm)
Anatomia Veterinária	1,98	15	0,3
	3,87	15	
	3,85	15	
Anatomia Humana	3,83	15	0,3
	2,42	15	
	2,80	15	

As Figuras 7 e 8 ilustram esta variação comparando com o limite proposto pela ACGIH no ano de 2005 no departamento de anatomia veterinária e de anatomia humana, respectivamente.

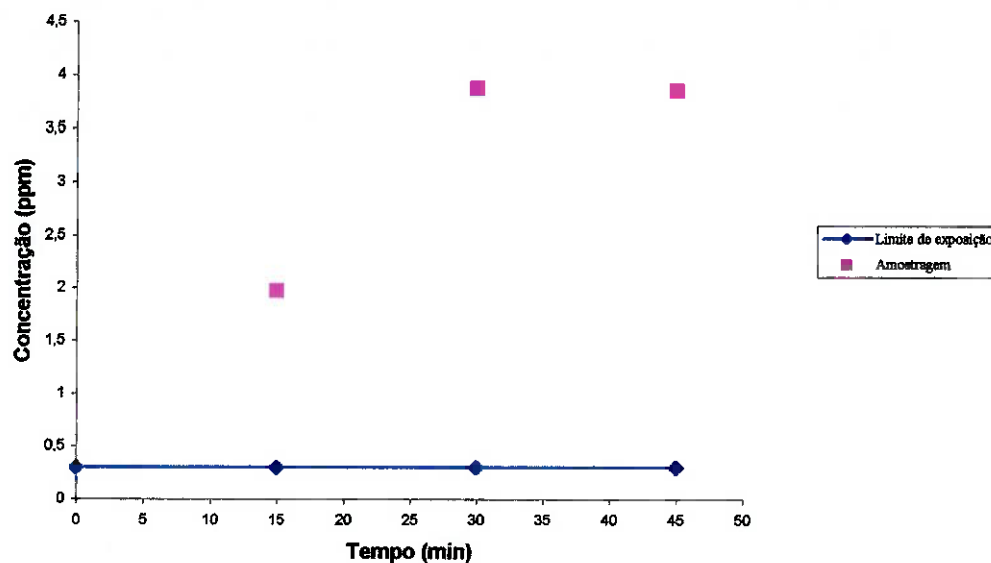


Fig. 7: Gráfico comparativo da concentração encontrada no departamento de anatomia veterinária com o limite proposto pela ACGIH no ano de 2005

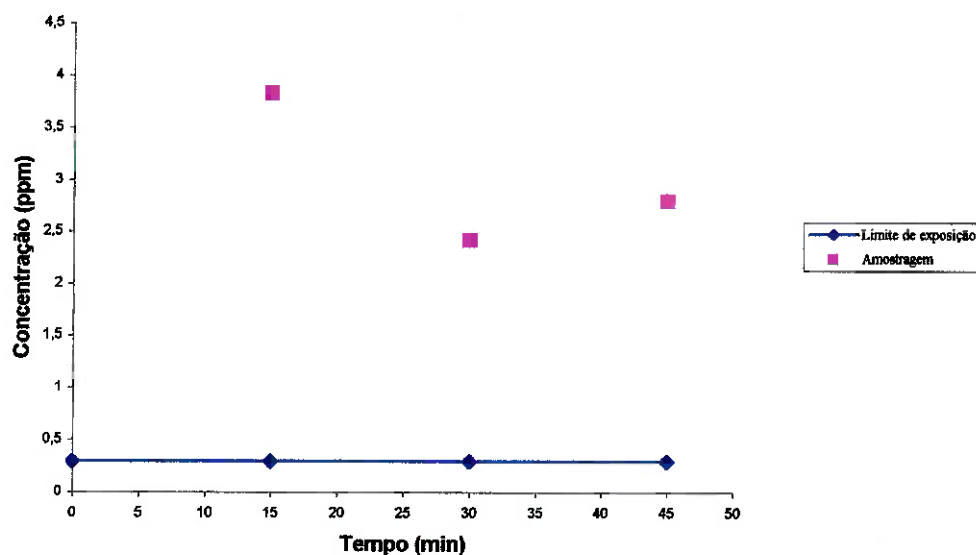


Fig. 8: Gráfico comparativo da concentração encontrada no departamento de anatomia humana com o limite proposto pela ACGIH no ano de 2005

5. DISCUSSÃO

As amostras coletados na zona respiratória do IME, mostraram que 100% das concentrações da substância estavam acima do limite proposto pela ACGIH em 2005 que é de 0,3 ppm. A afirmação pode ser feita após simples comparação entre o limite de exposição permitido e as concentrações encontradas porém, não houve nenhuma pretensão em se avaliar o ambiente pois, para isso, seriam necessárias mais amostras. De acordo com a legislação brasileira, as concentrações também ficaram acima do limite proposto pela NR15, podendo considerar a atividade com alto risco à saúde dos expostos apesar do baixo número de amostras. Os valores estão dentro do inaceitável pelo MTE e, certamente a empresa necessita ser orientada para alterar seus processos a fim de reduzir a exposição a níveis que não venham a produzir efeitos nocivos nos funcionários expostos.

Uma análise estatística dos dados seria muito indicada. A limitação do número de amostras por impedimento financeiro foi a causa pela não realização desta análise. Outro fator importante é que, como o objetivo deste estudo era simplesmente se conhecer a exposição, o número de amostras escolhido atendeu perfeitamente ao desejado.

Certamente, a concentração no departamento de anatomia veterinária deveria ser muito maior do que a encontrada diante da frequência e do elevado número de peças que são manipuladas quando comparadas com o departamento de anatomia humana. A uniformidade nos resultados dos dois ambientes estudados se deve as diferenças dos locais, no que diz respeito ao tamanho e ventilação. A sala no departamento de anatomia veterinária é bem maior o que permitiu uma maior diluição dos vapores de formaldeído que se formaram durante a atividade de formolização. A ventilação dos locais onde se faz uso de substâncias químicas, principalmente em se tratando de substâncias voláteis é uma medida de controle importante para redução da exposição ao agente.

Cabe aqui ressaltar a oscilação das concentrações verificadas no departamento de anatomia veterinária que ocorreu em virtude da 1ª coleta ter ocorrido nos primeiros 15 minutos após a formolização do corpo do animal, quando

a exposição não era tão alta, uma vez que o tempo para preenchimento dos vasos sanguíneos pelo formaldeído é de aproximadamente 15 minutos. Assim, esse formaldeído não é inalado por estar na região interna do animal, o que dificulta a liberação de vapores. Nesse momento, somente o formaldeído dos tanques são liberados, o que é suficiente para exceder o limite proposto tanto pela ACGIH quanto pela legislação brasileira (NR 15 anexo 11). A medida que os vasos sanguíneos são preenchidos, ocorre um aumento da liberação dos vapores de formaldeído e, conseqüentemente a exposição aumenta.

A variação nas concentrações encontradas no departamento de anatomia humana ocorreu em virtude da mão do trabalhador com a seringa, nos primeiros 15 minutos de coleta, ter ficado muito próxima ao tubo amostrador, elevando a concentração da amostra coletada.

O respirador utilizado pelo IME, não é o mais indicado para a atividade, conforme o Programa de Proteção Respiratória (PPR) da Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho (Fundacentro), seleção e uso de respiradores. Baseado nos dados da concentração de formaldeído obtidos verificou-se que o IME está exposto a uma concentração maior ou igual a 10 vezes o limite de exposição. Portanto, o tipo de respirador encontrado no local não é o mais adequado porque o fator de proteção atribuído deste modelo é 10 e a concentração encontrada foi superior a este valor. Além disso, não foram realizados os ensaios de vedação conforme previsto no PPR. O respirador que pode oferecer melhor proteção de acordo com os resultados encontrados será um de peça facial inteira com filtros específicos para formaldeído, pois, além de possuir um fator de proteção atribuída igual a 100, também protege os olhos que é uma das necessidades do usuário quando manuseia o formaldeído (TORLONI; VIEIRA, 2003).

Os trabalhadores possuíam os equipamentos de proteção e usavam somente quando a atividade proporcionava muito incômodo como irritação ocular, ardência no nariz e dificuldade de respirar devido aos vapores de formaldeído, mas sem qualquer informação sobre a importância dos mesmos e sobre a toxicidade da substância com a qual eles mantinham contato.

A instituição alvo de estudo, não possui departamento de saúde e higiene ocupacional. As atividades exercidas pelos funcionários de todos os setores são feitas sem qualquer preparo prévio e com desconhecimento dos riscos que as atividades oferecem.

O uso dos reagentes químicos carcinogênicos pode ser realizado de forma segura, desde que sejam tomadas determinadas precauções e reflexões sobre sua utilização, tais como, a essencialidade do uso da substância em questão, a possibilidade de substituição do carcinogênico por uma substância menos tóxica, a existência de literatura e a disponibilidade no local de trabalho de informações quanto aos aspectos de segurança referentes ao uso do carcinogênico, a adequação das instalações físicas em que a referida substância será utilizada e os procedimentos que deveriam ser adotados em caso de emergências relacionadas ao carcinogênico, como ingestão acidental, vazamento, incêndio entre outros.

Alguns laboratórios abandonaram o uso do formol para atividade de dissecação, com técnicas alternativas, embora os resultados não sejam satisfatórios no que diz respeito ao aspecto das peças (TSCHERNEZKY, 1984).

Um exemplo disso pode ser encontrado no Serviço de Verificação de Óbito da Capital (SVOC) da cidade de São Paulo e em países como Argentina, Espanha e França, que vêm utilizando técnicas alternativas em substituição ao formaldeído. A tanatopraxia é uma técnica que têm se mostrado muito eficaz principalmente em casos em que o corpo necessita de maior conservação para ser transportado a grandes distâncias, por exemplo. A eficácia desse tipo de técnica em laboratórios de anatomia ainda vem sendo estudada. Os diversos produtos utilizados nesta técnica, não apresentam odor irritante e não são carcinogênicos.

Outro ponto que se destaca é com relação aos sintomas relatados entre a população alvo no protocolo aplicado para identificação do IME (Tabela 3). Entre eles, destacam-se dores musculares presentes em pelo menos cinco dos seis indivíduos analisados, bem como dores de cabeça constante, irritação ocular e irritação na garganta. Estes sintomas são rapidamente percebidos pelas pessoas expostas a níveis de formaldeído próximos de 1 ppm de acordo com a literatura

revista. Os resultados encontrados neste estudo confirmam este efeito e que as manifestações alcançaram os mais altos níveis de frequência, estatisticamente significativos na população estudada. Se compararmos as pessoas que mantêm um contato direto com o formaldeído com as manifestações relatadas, podemos observar que, das pessoas expostas diretamente com a substância, 83,3% apresentavam dores de cabeça constante, 100% apresentavam tanto irritação ocular quanto na garganta e ainda que 83,3% apresentavam algum tipo de dor muscular proveniente do manuseio das peças. Tudo isso vem de encontro com as literaturas que foram revisadas. Portanto, fica claro que os sintomas encontrados são provenientes da atividade exercida e que os efeitos tóxicos do formaldeído são proporcionais à concentração e ao tempo de exposição.

