

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
PROCESSOS**

**PROCESSOS DE RECUPERAÇÃO, REUSO E
DESTINAÇÃO DO FORMOL EM LABORATÓRIO DE
ANATOMIA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Daniela Cristina Haas Limberger

**Santa Maria, RS, Brasil
2011**

PROCESSOS DE RECUPERAÇÃO, REUSO E DESTINAÇÃO DO FORMOL EM LABORATÓRIO DE ANATOMIA

Daniela Cristina Haas Limberger

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos, Área de Concentração em Desenvolvimento de Processos Agroindustriais e Ambientais, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre em Engenharia de Processos**

Orientador: Prof. Dr. Djalma Dias da Silveira

**Santa Maria, RS, Brasil
2011**

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos**

A comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**PROCESSOS DE RECUPERAÇÃO, REUSO E DESTINAÇÃO DO FORMOL EM
LABORATÓRIO DE ANATOMIA**

elaborada por

Daniela Cristina Haas Limberger

Como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Engenharia de Processos

COMISSÃO EXAMINADORA:

Djalma Dias da Silveira, Dr.
(Presidente/Orientador)

Jurema Salerno Depedrini, Dr^a.
(UFSM)

Lisiane de Marsillac Terra, Dr^a.
(UFSM)

Santa Maria, 22 de setembro de 2011.

L733p Limberger, Daniela Cristina Haas

Processos de recuperação, reuso e destinação do formol em laboratório de anatomia / por Daniela Cristina Haas Limberger. – 2011.
98 f. : il. ; 31 cm

Orientador: Djalma Dias da Silveira.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos, RS, 2011

1. Engenharia de Processos 2. Reutilização do formol 3. Tratamento de resíduos 4. Conservação morfológica 5. Laboratório de anatomia I. Silveira, Djalma Dias da II. Título.

CDU 66.06

Ficha catalográfica elaborada por Simone G. Maisonave – CRB 10/1733
Biblioteca Central da UFSM

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Características do Formaldeído.....	14
Quadro 2 - Características da Formalina.....	16
Quadro 3 - Efeitos do Formol e Respectivas Concentrações no Ar Ambiente.....	27
Quadro 4 – Média das Análises das Soluções Contendo Formol.....	45
Quadro 5 – Caracterização Microbiológica dos Tanques.....	47
Quadro 6 - Peso do Resíduo Obtido de um Litro de Solução Filtrada.....	49
Quadro 7 – Análise dos Resíduos Provenientes do Processo de Destilação.....	50
Quadro 8 – Análises das Soluções Contendo Formol após Destilação.....	51

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Fórmula Estrutural do Formaldeído.....	15
Figura 2 – Estrutura Molecular do Formol.	16
Figura 3 - Produção do Formaldeído.....	18
Figura 4 - Linhas de Destilação no Sistema de Formaldeído-Água-Metanol.....	35
Figura 5 - Fluxograma dos Processos para Reutilização do Formol.....	40
Figura 6 - Processo de Destilação em Rotavapor.....	40
Figura 7 - Imagens da Coleta das Soluções para Descarte Realizada por Caminhão.....	43
Figura 8 – Processo de Utilização do Formol em muitas Universidades.....	43
Figura 9 – Fluxograma dos Resíduos das Análises para Caracterização do Formol.....	44
Figura 10 – Esquema de Tratamento de Efluentes Básico.....	44
Figura 11 - Esquema de Tratamento para Águas Residuárias do Laboratório.....	44
Figura 12 – Teste para Determinação do Formol. Comparação da Coloração.....	46
Figura 13 - Preparação das Placas para Contagem Microbiológica.....	47
Figura 14 - Placa de Petri com Resultado Positivo de <i>S.aureus</i>	48
Figura 15 - Gráfico Caracterizando o Tempo de Filtração.....	49
Figura 16 - Tempo de Destilação para Diferentes Temperaturas.....	49
Figura 17 - Tempo de Destilação para Formol 37%.....	50
Figura 18 - Resíduos do Processo de Destilação, na Sequência para Temperaturas de 100, 80 e 70°C, respectivamente da Esquerda para Direita.....	50
Figura 19 – Solução Obtida do Processo de Destilação.....	52
Figura 20 – Comparação da Solução Obtida do Processo de Destilação com o Original.	52

LISTA DE APÊNDICE

Apêndice A - *Check list* dos Procedimentos e Instalações de Laboratório de Anatomia. 98

“Es preciso revivir el sueño y la certeza de que todo va a cambiar. Es necesario abrir los ojos y darse cuenta que las cosas buenas están dentro de nosotros, donde los sentimientos no necesitan de motivos ni los deseos de razón. Lo importante es aprovechar el momento y aprender su duración, pues la vida está en los ojos de quien sabe ver.”