5.1.Alternativas para minimizar a exposição ao formaldeído

Uma medida para minimizar a exposição ao formaldeído, seria a substituição da técnica para conservação das peças anatômicas, após estudo para comprovação da eficácia, por outra menos insalubre. Uma opção é a redução da concentração da solução para formolização das peças. A solução aquosa de formaldeído a 10% que geralmente é utilizada nos tanques de armazenagem poderia ter sua concentração diminuída pela adição de solução aquosa de cloreto de sódio. Esta prática tem sido utilizada com bons resultados com relação à conservação da peça em alguns laboratórios do departamento de medicina veterinária da Universidade de São Paulo (USP). O emprego da glicerina poderia ser outra opção em substituição ao formaldeído com ótimos resultados (Figura 9). Neste caso, além de não haver liberação de vapores irritantes e tóxicos, a peça adquire leveza incomparável, o que seria bem providencial. As peças conservadas com formaldeído ficam muito pesadas, o que provoca aparecimento de lesões por esforços repetitivos (LER).



Figura 9 - Foto comparativa entre as técnicas de conservação de peças anatômicas com formaldeído e com glicerina

Uma alternativa já implantada na instituição, porém pouco utilizada é o uso de peças de material sintético (Figura 10 e Figura 11). Essas são de alto nível tecnológico com riqueza de detalhes que se tornam muito funcionais em diversos cursos da área da saúde, como por exemplo, enfermagem, nutrição e farmácia. A implantação das mesmas só ocorreu para suprir a dificuldade que existe em se adquirir peças anatômicas humanas por questões éticas.

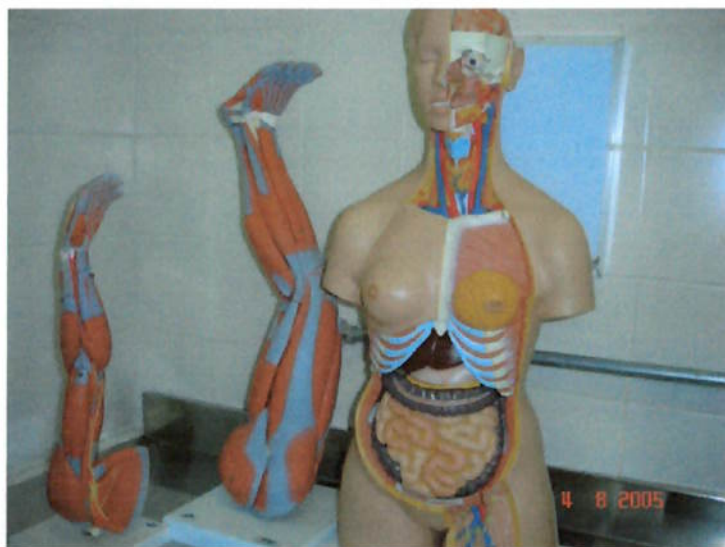


Figura 10 - Peças sintéticas que podem ser utilizadas em substituição as peças naturais para eliminação da exposição ao formaldeído.

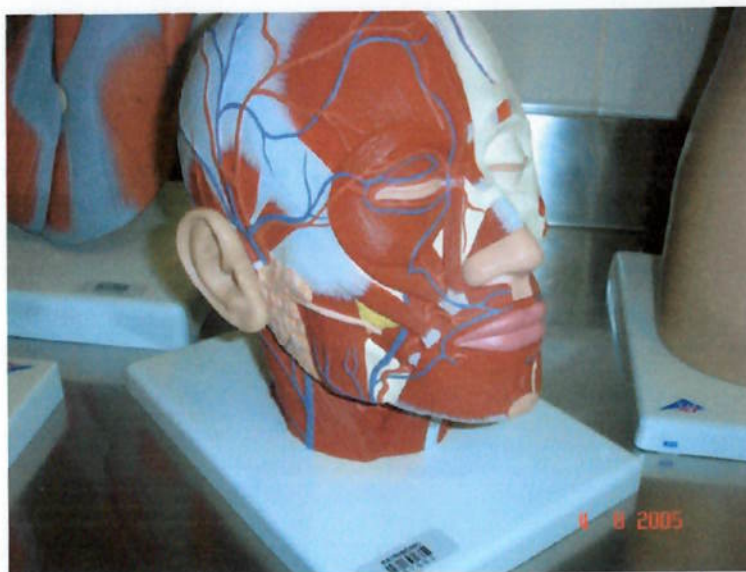


Figura 11 - Peça sintética que pode ser utilizada em substituição as peças naturais para eliminação da exposição ao formaldeído

Por fim, a substituição do atual respirador por um respirador de peça facial inteira com filtros específicos para formaldeído conforme indicado pelo PPR também é indicada para minimizar a exposição, além da instalação de um sistema de ventilação geral exautora nas salas de preparo das peças anatômicas. Para o dimensionamento da exaustão poderia ser utilizado os resultados das análises das concentrações que foram encontradas nos ambientes para garantir a eficiência do sistema.

6. CONCLUSÃO

O formaldeído representa um fator de risco químico, amplamente estudado, cujos efeitos tóxicos dependem da sua concentração e do tempo de exposição. Sem dúvida ao se levar em consideração os estudos que foram realizados a cerca do assunto, pode-se concluir que, mesmo em baixas concentrações, a substância apresenta elevado risco à saúde e que se deve trabalhar sempre com valores mínimos e os que forem mais restritivos. Como condição aceitável, o ideal é controlar a concentração do agente no ambiente de modo que o trabalhador não fique exposto a um nível além do permitido. A consulta aos limites de exposição da substância deve ser constante uma vez que esses valores são reduzidos constantemente.

Para que se possa trabalhar de forma segura, é necessário, além da redução da concentração da substância, a eliminação da fonte de risco ou substituição por um produto alternativo que ofereça risco menor à saúde, fazer uso de sistemas de ventilação mecânica que assegurem a renovação do ar eficiente, limitar o uso e o tempo de exposição, utilizar EPI's dimensionados para o risco em questão e, principalmente, conscientizar os profissionais que ficam expostos acerca do risco da substância.

Os altos níveis de formaldeído apresentados no presente estudo são muito preocupantes. A média das concentrações encontradas chegam a ser 10 vezes maior que o limite de exposição recomendado para a substância estabelecido pela ACGIH em 2005. Esta situação é totalmente inaceitável e necessita de intervenções imediatas.

A quantificação da concentração no ambiente de trabalho em questão poderá ser utilizada como instrumento para justificar a necessidade da implantação de medidas de controle visando a saúde dos expostos apesar do reduzido número de amostras.

Como medida inicial, será indicado ao empregador, a implantação de algumas das alternativas apresentadas neste estudo para controle da situação encontrada no ambiente. De imediato, elevar o uso de peças de material sintético já existentes

conforme discutido. A implantação de diferentes técnicas de conservação de peças como a redução da concentração, uso de glicerina ou ainda a tanatopraxia, também será indicada para redução da exposição.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHLBORG, G. Jr.; HEMMINKI, K. Reproductive effects of chemical exposures in health professions. **J Occup Environ Med**, 37(8), 957-961, 1995.
- AKBAR-KHANZADEH, F. et al. Formaldehyde exposure, acute pulmonary response, and exposure control options in a gross anatomy laboratory. **Am J Ind Med**, 26, 61-75, 1994.
- ARCIA, O. J. M. **Contribución al estudio de los efectos tóxicos del formaldehído**. 1990. 30p. Tese professor titular – Universidad de Los Andes. Venezuela, 1990.
- AGCIH. American Conference of Governmental Industrial Hygienists, TLV'S e BEI'S: Limites de exposição para substâncias químicas e agentes físicos e índices biológicos de exposição. São Paulo: ABHO. Tradução, 2005. 226p.
- BRASIL. Fundação Oncocentro de São Paulo. **Mortalidade por câncer no estado de São Paulo: tendência temporal e características regionais 1987 - 2003**. São Paulo: Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo, 2005. vol. 4 . 223p.
- BRASIL. Ministério do Trabalho. Secretaria de Relações do Trabalho. Aprovação da Normas Regulamentadoras -, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas à Segurança e Medicina do trabalho. **Portaria nº 3.214 de 08 de junho de 1978**.
- CAREX. Carcinogen Exposure report of EUA. Apresenta estatísticas. Disponível em < <http://www.occuphealth.fi/list/data/CAREX> > acesso em 15 de agosto de 2005.
- CHANG, J. C. F.; et al. Nasal cavity deposition, histopathology and cell proliferation after single or repeated formaldehyde exposure in B6C3F1 mice and F-344 RATS. **Toxicol Appl Pharmacol**, 68, 161-176, 1983.

- COLDIRON, V. R.; et al. Occupational exposure to formaldehyde in a medical center autopsy service. **J Occup Med**, 25(8), 544-548, 1983.
- CONAWAY, C. C.; et al. Formaldehyde mechanistic data and risk assessment: endogenous protection from DNA adduct formation. **Pharmacol Ther**, 71(1-2), 29-55, 1996.
- ESTON, S. M. **Substâncias potencialmente perigosas e o corpo humano**. São Paulo: EPUSP, 2002. 60p.
- FERRERO, L. Formaldehído: efectos tóxicos y recomendaciones. **Revista de la Sociedad Venezolana de Ciencias Morfológicas**, 4(2), 56-61, 1998.
- FRANCHESINI, L. J.; CARVALHO, V. C. Exposição ao formoladeído em anatomia: um risco de saúde ocupacional? **Revista Brasileira de Ciências Morfológicas**, 10(2), 137-141, 1993.
- HACHET, J. C. **Toxicologia de urgência – produtos químicos industriais**. São Paulo. Organizações Andrei, 1997. 209p
- HAYES, R. B. et al. Mortality of U.S. embalmers and funeral directors. **Am J Ind Med**, 18, 641-652, 1990.
- HAZELWOOD, R. N. Carcinogen risk assessment. **Advances in food research**, 31, 59-64, 1987.
- HERNANDEZ, O. et al. Risk assessment of formaldehyde. **J Hazardous Materials**, 39, 161-172, 1994.
- HESIS. Hazard Evaluation System & Information Service. Formaldehyde. Califórnia: Departamento de services, 2003. 8p.
- IARC. International Agency for Research on Câncer. Classificação. Disponível em < <http://www.iarc.fr> > acesso em 13 de julho de 2005.
- INSS. Instituto Nacional de Seguridade Social. Formulário PPP. Disponível em < <http://www.inss.gov.br> > acesso em 10 de outubro de 2005.

- KEIL, C. B.; AKBAR-KHANZADEH, F.; KONECNY, K. A. Characterizing formaldehyde emission rates in a gross anatomy laboratory. **Appl Occup Environ Hyg**, 16(10), 967-972, 2001.
- KESHAHA, N.; ONG, T. Occupational exposure to genotoxic agents. **Mutation Research**, 437, 175-194, 1999.
- KLAASSEN, C.; WATKINS, J. B. Cassarett & Doull's - **Toxicologia – a ciência básica dos tóxicos** . 5ª ed. Portugal: Mac Graw-Hill, 2001. 864p.
- LARINI, L. **Toxicologia**. Brasil: Manole, 1997. 301p.
- MORENO, F. S.; COSTA, M. A. L.; ONG, T. P. Biossegurança e câncer. In: HIRATA, M. H; MANCINI, J. **Manual de Biossegurança**. São Paulo: Manole, 2002. p. 307-347.
- MTE. Ministério do Trabalho e Emprego, Consulta de diretrizes referente ao PPP. Disponível em < <http://www.mte.gov.br> > acesso em 30 de setembro de 2005.
- NIOSH. National Institute for Occupational Safety and Health, Método Analítico, consulta de publicações e limites. Disponível em <<http://www.cdc.gov/niosh/homepage.html>> acesso em 18 de maio de 2005.
- NORA. National Occupational Research Agency. Estatísticas de cancer. Disponível em < <http://www.cdc.gov/niosh/norhmpg.html> > acesso em 18 de maio de 2005.
- OGA, S. **Fundamentos de toxicologia**. São Paulo. Ateneu, 1996. 515p.
- OSHA. Occupational Safety and Health Administration. Consulta de publicações – Padrão 29 CFR. Disponível em <http://www.osha.gov/SLTC/formaldehyde/standards.html> acesso em 27 de abril de 2005.
- PABST, R. Exposure to formaldehyde in anatomy: an occupational health hazard? **Anat. Rec.**, 219, 109-112, 1987.

PERKINS, J. L. ; KIMBROUGH, J. D. Formaldehyde exposure in a gross anatomy laboratory. **J Occup Med**, 27 (11), 813-815, 1985.

PINKERTON, L. E.; HEIN, M.J.; STAYNER, L.T. Mortality among a cohort of garment workers exposed to formaldehyde: an update. **Occup Environ Med**, 61, 193-200, 2004.

PLESTINA, R.; MERCIER, M. Human health and environmental hazards arising from the use of chemicals in developing countries. **Science Total Environmental**, 188, 135-150, 1996.

REGO, M. A. Reflexões sobre o câncer ocupacional. Disponível em < www.sbmt.com.br/NoticiaSBMT.htm > acesso em 17 de maio de 2005.

SCHVARTSMAN, S. **Intoxicações agudas**. 4ª ed. Brasil: Sarvier, 1991. 355p

SHERIQUE, J. Perfil profissiográfico profissional. Disponível em < <http://www.sobes.org.br> > acesso em 10 de outubro de 2005

SKISAK, C. M.. Formaldehyde vapor exposure in anatomy laboratories. **Am. Ind. Hyg. Assoc. J.**, 44(12), 948-950, 1983.

STROUP, N. E.; BLAIR, A.; ERIKSON, G. E.. Brain cancer and other causes of death in anatomists. **JNCI**, 77(6), 1217-1224, 1986.

TORLONI, M.; VIEIRA, A. V. **Manual de Proteção Respiratória**. São Paulo. ABHO, 2003. 518p.

TSCHERNEZKY, W. Restoration of the softness and flexibility of cadavers preserved in formalin. **Acta. Anat.**, 133, 251-254, 1988.

WALRATH, J.; FRAUMENI, J.F.. Mortality patterns among embalmers. **Int J Cancer**, 31(4), 407-411, 1983.

APÊNDICE I – FICHA DE SEGURANÇA DO FORMALDEÍDO



CETESB

Manual de Produtos Químicos Perigosos Ficha de Informação de Produto Químico

IDENTIFICAÇÃO Help		
Número ONU	Nome do produto	Rótulo de risco
1198	FORMALDEÍDO	 CORROSIVO

Número de risco 38	Classe / Subclasse 8
Sinônimos ALDEÍDO FÓRMICO ; METANAL ; FORMALINA ; OXIMETILENO ; FORMALDEÍDO, SOLUÇÃO	
Aparência LÍQUIDO AQUOSO; SEM COLORAÇÃO; ODOR IRRITANTE; AFUNDA E MISTURA COM ÁGUA	
Fórmula molecular HCOH / H ₂ O / CH ₃ OH	Família química ALDEÍDO
Fabricantes Para informações atualizadas recomenda-se a consulta às seguintes instituições ou referências: <u>ABIQUIM - Associação Brasileira da Indústria Química</u> : Fone 0800-118270 <u>ANDEF - Associação Nacional de Defesa Vegetal</u> : Fone (11) 3081-5033 <u>Revista Química e Derivados - Guia geral de produtos químicos, Editora QD</u> : Fone (11) 3826-6899 <u>Programa Agrofit - Ministério da Agricultura</u>	

MEDIDAS DE SEGURANÇA Help	
Medidas preventivas imediatas EVITAR CONTATO COM O LÍQUIDO. CHAMAR OS BOMBEIROS. PARAR O VAZAMENTO, SE POSSÍVEL. ISOLAR E REMOVER O MATERIAL DERRAMADO.	
Equipamentos de Proteção Individual (EPI) USAR ROUPA DE ENCAPSULAMENTO DE BORRACHA BUTÍLICA OU VITON E MÁSCARA DE RESPIRAÇÃO AUTÔNOMA.	

RISCOS AO FOGO

Help

Ações a serem tomadas quando o produto entra em combustão
EXTINGUIR COM ÁGUA, PÓ QUÍMICO SECO, ESPUMA DE ÁLCOOL OU DIÓXIDO DE CARBONO. ESFRIAR OS RECIPIENTES EXPOSTOS, COM ÁGUA.

Comportamento do produto no fogo
COMBUSTÍVEL.

Produtos perigosos da reação de combustão
PRODUZ VAPORES TÓXICOS.

Agentes de extinção que não podem ser usados
DADO NÃO DISPONÍVEL.

Limites de inflamabilidade no ar
Limite Superior: 73 %
Limite Inferior: 7,0 %

Ponto de fulgor
(OBS.2)

Temperatura de ignição
430,3 °C

Taxa de queima
NÃO PERTINENTE

Taxa de evaporação (éter=1)
DADO NÃO DISPONÍVEL

NFPA (National Fire Protection Association)
Perigo de Saúde (Azul): 3
Inflamabilidade (Vermelho): 4
Reatividade (Amarelo): 0

PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS E AMBIENTAIS

Help

Peso molecular 18 - 30	Ponto de ebulição (°C) NÃO PERT.	Ponto de fusão (°C) -92
Temperatura crítica (°C) NÃO PERTINENTE	Pressão crítica (atm) NÃO PERTINENTE	Densidade relativa do vapor NÃO PERTINENTE
Densidade relativa do líquido (ou sólido) 1,1 A 25 °C (LÍQUIDO)	Pressão de vapor 760 mmHg A -19,5 °C	Calor latente de vaporização (cal/g) NÃO PERTINENTE
Calor de combustão (cal/g) NÃO PERTINENTE	Viscosidade (cP) DADO NÃO DISPONÍVEL	
Solubilidade na água MISCÍVEL	pH 3 - 4	

Reatividade química com água NÃO REAGE.
Reatividade química com materiais comuns NÃO REAGE.
Polimerização NÃO OCORRE.
Reatividade química com outros materiais INCOMPATÍVEL COM OXIDANTES FORTES, ÁLCALIS, ÁCIDOS, FENOIS E UREIA.
Degradabilidade PRODUTO ALTAMENTE REATIVO, DEGRADANDO-SE RAPIDAMENTE EM CONTATO COM OUTROS COMPOSTOS QUÍMICOS.
Potencial de concentração na cadeia alimentar NENHUM.
Demanda bioquímica de oxigênio (DBO) 5 DIAS. 47% (TEOR.), 37,5% .
Neutralização e disposição final DISSOLVER OU MISTURAR EM UM SOLVENTE COMBUSTÍVEL E QUEIMAR EM UM INCINERADOR QUÍMICO EQUIPADO COM PÓS-QUEIMADOR E LAVADOR DE GASES. RECOMENDA-SE O ACOMPANHAMENTO POR UM ESPECIALISTA DO ÓRGÃO AMBIENTAL.

INFORMAÇÕES ECOTOXICOLÓGICAS

Help

Toxicidade - limites e padrões L.P.O.: 0,8 ppm P.P.: NÃO ESTABELECIDO IDLH: 20 ppm LT: Brasil - Valor Médio 48h: DADO NÃO DISPONÍVEL LT: Brasil - Valor Teto: DADO NÃO DISPONÍVEL LT: EUA - TWA: NÃO ESTABELECIDO LT: EUA - STEL: 0,3 ppm (TETO)
Toxicidade ao homem e animais superiores (vertebrados) M.D.T.: MULHER: LDLo = 36 mg/kg (OBS.3) M.C.T.: SER HUMANO: LDLo = 8 ppm; LCLo = 17 mg/m³/30 min
Toxicidade: Espécie: RATO Via Respiração (CL50): 250 mg/L (4 h); 830 mg/L (30 min) Via Oral (DL 50): 0,1 - 0,8 g/kg; 800 mg/kg Via Cutânea (DL 50): 420 mg/kg (SUBCUT.)
Toxicidade: Espécie: CAMUNDONGO Via Respiração (CL50): LCLo (2 h) = 900 mg/m³ Via Cutânea (DL 50): 300 mg/kg (SUBCUT.)
Toxicidade: Espécie: OUTROS Via Respiração (CL50): GATO : (8 h) = 650 mg/L; MAMÍFEROS: 92 mg/m³ Via Oral (DL 50): COBAIA: 0,26 g/kg Via Cutânea (DL 50): COELHO: 270 mg/kg
Toxicidade aos organismos aquáticos: PEIXES : Espécie LEBISTES RETICULATUS: TLm = 50 - 200 mg/L (TEMPO NÃO DETERMINADO); SALMO SALAR: CL50 (96 h) = 173 µg/L (BIOENSAIO DE FLUXO); SALVELINUS NAMAYCUSCH (TRUTA): CL50 (96 h) = 100 µL/L (BIOENSAIO DE FLUXO); LEPOMIS MACROCHIRUS: 100 µL/L (OBS.4)