Gabriel Garcia Márquez

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos
Universidade Federal de Santa Maria

PROCESSOS DE RECUPERAÇÃO, REUSO E DESTINAÇÃO DO FORMOL EM LABORATÓRIO DE ANATOMIA

AUTORA: DANIELA CRISTINA HAAS LIMBERGER

ORIENTADOR: DJALMA DIAS DA SILVEIRA

Data e Local de Defesa: Santa Maria, 22 de setembro de 2011.

O presente trabalho integra-se às preocupações ambientais, ressaltando o compromisso das universidades com a comunidade na busca de equilíbrio sustentável no âmbito social, cultural e ambiental. A nocividade ambiental e ocupacional dos efluentes nos laboratórios de anatomia é uma das mais nítidas entre os setores das universidades, intensificada pela eliminação da solução contendo formol, caracterizada pela alta concentração de matéria orgânica que provoca uma redução drástica de oxigênio presentes no ambiente aquático. A preservação morfológica pode ser realizada por vários métodos, mas sem dúvida o uso de formol ainda é significativo devido à sua eficiência e menor custo. O objetivo principal do trabalho é a busca de processos aplicáveis no laboratório, de modo a viabilizar a reutilização destas soluções contendo formol, reduzindo o volume de águas residuais poluidoras e os custos referentes aos procedimentos de conservação das peças anatômicas. No laboratório foram analisados seis tanques que armazenam peças humanas, de caninos e ovinos, cada um contendo aproximadamente 1000 L de solução de formaldeído inicialmente preparados a 10%. Na caracterização das soluções obteve-se como parâmetros relevantes a DQO (demanda química de oxigênio), com variação entre 5222 mg/L e 8600 mg/L, além do pH entre 3,9 e 4,7 e sólidos totais encontrados de até 7415 mg/L. Parâmetros como N (nitrogênio total) e óleos e graxas também foram analisados, além da concentração de formaldeído e acompanhamento microbiológico dos tanques. Foram estudados processos de purificação para estas soluções, de forma a possibilitar seu reuso, iniciando-se pela filtração da solução, a qual se mostrou ser um processo rápido, porém insuficiente para resultado esperado. Optou-se em agregar o processo de destilação, com temperaturas variando entre 60°C e 100°C, constatando-se ser possível o reaproveitamento do formol das soluções através dos processos testados. Verificou-se ainda que, o processo de reaproveitamento deve ter como premissas o rigor na preparação de peças, controle de qualidade da solução preconizada na rotina, com concentração ótima de formol e pH de modo a evitar crescimento de microorganismos, além da base ideal da estrutura de todo laboratório, permitindo a segurança ocupacional de seus usuários.

Palavras-chave: Reutilização do formol. Tratamento de resíduos. Conservação morfológica.

ABSTRACT
Master Dissertation
Graduate Program in Process Engineering
Federal University of Santa Maria

**RECOVERY PROCESS, REUSE AND DESTINATION OF THE FORMOL IN
LABORATORY OF ANATOMY**

AUTHOR: DANIELA CRISTINA HAAS LIMBERGER

ADVISER: DJALMA DIAS DA SILVEIRA

Place and date of defense: Santa Maria, 2011.

This work integrates environmental concerns, highlighting the commitment of universities to the community in finding sustainable balance within social, cultural and environmental. The harmfulness of occupational and environmental effluents in the laboratories of morphology is one of the clearest among the sectors of universities, enhanced by the elimination of a solution containing formaldehyde, characterized by high concentration of organic matter that causes a drastic reduction of oxygen in the aquatic environment. The morphological preservation can be accomplished by various methods, but surely the use of formaldehyde is still significant due to its efficiency and lower cost. The main focus of work is the search for relevant procedures in the laboratory so as to enable the reuse of these solutions containing formaldehyde, reducing the volume of wastewater pollution and the costs relating to the procedures for preservation of anatomical specimens. In the laboratory were analyzed six tanks that store human bodies, dogs and sheep, each containing approximately 1000 L of formaldehyde solution initially prepared at 10%. The characterization of the solutions obtained as parameters relevant to COD (chemical oxygen demand), ranging from 5222 mg/L and 8600 mg/L, and pH between 3.9 and 4.7 and total solids found up to 7,415 mg/L. Parameters such as N (total nitrogen) and oils and greases were also analyzed, and the concentration of formaldehyde and microbiological evaluation of the tanks. Purification processes were studied for these solutions, in order to enable their reuse, starting with the filtration of the solution, which turned out to be a quick process, but insufficient to result. We chose to add the distillation process, with temperatures ranging between 60-100°C, was observed to be possible there use of formaldehyde solutions through tested processes. It was also found that the recycling process must be premised on the accuracy in the preparation of parts, quality control of the solution recommended in the routine, with optimum concentration of formaldehyde and pH to prevent growth of microorganisms, as well as the ideal base structure of the entire laboratory, allowing the occupational safety of its users.