Toxicidade aos organismos aquáticos: CRUSTÁCEOS : Espécie DAPHNIA sp: TÓXICO A 2 mg/L (TEMPO NÃO DETERMINADO)		
Toxicidade aos organismos aquáticos: ALGAS : Espécie L.tox T.I.M.C. MICROCYSTIS AERUGINOSA = 0,39 mg/L;(35% PESO/PESO) ; SCENEDESMUS QUADRICAUDA = 2,5 mg/L (ALGA VERDE); SCENEDESMUS sp: TÓXICO A 0,3 - 0,5 mg/L		
Toxicidade a outros organismos: BACTÉRIAS L.tox T.I.M.C.PSEUDOMONAS PUTIDA = 4 mg/L (35% PESO/PESO); E. COLI: TÓXICO A 1 mg/L		
Toxicidade a outros organismos: MUTAGENICIDADE SALMONELLA TYPHIMURIUM: "mmo" = 10 uL/PLACA; E. COLI: "dnr" = 1.950 ug/L		
Toxicidade a outros organismos: OUTROS L.tox T.I.M.C.ENTOSIPHON SULCATUM = 22 mg/L (35% PESO/PESO); URONEMA PARDUCZI (CHATTON-LWOFF) = 6,5 mg/L (OBS. 4)		
Informações sobre intoxicação humana EVITAR CONTATO COM O LÍQUIDO. CHAMAR OS BOMBEIROS. PARAR O VAZAMENTO, SE POSSÍVEL. ISOLAR E REMOVER O MATERIAL DERRAMADO.		
Tipo de contato	Síndrome tóxica	Tratamento
Tipo de contato LÍQUIDO	Síndrome tóxica QUEIMARÁ A PELE. QUEIMARÁ OS OLHOS. SE INGERIDO CAUSARÁ NÁUSEA, VÔMITO OU PERDA DA CONSCIÊNCIA.	Tratamento REMOVER ROUPAS E SAPATOS CONTAMINADOS E ENXAGUAR COM MUITA ÁGUA. MANTER AS PÁLPEBRAS ABERTAS E ENXAGUAR COM MUITA ÁGUA. MANTER A VÍTIMA AQUECIDA.

DADOS GERAIS

[Help](#)

Temperatura e armazenamento AMBIENTE.
Ventilação para transporte PRESSÃO A VÁCUO.
Estabilidade durante o transporte ESTÁVEL.
Usos RESINAS DE URÉIA OU MELEMÍNICAS; RESINAS FENÓLICAS; ETILENOGLICOL; PENTAERITRITOL; FERTILIZANTES; ACETAIS; AGENTE DE REDUÇÃO; CORANTES; NA OBTENÇÃO DE METAIS COMO OURO E PRATA; INIBIDOR DE CORROSÃO; CONDENSAÇÃO DE CARBOHIDRATOS.
Grau de pureza 30 - 50 % (FORMALDEÍDO EM ÁGUA); 0 - 15 % (ÁLCOOL METÍLICO).
Radioatividade NÃO TEM.
Método de coleta DADO NÃO DISPONÍVEL.

Código NAS (National Academy of Sciences)			
FOGO Fogo: 2	SAÚDE Vapor Irritante: 3 Líquido/Sólido Irritante: 2 Venenos: 3	POLUIÇÃO DAS ÁGUAS Toxicidade humana: 3 Toxicidade aquática: 3 Efeito estético: 2	REATIVIDADE Outros Produtos Químicos: 2 Água: 0 Auto reação: 1

OBSERVAÇÕES

Help

1) N. ONU 2209 - N. DE RISCO 80 - CORROSIVO N. ONU 1198 - N. DE RISCOS 38 - LÍQUIDO SUJEITO À AUTO-AQUECIMENTO, CORROSIVO 2) 83,3° C (VASO FECHADO/METANOL LIVRE); 50° C (VASO ABERTO/15 % METANOL) 3) CARCINOGENÉTICO - SUSPEITO; OCUPACIONAL - PROVÁVEL 4) (BIOENSAIO DE FLUXO) SALMO GAIRDNERI: CL50 (96 h), 37% PESO/PESO, TESTE ESTÁTICO: - PARA FASE DE OVO = 198 A 1.020 mg/L - PARA FASE DE LARVA = 89,5 A 112 mg/L - PARA FASE DE "FIGERLING" = 61,9 A 145 mg/L - PARA FASE ADULTA = 214 A 7.200 mg/L 4) SER HUMANO:"dnd"= 800 umol/L (FIBROBLASTO) "sce"= 37 pph (LINFÓCITO) MAMÍFEROS:"dnd" = 500 ppm (LINFÓCITO) "dnd" = 660 mmol/L (LINFÓCITO) POTENCIAL DE IONIZAÇÃO (PI) = 10,88 eV.

APÊNDICE II – FOTOS DO LOCAL



Figura 12 – Sala de aula do departamento de anatomia veterinária



Figura 13 – Sala de aula do departamento de anatomia humana



Figura 14 – Vista interna do tanque de armazenagem das peças maiores do departamento de anatomia humana



Figura 15 – Vista externa dos tanques de armazenagem das peças maiores do departamento de anatomia humana



Figura 16 – Caixas onde são estocados os órgãos no departamento de anatomia humana



Figura 17 - Vista externa dos tanques de armazenagem das peças maiores do departamento de anatomia humana



Figura 18 – Formolização via jugular de um cão no departamento de anatomia veterinária



Figura 19 – Tanques para armazenagem das peças maiores no departamento de anatomia veterinária



Figura 20 – Peças anatômicas sendo retiradas dos tanques de armazenagem no departamento de anatomia veterinária



Figura 21 – Peças anatômicas sendo retiradas dos tanques de armazenagem no departamento de anatomia veterinária



Figura 22 – Caixas onde são estocados os órgãos no departamento de anatomia veterinária



Figura 23 – Dissecação de uma peça anatômica (anca de cavalo)



Figura 24 - Dissecação de uma peça anatômica (anca de cavalo)



Figura 25 – Relação de EPI's utilizados nos departamentos de anatomia humana e veterinária



Figura 26 – Filtro para vapores orgânicos que é utilizado nos departamentos de anatomia humana e veterinária

APÊNDICE III – FORMULÁRIO DO PPP



PERFIL PROFISSIOGRÁFICO PREVIDENCIÁRIO - PPP

I SEÇÃO DE DADOS ADMINISTRATIVOS							
1- CNPJ do Domicílio Tributário/CEI							
2- Nome Empresarial					3- CNAE		
4- Nome do Trabalhador							
5- BR/PDH		6- NIT		7- Data do Nascimento			
8- Sexo (F/M)		9- CTPS (Nº, Série e UF)					
10- Data de Admissão			11- Regime Revezamento				
12 CAT REGISTRADA							
12.1- Data do Registro		12.2- Número da CAT		12.1- Data do Registro		12.2- Número da CAT	
13 LOTAÇÃO E ATRIBUIÇÃO							
13.1- Período		13.2- CNPJ/CEI	13.3- Setor	13.4- Cargo	13.5- Função	13.6- CBO	13.7- Cód. GFIP
a							
a							
a							
a							
a							
14 PROFISSIOGRAFIA							
14.1- Período			14.2- Descrição das Atividades (utilizar até três linhas)				
a							
a							

<input type="text"/> a <input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/> a <input type="text"/>	<input type="text"/>

II SEÇÃO DE REGISTROS AMBIENTAIS
15 EXPOSIÇÃO A FATORES DE RISCOS

15.1- Período	15.2- Tipo	15.3- Fator de Risco	15.4- Intens./Conc.	15.5- Técnica Utilizada	15.6- EPC Eficaz(S/N)	15.7- EPI Eficaz(S/N)	15.8- CA EPI
<input type="text"/> a <input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/> a <input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/> a <input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/> a <input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

PERFIL PROFISSIONGRÁFICO PREVIDENCIÁRIO - PPP - página 2

16 RESPONSÁVEL PELOS REGISTROS AMBIENTAIS

16.1- Período	16.2- NIT	16.3- Registro Conselho de Classe	16.4- Nome do Profissional Legalmente Habilitado
<input type="text"/> a <input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/> a <input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/> a <input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/> a <input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

III SEÇÃO DE RESULTADOS DE MONITORAÇÃO BIOLÓGICA
17 EXAMES MÉDICOS CLÍNICOS E COMPLEMENTARES (Quadros I e II, da NR-07)

17.1- Data	17.2- Tipo	17.3- Natureza	17.4- Exame (R/S)	17.5- Indicação de Resultados	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	() Normal	() Alterado
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	() Estável	() Agravamento

						<input type="checkbox"/> Ocupacional	<input type="checkbox"/> Não Ocupacional
				<input type="checkbox"/> Normal	<input type="checkbox"/> Alterado		
					<input type="checkbox"/> Estável	<input type="checkbox"/> Agravamento	
						<input type="checkbox"/> Ocupacional	<input type="checkbox"/> Não Ocupacional
				<input type="checkbox"/> Normal	<input type="checkbox"/> Alterado		
					<input type="checkbox"/> Estável	<input type="checkbox"/> Agravamento	
						<input type="checkbox"/> Ocupacional	<input type="checkbox"/> Não Ocupacional
				<input type="checkbox"/> Normal	<input type="checkbox"/> Alterado		
					<input type="checkbox"/> Estável	<input type="checkbox"/> Agravamento	
						<input type="checkbox"/> Ocupacional	<input type="checkbox"/> Não Ocupacional

18 | RESPONSÁVEL PELA MONITORAÇÃO BIOLÓGICA

18.1- Período	18.2- NIT	18.3- Registro Conselho de Classe	18.4- Nome do Profissional Legalmente Habilitado
a			
a			
a			
a			

IV | RESPONSÁVEIS PELAS INFORMAÇÕES

Declaramos, para todos os fins de direito, que as informações prestadas neste documento são verdadeiras e foram transcritas fielmente dos registros administrativos, das demonstrações ambientais e dos programas médicos de responsabilidade da empresa. É de nosso conhecimento que a prestação de informações falsas neste documento constitui crime de falsificação de documento público, nos termos do artigo 297 do Código Penal e, também, que tais informações são de caráter privativo do trabalhador, constituindo crime, nos termos da Lei nº 9.029/95, práticas discriminatórias decorrentes de sua exigibilidade por outrem, bem como de sua divulgação para terceiros, ressalvado quando exigida pelos órgãos públicos competentes.