Keywords: Reuse of formaldehyde. Waste treatment. Laboratory of anatomy.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1 Objetivo Geral.....	13
1.2 Objetivos Específicos.....	13
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1 Características Gerais do Formaldeído e Formol.....	14
2.2 Utilização do Formol.....	16
2.3 Processos de Obtenção do Formol.....	17
2.4 Problemas Ocupacionais Relacionados ao Formol.....	20
2.5 Processos de Conservação de Cadáveres em Laboratórios de Anatomia.....	25
2.6 Problemas Ambientais Relacionados ao Uso do Formol em Anatomia.....	28
2.7 Processos Envolvidos na Reutilização do Formol.....	33
3. METODOLOGIA	36
3.1 Análise dos Processos para Conservação das Peças de Anatomia.....	36
3.2 Caracterização e Quantificação das Soluções dos Tanques com Formol.....	36
3.3 Avaliação Microbiológica.....	38
3.4 Utilização de Processos que Possibilitem a Reutilização do Formol.....	39
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
4.1 Análise dos Processos para Conservação das Peças de Anatomia.....	41
4.2 Caracterização e Quantificação das Soluções dos Tanques com Formol.....	44
4.3 Avaliação Microbiológica.....	46
4.4 Utilização de Processos que Possibilitem a Reutilização do Formol.....	48
4.5 Discussão Geral.....	52
5. CONCLUSÕES	54
5.1 Sugestões.....	55
REFERÊNCIAS	56
ANEXOS	61
APÊNDICE	97

1. INTRODUÇÃO

A percepção do ambiente altera-se com o desenvolvimento, imperando a reintegração do homem à natureza, como consequência das ações desarmônicas praticadas, acelerada nos últimos séculos, emergindo valores e a ética ambiental (REIS, 2009).

Problemas relacionados com a ampliação da atividade industrial, do consumo em massa e descartabilidade dos objetos, abrangem fábricas, centros de pesquisas e transcorrem para o cotidiano doméstico. Os rejeitos gerados pelas atividades de ensino em geral, apesar do menor volume quando comparado com rejeitos industriais, domésticos e hospitalares, impõe da mesma maneira impacto sobre o meio ambiente (BERTOLINO et al., 2008).

A nocividade ambiental dos efluentes de laboratórios de anatomia é uma das mais acentuadas dentre os diversos setores de uma universidade. Apesar dos problemas advindos pelo uso de formaldeído, grande parte dos laboratórios de anatomia utilizam-no, por ser uma técnica tradicional com resultados satisfatórios. Para sanar a questão destes efluentes, alguns optam na contratação de empresas especializadas, não sendo raros os casos de problemas de adequação técnica em longo prazo (OLIVEIRA & ZAITA, 2005; MACHADO, 2005).

Mesmo sem legislação específica para tais resíduos, algumas universidades implantam o gerenciamento de seus resíduos, proporcionando dentro de comunidade universitária atividades práticas nestas áreas, o desenvolvimento da cidadania, educação ambiental e a redução de impactos ambientais (JARDIM, 1998; BERTOLINO et al., 2008; REIS, 2009).

Independente da atividade, o programa de gerenciamento de resíduos deve adotar a regra de que quem o gerou é responsável pelo mesmo, seguindo a hierarquia de atividades: 1- Prevenção na geração de resíduos; 2-Minimização de resíduos perigosos; 3-Segregação dos resíduos; 4-Reuso interno ou externo; 5- Reciclagem do componente material ou energético; 6-Manutenção de todo resíduo na sua forma mais passível de tratamento; 7-Tratamento e acomodação de maneira segura (JARDIM, 1998). O reciclo é bastante praticado nos laboratórios, adotando-se atividades em escala pequena, por razões econômicas e não ambientais (REEL apud JARDIM, 1998).

Acompanhando o atual cenário de preocupação com a questão ambiental, as universidades têm o compromisso com a comunidade na vanguarda do conhecimento cultural, científico e tecnológico, na busca do equilíbrio social, de saúde e ambiental, desta forma se faz necessário buscar alternativas ambientalmente corretas devido a nocividade dos efluentes de laboratórios somada a toxicidade do formaldeído afetando professores, funcionários e

alunos, além de altos custos envolvidos para produção, conservação e resíduos das peças utilizadas no setor de anatomia.