19- Data Emissão PPP	20-REPRESENTANTE LEGAL DA EMPRESA	
	20.1-NIT	20.2-
		Nome
	(Carimbo)	(Assinatura)

OBSERVAÇÕES(utilizar 7 linhas)

APENDICE IV - CERTIFICADOS DA ENVIRON



AIHA Laboratory Quality Assurance Programs

SCOPE OF ACCREDITATION

Environ Cientifica Ltda

R. Silva Jardim, No 257 Centro, CEP, São Bernardo do Campo, S.P. 09715 090

Laboratory ID: 102800

Issue Date: 3/01/2004

Clients are urged to verify the laboratory's accreditation status for particular categories of testing. A complete listing of currently accredited Industrial Hygiene laboratories is available on the AIHA website at <http://www.aiha.org/LaboratoryServices/html/lists.htm>

The "✓" symbol indicates that the laboratory is approved for that specific field(s) of testing within the Scope Category. A list of current analytical methods covering the scopes for which the laboratory is accredited shall be available to customers and the accreditation body from the laboratory upon request.

✓ **IHLAP** Initial Accreditation Date: 02/01/2002

Inorganics

- ☒ Ion Chromatography
- ☒ Atomic Absorption & Emission
- ☐ ICP, DCP, ICP-MS
- ☒ Infra-Red (IR)
- ☒ UV/VIS
- ☒ Gravimetric
- ☐ Titrimetric
- ☒ Ion-Selective Electrode (ISE)
- ☐ XRD

Organics

- ☒ GC
- ☒ IR
- ☒ LC
- ☐ GC/MS
- ☒ UV/VIS
- ☐ Gravimetric

Asbestos

Air

- ☐ Optical Microscopy
- ☐ Electron Microscopy

Bulk

- ☐ Optical Microscopy
- ☐ Electron Microscopy



The American Industrial Hygiene Association
acknowledges that

Environ Cientifica Ltda.

R. Silva Jardim, No 257 Centro, CEP, São Bernardo do Campo, S.P. 09715 090

Laboratory ID: 102800

has fulfilled the requirements of the AIHA Laboratory Quality Assurance Programs (LQAP), thereby, conforming to the ISO/IEC 17025 international standard, *General Requirements for the Competence of Testing and Calibration Laboratories*.
The above named laboratory has been accredited by AIHA in the following:

ACCREDITATION PROGRAMS

- | | | |
|-------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | INDUSTRIAL HYGIENE | Accreditation Expires: 03/01/2007 |
| <input type="checkbox"/> | ENVIRONMENTAL LEAD | Accreditation Expires: |
| <input type="checkbox"/> | ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY | Accreditation Expires: |
| <input type="checkbox"/> | FOOD | Accreditation Expires: |
| <input type="checkbox"/> | UNIQUE SCORE | Accreditation Expires: |

Specific categories of testing, within each Accreditation Program, for which the above named laboratory maintains accreditation is outlined on the attached Scope of Accreditation. Continued accreditation is contingent upon successful on-going compliance with LQAP requirements. This certificate is not valid without the attached Scope of Accreditation.

Kimberly A. Ruthe

Kimberly A. Ruthe, CIH
Chairperson, Analytical Accreditation Board

Thomas G. Grumbles

Thomas G. Grumbles, CIH
President, AIHA

Date Issued: 03/01/2004





ANEXO I


PROTOCOLO PARA IDENTIFICAÇÃO DO INDIVÍDUO MAIS EXPOSTO		
Nome		Idade
Descrição da atividade		
Tempo de trabalho		Horas de exposição
Sintomas mais comuns		
Dores musculares	() Sim	() Não
Dor no peito	() Sim	() Não
Manifestações neurológicas *	() Sim	() Não
Dores de cabeça	() Sim	() Não
Sonolência	() Sim	() Não
Insônia	() Sim	() Não
Irritações dermatológicas	() Sim	() Não
Irritações oculares	() Sim	() Não
Ressecamento da boca	() Sim	() Não
Irritação na garganta	() Sim	() Não
Faz uso de algum medicamento	() Sim	() Não Qual?
É alérgico	() Sim	() Não A que?



*Irritabilidade, intolerância, comportamento agressivo


Adaptado de Arcia (ARCIA, 1990)


ANEXO II – FOLHAS DE CAMPO


		MONITORAMENTO DA EXPOSIÇÃO A AGENTES QUÍMICOS	
Empresa [REDACTED]		Projeto nº 1459/05	
Unidade [REDACTED]			
Amostragem			
Local <i>Sala de Preparo - Anatomia Humana</i>		Data <i>02/03/2005</i>	
Agentes Químicos <i>formol 10%</i>			
Nº do amostrador <i>05549120</i>	Hora Inicial <i>09:30</i>	Hora final <i>09:45</i>	Tempo total, min <i>15</i>
Nº do branco de campo <i>05549119</i>	Amostrador <i>TS6-DNPH-HCl</i>	Marca <i>SKC</i>	Lote <i>3C09</i>
Nº da bomba <i>666256</i>	Marca / modelo <i>PCX24-SKC</i>		
Vazão inicial, L/min <i>1,0</i>		Vazão média, L/min. <i>1,0</i>	
Vazão final, L/min <i>1,0</i>		Volume de ar amostrado, L <i>15,0</i>	
Empregado			
Nome [REDACTED]			
Função <i>Técnico de Laboratório</i>		Registro [REDACTED]	
Tarefas que executou			
<i>- com uma seringa injetou formol 10% em "peça" humana (peça humana) por sobre a mesa anatômica com um furo pl. escorreu o formol um um balde.</i>			
<i>Obs 3 tanques com peças humanas (solução de Formol 10%)</i>			
<i>- 2 tanques com a tampa aberta</i>			
<i>- janelas abertas na sala.</i>			
<i>Sala com aproximadamente 23m² e pé-direito 4,0 metros</i>			
Usou protetor respiratório: (x) Sim () Não		Tipo / modelo <i>TÓPAIR 11 - CA 4229 - SKC (azul)</i> <i>2 filtros (1 tipo A - 10 e 1 tipo B - 10)</i>	
Condições Climáticas			
Ambiente: () Aberto (x) Fechado		Ventilação: (x) Natural () Forçada	
(x) Sol () Nublado () Noite () Chuva () Outros:			
Pressão barométrica ou altitude <i>760 metros</i>	Temperatura <i>24,0 °C</i>	Umidade relativa <i>42 %</i>	Nº do Relatório de Análise (uso interno)
Técnico Responsável pela Amostragem			
Nome: [REDACTED]		Rubrica: 	

		MONITORAMENTO DA EXPOSIÇÃO A AGENTES QUÍMICOS	
Empresa [REDACTED]		Projeto nº 1459/05	
Unidade [REDACTED]			
Amostragem			
Local Sítio de Pesquisa - Análise Humana		Data 02/08/2005	
Agentes Químicos formaldeído			
Nº do amostrador 05549117	Hora Inicial 09:50	Hora final 10:05	Tempo total, min 15
Nº do branco de campo 05549119	Amostrador TSG-DNPH-HCl	Marca SKC	Lote 3609
Nº da bomba 666256	Marca / modelo PCXP4-SKC		
Vazão inicial, L/min 1,0		Vazão média, L/min. 1,0	
Vazão final, L/min 1,0		Volume de ar amostrado, L 15,0	
Empregado			
Nome [REDACTED]			
Função Técnico de Laboratório		Registro [REDACTED]	
Tarefas que executou Verificação das atividades do amostrador 05549120 - GESSC 6065 a. Souza - 02/08/2005			
Usou protetor respiratório: (x) Sim () Não			
Tipo / modelo top A 2.5 - ca 4229. Sinal 26.1103 (1 tipo A - 10 e 1 tipo B - 10)			
Condições Climáticas			
Ambiente: () Aberto (x) Fechado		Ventilação: (x) Natural () Forçada	
(x) Sol () Nublado () Noite () Chuva () Outros:			
Pressão barométrica ou altitude 760 metros	Temperatura 24,0 °C	Umidade relativa 42 %	Nº do Relatório de Análise (uso interno)
Técnico Responsável pela Amostragem Nome: [REDACTED] Rubrica: [REDACTED]			

		MONITORAMENTO DA EXPOSIÇÃO A AGENTES QUÍMICOS	
Empresa [REDACTED]		Projeto nº 1459/05	
Unidade [REDACTED]			
Amostragem			
Local <i>Sala de Recreio - Anelomir Humana</i>		Data 02/08/2005	
Agentes Químicos <i>formolado</i>			
Nº do amostrador 05549115	Hora Inicial 10:10	Hora final 10:25	Tempo total, min 15
Nº do branco de campo 05549119	Amostrador TSG-DNPH-HCl	Marca SKC	Lote 3609
Nº da bomba 666256	Marca / modelo PCLRY-SKC		
Vazão inicial, L/min 1,0		Vazão média, L/min. 1,0	
Vazão final, L/min 1,0		Volume de ar amostrado, L 15,0	
Empregado			
Nome [REDACTED]			
Função <i>Técnico de Laboratório</i>		Registro [REDACTED]	
Tarefas que executou			
<i>- Verificação das condições do amostrador 05549120 -</i> <i>GESSIE GOMES DE SOUZA - 02/08/2005</i>			
Usou protetor respiratório: <input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não			
Tipo / modelo <i>Top Air TV - CA 422A - com filtro</i> <i>2 filtros (1 tipo A - 10 e 1 tipo B 11 1/2 anos)</i>			
Condições Climáticas			
Ambiente: <input type="checkbox"/> Aberto <input checked="" type="checkbox"/> Fechado		Ventilação: <input checked="" type="checkbox"/> Natural <input type="checkbox"/> Forçada	
(<input checked="" type="checkbox"/>) Sol (<input type="checkbox"/>) Nublado (<input type="checkbox"/>) Noite (<input type="checkbox"/>) Chuva (<input type="checkbox"/>) Outros:			
Pressão barométrica ou altitude 760 metros	Temperatura 24,0 °C	Umidade relativa 42 %	Nº do Relatório de Análise (uso interno)
Técnico Responsável pela Amostragem			
Nome: [REDACTED]		Rubrica: 	