1.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo principal desenvolver um processo para a recuperação e reutilização do formol utilizado em laboratório de anatomia e que proporcione uma destinação mais amigável ao meio ambiente deste efluente.

1.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos a serem alcançados são:

- a) Análise dos processos para conservação das peças de anatomia;
- b) Caracterização e quantificação das soluções presentes em tanques contendo formol;
- c) Acompanhamento microbiológico;
- d) Utilização de processos que possibilitem a reutilização do formol.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Características Gerais do Formaldeído e Formol

O formaldeído é um composto utilizado mundialmente nas mais diversas áreas desde a saúde até a produção de materiais, sendo formado na natureza e no organismo humano. Verifica-se, nos últimos anos, uma maior atenção para o risco-benefício das suas aplicações para o meio ambiente e saúde (PEREIRA, 2007; COELHO, 2009).

A produção global do formaldeído a 37% foi de 32 milhões de toneladas em 2006, com os maiores produtores sendo a China (34%), Estados Unidos (14%) e Alemanha (8%). Mais de 65% do total de formaldeído é usado para sintetizar resinas (TANG et al., 2010).

A oferta e demanda no ano 2000 nos Estados Unidos, foi respectivamente de 4.650 e 4.459 mil toneladas, enquanto para a América do Sul e Central, de apenas 638 e 636 mil toneladas (TUNGA et al., 2010).

O formaldeído, também conhecido por aldeído fórmico, metanal, metilaldeído, óxido de metileno, oxometano e oximetileno, HCOH, é o composto mais simples da família dos aldeídos, tendo baixo peso molecular, solúvel em água, álcool etílico, éter dietílico e clorofórmio e miscível com acetona e benzeno (COELHO, 2009).

O quadro 1 apresenta algumas características do formaldeído.

Coefficiente de partição octanol/água (log P) (razão da distribuição no equilíbrio de um soluto entre dois solventes insolúveis)	0,35 – 0,75
Constante de dissociação (pKa) (relação entre o produto do que foi dissociado pelo que permaneceu associado de uma dissociação reversível num equilíbrio químico)	13,3 (25°C)
Densidade	0,815 (-20°C)
Ponto de ebulição (temperatura à qual a pressão de vapor iguala a pressão atmosférica circundante)	-19,1°C – -21°C
Ponto de fusão (temperatura à qual uma substância passa do estado sólido ao estado líquido)	-92°C – -118°C

Quadro 1 - Características do Formaldeído.
Fonte: COELHO, 2009.

Gasoso à temperatura ambiente, incolor, irritante com odor sufocante, pungente e característico, que é detectável a baixas concentrações. É inflamável, reativo e polimeriza facilmente à temperatura e pressão ambiente normais. A figura 1 ilustra a fórmula estrutural do formaldeído (COELHO, 2009).

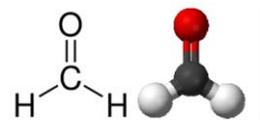


Figura 1- Fórmula Estrutural do Formaldeído.
Fonte: COELHO, 2009.

Pode reagir com fenol e anilina, liberando calor e mais violentamente com permanganato de potássio, nitritos, peróxidos e cloratos. É incompatível com amônia, bissulfetos, sais de cobre, ferro e prata, alcanos e iodetos e corrói alguns tipos de metais. Soluções comerciais de formaldeído-álcool são estáveis (ELEKEIROZ, 2008).

Já o formaldeído gasoso, não está comercialmente disponível, devido à sua reatividade e instabilidade, sendo estável somente na ausência de água. Na forma gasosa 1 ppm de formaldeído equivale a 1,2 mg/m³, ou seja 1 mg/m³ é igual a 0,8 ppm a uma temperatura de 20°C e uma pressão de 1 atm (MARTINEZ et al., 2005; COELHO, 2009).

Em solução aquosa, é chamado de formol ou formalina, sendo um líquido incolor, de odor cáustico, miscível com água, etanol e acetona e imiscível com clorofórmio e éter. Comercializada na porcentagem de 37 a 40% de formaldeído e 8 a 15% de metanol, adicionado para estabilizar a solução, uma vez que aldeídos tendem a se polimerizar e formar um precipitado branco, o paraformol (MARTINEZ et al., 2005; INDUKERN, 2008; COELHO, 2009). Esse polímero se comporta quimicamente como um sólido, sendo formado quando uma solução de formaldeído a 30% está em descanso. Esta forma de hidrato polimérico também é comercializada. Em laboratório, soluções de formaldeído podem ser obtidas pelo aquecimento deste polímero sólido de formaldeído (95%) também conhecido como polioximetileno, preparado pela evaporação de formol (PEREIRA, 2007).

Materiais orgânicos ativos como fenol, promovem reação de polimerização quando o pH for menor que 5 ou maior que 9 e temperaturas acima de 80°C. O formol pode reagir perigosamente com dióxido de nitrogênio, ácido perclórico, álcalis, aminas e agentes oxidantes fortes. Com ácido clorídrico pode formar bisclorometil-eter, produto carcinogênico. Um produto perigoso resultante da sua decomposição é o ácido fórmico, corrosivo, formado pela oxidação do formol, quando aquecido, com o oxigênio do ar (INDUKERN, 2008).

A estrutura do formol é apresentada na figura 2 enquanto o quadro 2 resume suas características. Demais informações constam na FISPQ - Ficha de Informações sobre Produtos Químicos (Anexo A).

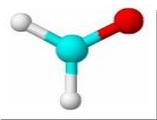


Figura 2 – Estrutura Molecular do Formol.
Fonte: ELEKEIROZ, 2008.

Ponto de ebulição (760 mm Hg)		96-101°C
Ponto de Congelamento		-92°C
Ponto de Auto-ignição		430°C
Ponto de Fulgor (vaso fechado)– Formol Estabilizado (1% Metanol)		80°C
Taxa de Evaporação		Similar à água
Ponto “flash” (menor temperatura à qual o vapor é emitido numa quantidade suficiente de forma que a mistura de ar-vapor acima da superfície do solvente inflame em chama)		85°C
Viscosidade	25° C -37%	2,50 cP 1,81cP 20 Cp
	60° C - 50%	
	25° C - 47% estab. com uréia	
Pressão de vapor (quantidade de pressão exercida por um vapor saturado acima do próprio líquido num contentor fechado)	20°C	1-1,3mm Hg 2,7mm Hg
	35°C	
Limite explosivo inferior (concentração inferior ao qual a mistura gasosa é explosiva)		7%
Limite explosivo superior (concentração superior ao qual a mistura gasosa é explosiva)		73%
Densidade do Vapor		1,075
Densidade Relativa	(a 25°C)	1,060-1,140 1,240
	(formol 47% estabilizado com uréia)	
Calor Específico	(37%)	0,8cal/g/°C 0,68cal/g/°C
	(44%)	
pH		2,5-4,0
pH (formol 47% estabilizado com uréia)		7,0-8,0
Coeficiente de Expansão Cúbica (tanques)		0,00068mL/mL/°C

Quadro 2 - Características da Formalina.
Fonte: COELHO, 2009; INDUKERN, 2008.

2.2 Utilização do Formol

O formaldeído é empregado como matéria-prima em várias indústrias devido a sua alta reatividade, natureza incolor, estabilidade, pureza em estado comercial e baixo custo, constitui tópico de várias pesquisas nos últimos anos, especialmente devido aos aspectos toxicológicos e acometimento biológico conferidos as águas residuárias onde está presente, mesmo em concentrações menores do que 0,1 mg/L (FARAH, 2007; PEREIRA & ZAITA, 2008).

Este composto reage com tecidos prevenindo a degradação, sendo empregado na conservação de peças de anatomia e cadáveres (OLIVEIRA et al., 2004; MARTINEZ et al., 2005; PEREIRA, 2007; COELHO, 2009). Existem medicamentos que contêm formaldeído como vacinas virais com proporção de 0,05% para inativação do agente. O formaldeído é usado como um agente antimicrobiano em muitos cosméticos (TUNGA et al., 2010).

É utilizado na produção de resinas como uréia-formaldeído, melamina-formaldeído e fenol-formaldeído, empregadas em diversos produtos de madeira e têxteis. Utilizado ainda na indústria química, em adesivos, fertilizantes, processamento do couro, borracha, cimento e fabricação do papel (Rongalite, branqueador). Empregado como agente conservante de tintas e vernizes (LOTFY & RASHED, 2002; OLIVEIRA et al., 2004; PEREIRA, 2007; ELEKEIROZ, 2008;).

Também aproveitado na indústria de fibra de vidro, na produção de Bakelite (plástico sintético), de urotropina (hexametilenotetramina - anti-séptico das vias urinárias), paraformol (desinfetante em pastilhas), tioximetileno (larvicida de mosquitos), solução hidro-alcoólica de sabão com formol, conhecida como Lysoform. Na II Guerra Mundial foi utilizado como poderoso explosivo chamado ciclonita ou RDX, reagindo com ácido nítrico na presença de nitrato de amônio. Tem largo emprego na desinfecção de salas de cirurgia e outros ambientes hospitalares, pois uma solução a 0,5% destrói todas as espécies de microorganismos em até 12 horas (MINGOIA, 1967 apud OLIVEIRA & ZAITA, 2005).