 ENVIRON		MONITORAMENTO DA EXPOSIÇÃO A AGENTES QUÍMICOS	
Empresa		Projeto nº	
		1459/05	
Unidade			
Amostragem			
Local		Data	
Sala de Preparação - Análise Determinativa		02/08/2005	
Agentes Químicos			
Formaldeído			
Nº do amostrador	Hora Inicial	Hora final	Tempo total, min
05549116	10:45	11:00	15
Nº do branco de campo	Amostrador	Marca	Lote
05549119	736 - DNRH - HCL	SKC	3609
Nº da bomba	Marca / modelo		
666256	PCXR4 - SKC		
Vazão inicial, L/min		Vazão média, L/min.	
1,0		1,0	
Vazão final, L/min		Volume de ar amostrado, L	
1,0		15,0	
Empregado			
Nome			
Função		Registro	
Técnico de Laboratório			
Tarefas que executou			
- Inseriu cateter na veia jugular de 2 cachorros mortos; - por meio de seringa de 60ml injetou o formaldeído nas veias do animal - com uma seringa de 60ml injetou formaldeído no corpo interno do animal. (formol 10%). Obs: 3 ventiladores acústicos; 1 sistema de exaustão operando. Por baixo do animal fica um recipiente p/ armazenar o sangue e o formaldeído que escorrem. Sala com aproximadamente 80m² e pé o.n. 3,2 metros. Usou protetor respiratório: (x) Sim () Não Tipo / modelo 707 Air - CA 4229 - Semi facial 2 Filtros (tipo A - JO e tipo B - p/ ácidos)			
Condições Climáticas			
Ambiente: () Aberto (x) Fechado		Ventilação: (x) Natural () Forçada	
(x) Sol () Nublado () Noite () Chuva () Outros:			
Pressão barométrica ou altitude	Temperatura	Umidade relativa	Nº do Relatório de Análise (uso interno)
760 metros	24,5 °C	39 %	
Técnico Responsável pela Amostragem			
Nome:		Rubrica:	

 ENVIRON		MONITORAMENTO DA EXPOSIÇÃO A AGENTES QUÍMICOS	
Empresa: [REDACTED]		Projeto nº 1439/05	
Unidade: [REDACTED]			
Amostragem			
Local: Sala de preparação - Antonina Jelenkovic		Data: 02/08/2005	
Agentes Químicos: formol/oxido			
Nº do amostrador	Hora inicial	Hora final	Tempo total, min
05549118	11:05	11:20	15
Nº do branco de campo	Amostrador	Marca	Lote
05549119	T36-ONPA - HCl	SKC	3609
Nº da bomba	Marca / modelo		
666256	PCXR4 - SKC		
Vazão inicial, L/min		Vazão média, L/min.	
1,0		1,0	
Vazão final, L/min		Volume de ar amostrado, L	
1,0		15,0	
Empregado			
Nome: [REDACTED]			
Função: Técnico de Laboratório		Registro: [REDACTED]	
Tarefas que executou			
- JGA observou as atividades do amostrador 05549116 - GESSÉ GOMES DE SOUZA - 02/08/2005.			
Usou protetor respiratório: (x) Sim () Não		Tipo / modelo: TOP M20 - CA 4129 - sem filtro / 2 filtros (Tipo A - J0 e tipo B - plásticos)	
Condições Climáticas			
Ambiente: () Aberto (x) Fechado		Ventilação: (x) Natural () Forçada	
(x) Sol () Nublado () Noite () Chuva () Outros:			
Pressão barométrica ou altitude	Temperatura	Umidade relativa	Nº do Relatório de Análise (uso interno)
760 metros	24,5 °C	39 %	
Técnico Responsável pela Amostragem			
Nome: [REDACTED]		Rubrica: [REDACTED]	



MONITORAMENTO DA EXPOSIÇÃO A AGENTES QUÍMICOS

Empresa		Projeto nº	
		1459/05	
Unidade			
Amostragem			
Local		Data	
Sala de Preparação - Antonina Jetermárin		02/08/2005	
Agentes Químicos			
formaldeído			
Nº do amostrador	Hora Inicial	Hora final	Tempo total, min
05549114	11:21	11:36	15
Nº do branco de campo	Amostrador	Marca	Lote
05549119	TSG-DNPH-HCl	SKC	3609
Nº da bomba	Marca / modelo		
666 256	PCX4-SKC		
Vazão inicial, L/min		Vazão média, L/min.	
1,0		1,0	
Vazão final, L/min		Volume de ar amostrado, L	
1,0		15,0	
Empregado			
Nome			
Função		Registro	
Técnico de Laboratório			
Tarefas que executou			
- Jca observo as atividades no amostrador 05549116 - 6666666666 DG Souza - 02/08/2005			
Usou protetor respiratório: (x) Sim () Não			
Tipo / modelo		Top Air TX 4229 - Scifinal 2 filtros (1 tipo A-JO e 1 tipo O ₃ / vírus)	
Condições Climáticas			
Ambiente: () Aberto (x) Fechado		Ventilação: (x) Natural () Forçada	
(x) Sol () Nublado () Noite () Chuva () Outros:			
Pressão barométrica ou altitude	Temperatura	Umidade relativa	Nº do Relatório de Análise (uso interno)
760 metros	29,5 °C	39 %	
Técnico Responsável pela Amostragem			
Nome:		Rubrica:	



REGISTRO DE CALIBRAÇÃO DE BOMBAS

BOMBA Nº 666256 TIPO/MODELO PCX4 MARCA SUC
 AMOSTRADOR PSG-DNPH-140 VAZÃO DESEJADA 1,0 L/min
 BURETA: ☐ 20 mL ☐ 50 mL ☐ 200 mL ☐ 1000 mL ☐ 2000 mL ☐ Nº DA BURETA:
☒ Nº DO ROTÂMETRO: 971/05
 CALIBRAÇÃO INICIAL - Data 02.08.2005 Pressão: / mmHg Altitude m Temperatura: 22 °C

1ª	2ª	3ª	Média	Vazão Média
<u>-</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>1,0</u> L/min

CALIBRAÇÃO FINAL - Data 02.08.2005 Pressão: - mmHg Altitude m Temperatura: 22 °C

1ª	2ª	3ª	Média	Vazão Média
<u>-</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>1,0</u> L/min

VAZÃO FINAL A SER TRANSCRITA PARA A FOLHA DE CAMPO 1,0 L/min

BOMBA Nº TIPO/MODELO MARCA
 AMOSTRADOR VAZÃO DESEJADA L/min
 BURETA: ☐ 20 mL ☐ 50 mL ☐ 200 mL ☐ 1000 mL ☐ 2000 mL ☐ Nº DA BURETA:
☐ Nº DO ROTÂMETRO:
 CALIBRAÇÃO INICIAL - Data Pressão: mmHg Altitude m Temperatura: °C

1ª	2ª	3ª	Média	Vazão Média
<u>-</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>-</u> L/min

CALIBRAÇÃO FINAL - Data Pressão: mmHg Altitude m Temperatura: °C

1ª	2ª	3ª	Média	Vazão Média
<u>-</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>-</u> L/min

VAZÃO FINAL A SER TRANSCRITA PARA A FOLHA DE CAMPO L/min

BOMBA Nº TIPO/MODELO MARCA
 AMOSTRADOR VAZÃO DESEJADA L/min
 BURETA: ☐ 20 mL ☐ 50 mL ☐ 200 mL ☐ 1000 mL ☐ 2000 mL ☐ Nº DA BURETA:
☐ Nº DO ROTÂMETRO:
 CALIBRAÇÃO INICIAL - Data Pressão: mmHg Altitude m Temperatura: °C

1ª	2ª	3ª	Média	Vazão Média
<u>-</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>-</u> L/min

CALIBRAÇÃO FINAL - Data Pressão: mmHg Altitude m Temperatura: °C

1ª	2ª	3ª	Média	Vazão Média
<u>-</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>-</u> L/min

VAZÃO FINAL A SER TRANSCRITA PARA A FOLHA DE CAMPO L/min

BOMBA Nº TIPO/MODELO MARCA
 AMOSTRADOR VAZÃO DESEJADA L/min
 BURETA: ☐ 20 mL ☐ 50 mL ☐ 200 mL ☐ 1000 mL ☐ 2000 mL ☐ Nº DA BURETA:
☐ Nº DO ROTÂMETRO:
 CALIBRAÇÃO INICIAL - Data Pressão: mmHg Altitude m Temperatura: °C

1ª	2ª	3ª	Média	Vazão Média
<u>-</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>-</u> L/min

CALIBRAÇÃO FINAL - Data Pressão: mmHg Altitude m Temperatura: °C

1ª	2ª	3ª	Média	Vazão Média
<u>-</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>-</u> L/min

VAZÃO FINAL A SER TRANSCRITA PARA A FOLHA DE CAMPO L/min

CLIENTE:
 EXECUTADO POR: RUBRICA: [assinatura]

ANEXO III – METODOLOGIA NIOSH 2016 PARA ANÁLISE DE FORMALDEÍDO

FORMALDEHYDE		2016
H ₂ C=O	MW: 30.03	CAS: 50-00-0
		RTECS: LP8925000
METHOD: 2016, Issue 2		EVALUATION: FULL
		Issue 1: 15 January 1998 Issue 2: 15 March 2003
OSHA: 0.75 ppm; 2 ppm STEL NIOSH: 0.016 ppm; C 0.1 ppm; carcinogen ACGIH: C 0.3 ppm; suspected human carcinogen (1 ppm = 1.23 mg/m ³ @ NTP)		PROPERTIES: Gas; BP -19.5 °C; specific gravity 1.067 (air = 1); explosive range 7 to 73% (v/v) in air
NAMES & SYNONYMS: methanal; formalin (aqueous 30 to 60% w/v formaldehyde); methylene oxide		
SAMPLING		MEASUREMENT
SAMPLER: CARTRIDGE (Cartridge containing silica gel coated with 2,4-dinitrophenylhydrazine)		TECHNIQUE: HPLC, UV DETECTION
FLOW RATE: 0.03 to 1.5 L/min		ANALYTE: 2,4-dinitrophenylhydrazone of formaldehyde
VOL-MIN: 1 L @ 0.25 mg/m ³ -MAX: 15 L @ 2.5 mg/m ³		EXTRACTION: Elution with 10 mL of carbonyl-free acetonitrile
SHIPMENT: Place caps onto cartridge. Ship on ice.		INJECTION VOLUME: 20 µL
SAMPLE STABILITY: 34 days @ 5 °C [1]		MOBILE PHASE: 45% acetonitrile/55% water (v/v), 1.3 mL/min
BLANKS: 2 to 10 field blanks per set 6 to 10 media blanks per set		COLUMN: 3.9 x 150-mm, stainless steel, packed with 5-µm C-18, Symmetry TM or equivalent
ACCURACY		DETECTOR: UV @ 360 nm
RANGE STUDIED: 0.025 to 2.45 mg/m ³ (22-L samples) [2]		CALIBRATION: Samplers fortified with standard solutions of formaldehyde in water
BIAS: +4.4%		RANGE: 0.23 to 37 µg per sample [1,2]
OVERALL PRECISION (S_p): 0.057 [1,2]		ESTIMATED LOD: 0.07 µg/sample [1]
ACCURACY: ±19.0%		PRECISION (S_p): 0.032 @ 1.0 to 20.0 µg/sample [1]
APPLICABILITY: The working range is 0.015 to 2.5 mg/m ³ (0.012 to 2.0 ppm) for a 15-L sample. This method can be used for the determination of formaldehyde for both STEL and TWA exposures [1,2].		
INTERFERENCES: Ozone has been observed to consume the 2,4-dinitrophenylhydrazine (2,4-DNPH) reagent and to degrade the formaldehyde derivative [3]. Ketones and other aldehydes can react with 2,4-DNPH; the derivatives produced, however, are separated chromatographically from the formaldehyde derivative.		
OTHER METHODS: NIOSH methods 2541 [4] and 3500 [5] and OSHA method 52 [6] are other methods for determination of formaldehyde in air. NIOSH method 5700 employs 2,4-DNPH and HPLC for determination of formaldehyde on textile or wood dust [7]. A journal method employs the same procedure for formaldehyde in automobile exhaust [8].		