2.3 Processos de Obtenção do Formol

O início da produção do formol deu-se a partir da síntese técnica por desidratação de metanol realizada em 1867 pelo químico alemão August Wilhelm von Hofmann. Tem sido produzido comercialmente desde 1889 através da oxidação catalítica de metanol. Entre 1900 e 1930, com base em resinas de formaldeído se tornou importante para adesivos e compósitos de madeira durante a Segunda Guerra Mundial, na Alemanha (TUNGA et al., 2010).

A produção mundial anual do formaldeído de 21 milhões de toneladas é realizada por 104 empresas na China, 19 empresas na Índia, 18 empresas em EUA, 15 empresas na Itália e no México, 14 empresas na Rússia, 11 empresas no Brasil e no Japão (IARC, 2006).

Sendo realizada através da oxidação catalítica do metanol e ar, com utilização de catalisadores metálicos como a prata, a platina e o cobre ou óxidos de ferro e molibdênio, constituído de duas etapas principais (FELTRE & YOSHINAGA, 1974; OLIVEIRA, 2001;

vapor e excesso metanol, na temperatura de 680-720°C e à pressão atmosférica (chamado processo BASF com rendimento de 97-98%); ou oxidação parcial e desidrogenação de ar na presença de prata cristalino, vapor e metanol em excesso em 600-650°C (com 77-87% de rendimento), e a conversão é completada por destilação do produto e o monóxido de carbono, dióxido de carbono, metil formiato e ácido fórmico são subprodutos (GERBERICH & SEAMAN, 2004).

Já se for utilizado o óxido de metal no processo (Formox), o metanol é oxidado com ar em excesso e a presença de uma versão modificada de ferro-molibdênio-catalisador de óxido de vanádio em 250-400°C e pressão atmosférica são utilizados (conversão de metanol, 98-99%). Os subprodutos são o monóxido de carbono, dimetil éter e pequenas quantidades de dióxido de carbono e ácido fórmico (GERBERICH & SEAMAN, 2004).

Já o polímero sólido de formol, o paraformaldeído, sendo uma mistura de poli-(Oximetilene) glicóis [HO-(CH₂O) n-H, n = 800-100], possuindo teor de formaldeído de 90-99%, é uma fonte conveniente de formaldeído para determinadas aplicações, sendo preparado comercialmente pela concentração de soluções aquosas de formaldeído em vácuo na presença de pequenas quantidades de ácido fórmico e metal. Uma fonte sólida alternativa é o cíclico trímico de formaldeído, trioxano, que é preparado comercialmente pela condensação de formaldeído catalisada com ácido forte em um processo contínuo (GERBERICH & SEAMAN, 2004).

A armazenagem deve ser realizada sempre em tanques de aço inox 304 ou fibras de vidro com resina poliéster, ou para manuseio, em embalagens plásticas escuras. A estocagem de soluções mais concentradas de formol, por exemplo, 44% e 50%, exigem que o produto seja mantido a temperatura em torno de 60°C de modo a minimizar a formação de paraformol. Desta forma, tanques para estas soluções devem estar providos de sistema de aquecimento com água termostalizada, além de isolamento térmico. Agitadores também são recomendáveis para estes casos. O local deve ser seco, ventilado, afastado do calor e longe da geração de carga estática ou faíscas, mantendo aterrados os equipamentos do local (ELEKEIROZ, 2008).

Durante a produção do formol, os gases gerados devem ser descartados para a atmosfera via um incinerador catalítico (ECS), que reduz as concentrações para níveis adequados. Já as águas residuárias deste processo, provavelmente possuam metanol, formaldeído e catalisadores, também devem ser tratadas de forma eficiente (ELEKEIROZ, 2008).

2.4 Problemas Ocupacionais Relacionados ao Formol

A exposição a químicos no ambiente pode produzir efeitos adversos na saúde. Os indivíduos com maior probabilidade são aqueles que estão expostos no seu local de trabalho a concentrações mais elevadas, do que a população em geral. É consenso que qualidade de ar interno deficiente pode afetar a saúde e o desempenho e produtividade dos trabalhadores (WHO, 2001). A legislação específica para ambientes tem dois enfoques: ocupacional e ambiental. Se o enfoque é a saúde ocupacional, as Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho são aplicadas; quando o enfoque é ambiental, é a nº 3.523 do Ministério da Saúde que determina medidas específicas referentes a padrões de qualidade do ar ambiente, no que diz respeito à definição de parâmetros físicos e composição química do ar de interiores, à identificação dos poluentes, suas tolerâncias e métodos de controle, pré-requisitos de instalações e de execução de sistemas de climatização.

A exposição repetida a baixas concentrações de substâncias presentes no ar interno pode levar à “sensibilização múltipla”, na qual o indivíduo afetado passa a reagir a concentrações cada vez mais baixas. A OMS contabilizou a contribuição de vários fatores de riscos a doenças e determinou que a poluição do ar interno é o oitavo fator de maior importância, responsável por 2,7% de casos de doenças no mundo (WHO, 2001).

As carbonilas são compostos que possuem uma extensa variedade de membros entre aldeídos e acetonas e, por esse motivo, têm um lugar de destaque na poluição. Possui relevância na química atmosférica por resultarem da primeira foto-oxidação dos hidrocarbonetos, por se configurarem na maior fonte de radicais livres e como precursores de aerossol orgânico em áreas urbanas, sendo emitidos para a atmosfera a partir de uma grande variedade de fontes naturais e antropogênicas (ANDRADE et al., 2002 apud SODRÉ, 2008). Sendo destes os mais abundantes na atmosfera o formaldeído e o acetaldeído, afetando a química atmosférica de áreas poluídas por uma série de rotas complexas (EPA, 1993).

Problemas à saúde advindos da exposição ao formaldeído em casas pré-fabricadas, especialmente irritação dos olhos e vias aéreas superiores, foram relatados na década de 1960. Emissões de formaldeído de painéis de partículas aglomeradas com resina de ureia-formaldeído foram logo identificados como a causa das denúncias. Como consequência, um valor de referência de 0,1 ppm foi proposto em 1977 pela antiga Agência Federal Alemã de Saúde para limitar a exposição humana em habitações (TUNGA et al., 2010). É emitido por veículos, fábricas, incineradoras, cigarros, madeiras, incêndios florestais e outros processos de

combustão naturais. Outras fontes de exposição incluem materiais de construção e processamento de alimentos (WHO, 2001).

A concentração média no ambiente natural é $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,0004 ppm). Em ambientes urbanos, as concentrações são mais variáveis e dependem das condições locais, com picos de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,08 ppm), durante períodos de maior tráfego. Os níveis de formaldeído no ar interior são muitas vezes superiores aos do ar exterior (WHO, 2001).

Em ambientes internos de hospitais, níveis de concentração de até 0,5 ppm de formol têm sido reportado na literatura, sendo seu uso comum, profissionais da saúde ficam continuamente em contato com esta substância. Dessa forma é importante salientar que a exposição ao formaldeído em anatomia ocorre através da inalação do gás liberado e devido à absorção cutânea por contato acidental com o formaldeído existente no líquido conservante dos cadáveres e peças anatômicas (SALTHAMMER, 1994).

Li et al. (2008) realizaram estudo para estimar o risco de câncer humano a partir da inalação de formaldeído em diferentes ambientes fechados, encontrando para escritórios a maior concentração de formol de $0,11 \text{ mg}/\text{m}^3$ e a menor em salas de aula com $0,04 \text{ mg}/\text{m}^3$. Em salas de manipulação de amostras anatômicas destaca-se uma concentração de até 8,4 ppm (FREIXA et al., 1996).

Pesquisadores do Instituto Nacional de Saúde e Segurança Ocupacional (NIOSH, 1981) observaram os riscos em um laboratório de anatomia de uma escola médica no Colorado, EUA através desta pesquisa onde, a pedido dos estudantes, os investigadores realizaram uma avaliação ambiental, coletando 55 amostras de respiração de ar de estudantes dissecando cadáveres e testes de função pulmonar em 23 alunos. Obtiveram resultados de 0,02 a 2,7 ppm, indicando exposição suficiente para causar sintomas de irritação. Os testes de função pulmonar em 23 estudantes foram normais.

O odor penetrante de formaldeído pode ser detectado em níveis muito baixos (menos de 1 ppm). A exposição a concentrações variando de 0,1 a 5,0 ppm pode causar queimaduras nos olhos, lacrimejamento e irritação geral para as vias respiratórias superiores. Níveis baixos (0,3 a 2,7 ppm) de formaldeído pode perturbar o sono. Níveis mais elevados (10 a 20 ppm) pode produzir tosse, aperto no peito, uma sensação de pressão na cabeça e palpitações. Exposições de 50 a 100 ppm e acima podem causar lesões graves, incluindo edema pulmonar, pneumonia, ou óbito (NIOSH, 1981; FREIXA et al., 1996).