REAGENTS:

1. Formaldehyde stock solution,* aqueous, standardized, 1 mg/mL (see APPENDIX A). Alternatively, standardized formaldehyde solution, aqueous, 4 mg/mL, is available commercially from Hach Co., Loveland, CO.
2. Acetonitrile,* distilled in glass, low carbonyl content.**
3. Water, deionized and distilled.
4. Sulfuric acid, 0.02 N (pH standardization procedure) or 0.1 N (colorimetric procedure).
5. Sodium hydroxide, 0.01 N.
6. Sodium sulfite (Na_2SO_3), 1.13 M (pH procedure) or 0.1 M (colorimetric procedure). Prepare fresh immediately before use.
7. Thymophthalein indicator solution, 0.04% (w/v) in 50:50 ethanol:water.

* See SPECIAL PRECAUTIONS.

** Carbonyl content of acetonitrile can be determined by passing 10 mL of the solvent through a cartridge of DNPH-coated silica gel and analyzing by HPLC. Formaldehyde content should be below the LOD.

EQUIPMENT:

1. Sampler. Plastic holder containing 0.35 g of 150-250 μm (60-100 mesh) silica gel coated with 1.0 mg of acidified 2,4-dinitrophenylhydrazine. Pressure drop across sampler should be less than 28 inches of water (7 kPa) at 1.5 L/min. Samplers are commercially available, [Supelco S10 LpDNPH cartridge, cat. No. 2-1014; Waters Corp. Sep-Pak XPOSure Aldehyde Sampler, part No. WATO47205; see APPENDIX B for SKC sampler].
2. Personal sampling pump, 0.03 to 1.5 L/min with flexible connecting tubing.
3. Vials, 4-mL, glass with PTFE-lined rubber septa caps.
4. Vials, 20-mL, glass.
NOTE: Do not use vials with "polycone" liners (sources of high formaldehyde blanks)[5,9].
5. Liquid chromatograph with UV detector, recorder, integrator, and column (page 2016-1).
6. Syringes, 100- μL , 500- μL and 10-mL.
7. Volumetric flasks, 10-mL, 25-mL, and 1-L.
8. Burets, 50-mL.
9. pH meter.
10. Magnetic stirrer.
11. Beaker, 50-mL.
12. Flask, Erlenmeyer, 250-mL.
13. Ozone scrubber (Waters Corp.)(optional).
14. Aluminum foil or black electrical tape (optional).

SPECIAL PRECAUTIONS: Formaldehyde is a suspect carcinogen and a proven human sensitizer; it should be handled in a fume hood [10-12]. Acetonitrile is toxic and is a fire hazard (flash point = 12.8 °C).

SAMPLING:

1. Calibrate each personal sampling pump with a representative sampler (and ozone scrubber, if used) in line.
2. Open sampler packet and remove end caps.
3. Attach sampler to the sampling pump with flexible tubing. The Waters sampler is bi-directional and can be connected at either end.
NOTE: The sampler does not have a backup section for determination of breakthrough. If high concentrations of aldehydes and ketones are anticipated, connect two samplers in series. The back pressure of the sampling train will be higher and a lower flow rate may be required.
4. Sample 1 to 15 L of air at 0.03 to 1.5 L/min.
NOTE: To protect from intense light, such as bright sunlight, the sampler can be wrapped with aluminum foil or electrical tape.
5. Place end caps onto the sampler and seal sampler in an envelope. Protect samples from heat.
6. Ship samples on ice (0 °C).

SAMPLE PREPARATION:

NOTE: Check acetonitrile for formaldehyde content by elution and analysis of a blank cartridge; the formaldehyde level should be below the detection limit. Since background levels of formaldehyde on the samplers may change during storage, compare samples with sampler blanks from the same lot. Samples and blanks should be stored under the same conditions.

7. Elute the formaldehyde derivative from the cartridge samplers with 10-mL quantities of acetonitrile.
 - a. Collect effluent from each sampler in a 10-mL volumetric flask.
 - b. Add acetonitrile to the mark for each sampler.

NOTE: The silica gel bed of the sampler will retain approximately 0.5 mL of the original 10 mL.

CALIBRATION AND QUALITY CONTROL:

8. Calibrate daily with at least six media working standards over the range of interest.
 - a. Prepare a series of aqueous formaldehyde solutions for the fortification of samplers. Suggested concentrations include 1, 4, and 20 µg/mL. See APPENDIX A for standardization of formaldehyde in water.
 - b. Connect the outlet of a cartridge sampler to a personal sampling pump with flexible tubing. Turn on the pump and make sure there is a flow of air through the sampler.
 - c. Load a 100-µL syringe with a selected volume of aqueous formaldehyde solution in the range of 30 to 90 µL. Suggested quantities of formaldehyde for spiking include 0.04, 0.10, 0.20, 0.30, 0.40, 0.80, 1.0 and 2.0 µg/sample.
 - d. Place the tip of the syringe needle against the frit in the inlet of the sampler and eject the formaldehyde solution.
 - e. Prepare the media working standard (steps 7.a and 7.b).
 - f. Prepare additional working standards (steps 8.b. through 8.e.).
 - g. Transfer 3-mL aliquots of working standards to 4-mL vials, and analyze (steps 10, 12 and 13).
 - h. Prepare calibration graph, peak area or height vs. µg formaldehyde per sample.
9. Fortify and analyze three quality control spikes and three analyst spikes to ensure that calibration graph is in control.

MEASUREMENT:

10. Set liquid chromatograph according to manufacturer's recommendations and to conditions given on page 2016-1.
11. Transfer a 3-mL aliquot of the sample solution from step 7 to a 4-mL vial. Cap the vial.
12. Inject a 20-µL sample aliquot.
13. Measure peak area or peak height.

NOTE 1: If sample peak is larger than the largest standard peak, dilute an aliquot of the remaining sample solution, reanalyze, and apply appropriate dilution factor in the calculations.

NOTE 2: To ensure validity of the samples, identify those samples which contain more than 37 µg of formaldehyde. The capacity of the samplers before breakthrough may have been exceeded for these samples, and collection of smaller samples would be warranted.

NOTE 3: The size of the 2,4-DNPH peak should be about 2.7 times the size of the formaldehyde-DNPH peak or larger. Otherwise, breakthrough from the sampler may have occurred.

CALCULATIONS:

14. Determine mass, µg, of formaldehyde, W, found in the sample and the average media blank, B, from the calibration graph.

15. Calculate concentration, C , of formaldehyde in the air volume sampled, V (L).

$$C = \frac{W - B}{V}, \text{mg} / \text{m}^3$$

NOTE: $\mu\text{g}/\text{L} = \text{mg}/\text{m}^3$

EVALUATION OF METHOD:

Issue 1

This method was originally evaluated with Waters Sep-Pak XPOSure Aldehyde samplers using data produced at NIOSH and at Waters Corporation [2]. Test atmospheres of formaldehyde were generated at Waters Corp. [2]. Overall measurement precision, \bar{S}_p , was 0.057 based on NIOSH guidelines [13] including a 5% pump error factor and estimated bias of +4.4%. Sample storage stability was evaluated over the range of 0.5 to 55 μg formaldehyde/sample. Losses for Waters samplers were 4 to 8% when stored up to 14 days at 14 °C. An additional study with Waters samplers found that losses were 5% or less after 4 days of storage at ambient temperature. All calibration standards used at Waters Corporation were liquid standard solutions of formaldehyde-DNPH derivative in acetonitrile [2,14].

The capacity of DNPH-coated silica gel samplers was found to vary with relative humidity (RH) in addition to concentration of formaldehyde. At a formaldehyde concentration of 1.2 mg/m^3 and at 5% breakthrough, the Waters sampler had a capacity at <10% RH of 55 μg , and at >85% RH a capacity of 77 μg . At 2.4 mg/m^3 and <10% RH, the 5% breakthrough capacity of the Waters sampler was 59 μg of formaldehyde. At 2.6 mg/m^3 and >85% RH, the 5% breakthrough capacity was 106 μg . Thus, the smallest capacity at 5% breakthrough was 55 μg of formaldehyde; the upper limit of the range of the method is two thirds of 55 μg , or 37 μg . Capacity information for the Waters sampler is applicable to the Supelco sampler because (a) the Waters and Supelco samplers contain 0.9 and 1 mg of DNPH, respectively, and (b) each sampler contains 350 mg of silica gel.

Issue 2

In subsequent work on this method, additional formaldehyde samplers were evaluated, Supelco S10 Lp DNPH cartridges and SKC, Inc. Aldehyde samplers (DNPH-coated silica gel tubes No.226-119) [1]. The sorbent beds of Supelco and Waters cartridges and front sections of SKC samplers were treated with acetonitrile. Formaldehyde was not detected on any blank sampler (LOD = 0.01 $\mu\text{g}/\text{mL}$). The SKC sampler for aldehydes may be used for formaldehyde with modifications of this method (See APPENDIX B). However, evaluation of the SKC sampler at NIOSH has been limited.

Supelco samplers were fortified with known quantities of free formaldehyde in water, and calibration was performed with media standards prepared from Supelco samplers fortified with known quantities of free formaldehyde in water; average recoveries ranged from 96.3% to 99.3% for five levels at 1.00 to 20 μg of formaldehyde per sampler (pooled $S_p = 0.0316$; $n = 6$ at each level).

In a storage study, six Supelco samplers were fortified with 4- μg quantities of free formaldehyde in water. Samplers were stored 34 days at 5 °C in the dark; the average recovery based on media standards was 99% ($S_p = 0.014$).

Eight media standards were prepared by fortification of Supelco samplers with solutions of free formaldehyde in water. The solutions were drawn through the DNPH-coated silica gel beds with an air pump. The resulting LOD and LOQ were 0.07 and 0.23 $\mu\text{g}/\text{sample}$, respectively, according to a least squares calibration graph.

Standard solutions of formaldehyde-DNPH at 0.10 and 1.0 $\mu\text{g}/\text{mL}$ (formaldehyde equivalent concentrations) were stored in airtight vials at 5 °C in the dark and were analyzed periodically. The standard solutions were found to be stable (with no detectable loss) for at least 10 weeks and at least 12 weeks, respectively.

It is suggested that the reader see the Backup Data Report for a comparison of media standards with liquid standards for calibration [1]. Air sampling for a 24-hour period can be performed with a single Supelco sampler. Thus, background levels at <1 ppb can be determined.

REFERENCES:

- [1] Tucker SP [2002]. Formaldehyde Backup Data Report for method 2016 Issue 2, National Institute for Occupational Safety and Health, DART, Cincinnati, OH. Unpublished report for evaluation of method mainly with Supelco S10 LpDNPH samplers.
- [2] Iraneta PC, Collamati RA., Costello DN, Crowley RJ, Fernandes RL, Hopkins MR, Knowles CE, Martin DM [1995]. A Validation Study of a New Active Sampler for the Analysis of Formaldehyde in Workplace and Indoor Air, Waters Corp., Milford, MA. Unpublished report for evaluation of method with Waters Sep-Pak XPoSure Aldehyde samplers.
- [3] Kleindienst TE, Corse EW, Blanchard FT [1998]. Evaluation of the Performance of DNPH-coated Silica Gel and C₁₈ Cartridges in the Measurement of Formaldehyde in the Presence and Absence of Ozone. *Environmental Science & Technology* 32(1):124-130.
- [4] NIOSH [1994]. Formaldehyde by GC: Method 2541. In: Eller PM, Cassinelli ME, eds. NIOSH Manual of Analytical Methods, 4th ed. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health. DHHS (NIOSH) Publication No. 94-113.
- [5] NIOSH [1994]. Formaldehyde by VIS: Method 3500. In: Eller PM, Cassinelli ME, eds. NIOSH Manual of Analytical Methods, 4th ed. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health. DHHS (NIOSH) Publication No. 94-113.
- [6] OSHA [1985]. Formaldehyde: Method 52. In: OSHA Analytical Methods Manual, Salt Lake City, UT: U.S. Department of Labor, Occupational Safety and Health Administration, OSHA Analytical Laboratory.
- [7] NIOSH [1994]. Formaldehyde on Dust (Textile or Wood): Method 5700. In: Eller PM, Cassinelli ME, eds. NIOSH Manual of Analytical Methods, 4th ed. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health. DHHS (NIOSH) Publication No. 94-113.
- [8] Lipari F, Swarin S [1982]. Determination of Formaldehyde and Other Aldehydes in Automobile Exhaust with an Improved 2,4-Dinitrophenylhydrazine Method. *J. Chromatogr.* 247: 297-306.
- [9] Dolberg DD, Smith DL, Tharr DG [1986]. Lab/Field Coordination. *Appl. Ind. Hyg.* 1:F44-F46.
- [10] ACGIH [2001]. 2001 Threshold Limit Values[®] and Biological Exposure Indices. American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Inc., Cincinnati, OH.
- [11] ACGIH [1991]. Documentation of Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices, Sixth ed. Formaldehyde, pp. 664-688. American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Inc., Cincinnati, OH.
- [12] Code of Federal Regulations [1999]. Title 29, Part 1910.1048, 29 CFR Chapter XVII (7-1-99 Edition). Formaldehyde, pp. 354-378. Occupational Safety and Health Administration, Labor. U.S. Government Printing Office, Washington, D.C.
- [13] Kennedy ER, Fischbach TJ, Song R, Eller PE, Shulman SA [1995]. Guidelines for Air Sampling and Analytical Method Development and Evaluation, Cincinnati, OH: National Institute for Occupational Safety and Health. DHHS (NIOSH) Publication No. 95-117.
- [14] Waters Corp. [1994]. Waters Sep-Pak XPoSure Aldehyde Sampler Care and Use Manual, Waters Corp., Milford, MA, p. 31.
- [15] Walker JF [1964]. Formaldehyde, Third Ed., Chapter 18, p. 486. American Chemical Society Monograph Series, Reinhold Publishing Corporation, New York.

METHOD REVISED BY:

Samuel P. Tucker, Ph.D., NIOSH/DART.

Method originally written by P Iraneta, Waters Corp., MJ Seymour and ER Kennedy, Ph.D., NIOSH/DART.

APPENDIX A - PREPARATION AND STANDARDIZATION OF FORMALDEHYDE STOCK SOLUTION (ca. 1 mg/mL)

Preparation. Dilute 2.7 mL 37% aqueous formalin solution to 1 L with distilled, deionized water. This solution is stable for at least three months when stored at room temperature.

Standardization by pH Titration.

Place 5.0 mL of freshly prepared 1.13 M sodium sulfite solution in a 50-mL beaker and stir magnetically. Adjust pH to between 8.5 and 10 with base or acid. Record the pH. Add 3.0 to 12.0 mL formaldehyde stock solution. The pH should now be greater than 11. Titrate the solution back to its original pH with 0.02 N sulfuric acid (1 mL acid = 0.600 mg formaldehyde; about 17 mL acid needed). If the endpoint pH is overrun, back-titrate to the endpoint with 0.01 N sodium hydroxide. Calculate the concentration, C_s (mg/mL), of the formaldehyde stock solution:

$$C_s = \frac{30.0(N_a V_a - N_b V_b)}{V_s}, \text{mg/mL}$$

Where: 30.0 = 30.0 g/equivalent of formaldehyde
 N_a = normality of sulfuric acid (0.02 N)
 V_a = volume of sulfuric acid (mL) used for titration
 N_b = normality of NaOH (0.01 N)
 V_b = volume of NaOH (mL) used for back-titration
 V_s = volume of formaldehyde stock solution (mL)

Standardization by Colorimetric Titration.

Place 50 mL of freshly prepared 0.1 M sodium sulfite and 3 drops of 0.04% thymolphthalein indicator (w/v) in 50:50 ethanol:water into a 250-mL Erlenmeyer flask. Titrate the contents of the flask to a colorless endpoint with 0.1 N sulfuric acid (usually 1 or 2 drops is sufficient). The indicator is blue at pH values above the endpoint and is colorless at pH values below the endpoint. Transfer 3.0 to 12.0 mL of the formaldehyde solution to the same flask and titrate the mixture with 0.1 N sulfuric acid to a colorless endpoint. Calculate the concentration, C (mg/mL), of formaldehyde in solution.

$$C = \frac{30.0(N_a V_a)}{V_s}, \text{mg/mL}$$

Where: 30.0 = g/equivalent of formaldehyde
 N_a = normality of sulfuric acid (0.1 N)
 V_a = volume of sulfuric acid used for titration (mL)
 V_s = volume of formaldehyde stock solution (mL)

NOTE: Sulfuric acid (0.1 N) is substituted for 0.1 N hydrochloric acid, which is specified in OSHA Method 52, in order to prevent possible formation of bis(chloromethyl)ether, a potent carcinogen, by reaction of formaldehyde with hydrochloric acid [12].

This colorimetric titration was adapted from OSHA Method 52 [5], which was based on the procedure of Walker [15].

APPENDIX B - USE OF SKC SAMPLER FOR FORMALDEHYDE

The SKC, Inc. sampler for aldehydes (DNPH-coated silica gel tube, catalogue No. 226-119) may be used for sampling formaldehyde with modifications of this method. These modifications include the following:

- (a) The maximum recommended air volume should be less than 15 L at an air concentration of 2.5 mg/m³ (indicated on page 2016-1), because the upper limit of the method for the SKC sampler is probably less than 37 µg.
- (b) The procedure for recovery of analyte from the sorbent would be modified, i.e., placement of the sorbent sections in vials, addition of solvent, and possible use of an ultrasonic bath.
- (c) A volume of solvent much less than 10 mL can be used for recovery. However, the minimum volume should be tested for adequate recovery.
- (d) Consequences of using a much smaller volume of solvent for recovery include a lower LOD and LOQ, the need for a different range of calibration standards, and the need for a different range of fortification levels (step 8).
- (e) The maximum volume of solution for fortification of the front sorbent bed must be less than 90 µL and should be determined (step 8).

ANEXO IV - RESULTADO DAS ANÁLISES

Relatório de Análise nº 58205.08.05



Cliente Contratante: **HYONA ARAÚJO DE SOUZA**

Cliente Avaliado:

Amostra: Ar atmosférico amostrado para fins de Higiene Ocupacional
Recebida em: 03/08/2005
Data da análise: 05/08/2005

Método: NIOSH 2016.

Amostra	Nº do Cliente	Vol./Tempo	Coleta	Resultados
58205.1	05549120	15,0 L	02/08/2005	Formaldeído 3,83 ppm
58205.2	05549115	15,0 L	02/08/2005	Formaldeído 2,80 ppm
58205.3	05549118	15,0 L	02/08/2005	Formaldeído 3,87 ppm
58205.4	05549114	15,0 L	02/08/2005	Formaldeído 3,85 ppm
58205.5	05549117	15,0 L	02/08/2005	Formaldeído 2,42 ppm
58205.6	05549116	15,0 L	02/08/2005	Formaldeído 1,98 ppm
58205.7	05549119	BC		Formaldeído < LQ

Notas:

- 1 - Amostragem: realizada pela Environ Científica Ltda
- 2 - O resultado foi corrigido pelo branco de meio que não apresentou massa acima do limite de quantificação.
- 3 - A fase secundária das amostras apresentaram as respectivas concentrações de Formaldeído: 58205.1: 0,1 %; 58205.2: 29,4 %; 58205.3: 68,9 %; 58205.4: 29,7 %; 58205.5: 0,8 % e 58205.6: 0,4 %. Concentrações acima de 10% na fase secundária indicam que pode ter ocorrido perda.

Limites de Tolerância da ACGIH: são colocados apenas para fins de referência. É da responsabilidade do interessado a utilização dos limites apropriados à finalidade da avaliação. Formaldeído 0,3 ppm Teto Substância suspeita de induzir ao câncer.

Limites de Quantificação:

Formaldeído=0,01 µg.

Símbolos:

BC = branco de campo, LQ = limite de quantificação, ppm = parte por milhão, mg/m³ = miligrama por metro cúbico, mg = miligrama, µg = micrograma

São Bernardo do Campo, 10/08/2005.

Oscar Siqueira Lemes
 CRQ Nº 04218265
 Supervisor do Laboratório

Não é permitida a reprodução parcial deste documento sem a autorização por escrito.

1/1

ENVIRON CIENTÍFICA LTDA. - Laboratório e Serviços de Higiene Ocupacional e Meio Ambiente
 R. Silva Jardim, 251 - Centro - S.B. Campo - SP - CEP 09715-090 - PABX (011) 4125-3044 - Fax (011) 4125-4520
 e-mail: environ@environ.com.br - Web Site: <http://www.environ.com.br/>