Dermatite por soluções de formaldeído pode aparecer após dias de exposição como uma reação inflamatória na pele das pálpebras, face, pescoço, escroto, e superfícies flexoras dos braços. Outras superfícies do corpo também podem estar envolvidas, às vezes depois de

anos de exposição repetida. Estudo com pacientes asmáticos sensibilizados a ácaros mostraram que a resposta ao alérgeno foi aumentada na sequência de uma exposição de minutos de 3-10 μg de formaldeído (HATHAWAY et al., 1996; CASSET, 2006).

Exposição ao formaldeído pode provocar irritação dos olhos, nariz e garganta, lacrimação, rinite, tosse, dores torácicas, reações na pele, dispnéia e morte, dependendo da concentração. A formalina é extremamente irritante para os olhos e exposições diretas causam opacidade da córnea e perda de visão. A ingestão de formaldeído causa dor abdominal severa, vômitos violentos, dor de cabeça e diarreia. Doses altas podem produzir uma queda de temperatura, dor no trato digestivo, respiração fraca, pulso irregular e fraco, perda de consciência e morte. Há registros da ingestão de algumas gotas de formalina que causou a morte de uma criança em Portugal e a ingestão de 50 a 250 mL foram fatais para adultos (GREENBERG, 2003; COELHO, 2009; VIEGAS, 2009).

Após intoxicação aguda fatal por formaldeído podem-se observar erosão e congestão gástrica, edema pulmonar, dilatação da glote e traquéia, e descoloração das membranas mucosas da boca. Com a dose oral fatal estimada em 60-90 mL de formalina (WHO, 2001; GREENBERG, 2003).

Já as discussões como possível cancerígeno iniciaram em 1980, com pesquisas com ratos e camundongos demonstraram que a exposição crônica a altos níveis de formaldeído induzem a carcinomas nasais em cerca de 50% dos animais (CASTEEL et al., 1987; TUNGA et al., 2010). Trabalhos com macacos confirmam seu poder cancerígeno (CONAWAY et al., 1996 apud TUNGA et al., 2010). É considerado provável carcinógeno humano pela Agência Internacional de Pesquisa em Câncer (IARC, 2006), pela Agência de Proteção Ambiental (EPA, 1993), e pela Associação de Saúde e Segurança Ocupacional (OSHA, 1987).

Destaca-se aqui que como este composto reage com tecidos prevenindo a degradação e sendo por isso empregado na conservação de peças de anatomia e cadáveres (OLIVEIRA et al., 2004; MARTINEZ et al., 2005; PEREIRA, 2007; COELHO, 2009), pois interage com DNA, RNA e proteínas, impedindo a proliferação de microrganismos e a putrefação, pode também prejudicar células já que impede o rompimento das paredes dos lisossomos, provocando a autólise (JUNQUEIRA & CARNEIRO, 2004), desta forma pode causar mutação em células humanas, além de ser carcinogênico (WHO, 2001; INCA, 2005; IKEDA, 2007; COELHO, 2009).

A própria estrutura química do formaldeído facilita a interação com as membranas celulares, nos tecidos e fluidos biológicos, especialmente grupos amina, sendo responsável pela formação de ligações cruzadas intra e intermoleculares entre proteínas e ácidos nucleicos

mediante absorção no local de contato. Esta propriedade do formaldeído pode ser a base de início para o seu potencial carcinogênico, demonstrando ser tóxico in vitro numa variedade de sistemas experimentais, incluindo células humanas. Ele reduz a taxa de crescimento, a eficiência de clonagem e a viabilidade celular (WHO, 2001).

A possibilidade do formaldeído induzir alterações patológicas ou citogenéticas na mucosa nasal foi examinada em pessoas expostas, observando-se metaplasia das células escamosas e displasia moderada do epitélio respiratório (WHO, 2001; IKEDA, 2007; COELHO, 2009; VIEGAS, 2009).

O efeito na reprodução devido a exposições ocupacionais foi avaliado em estudos epidemiológicos, incluindo a ocorrência de abortos espontâneos, malformações congênitas, infertilidade, endometriose e avaliação do peso após o nascimento, relatados entre mulheres ocupacionalmente expostas ao formol (WHO, 2001; GREENBERG, 2003; IKEDA, 2007).

No quadro 3 são resumidos os principais efeitos do simples contato com o ar contendo formol.

Sistema orgânico ou órgão	Concentração em PPM	Efeitos
Sistema Respiratório	Acima de 0,1 ppm Acima de 20 ppm Acima de 50 ppm	Exposições leves: tosse, irritação do trato respiratório, dispnéia e espasmos da laringe. Exposições graves podem causar bronquite asmática, edema pulmonar e pneumonia. Casos severos ocasionam apatia, perda de peso e de consciência, coma e óbito.
Olhos	0,1 a 2,0 ppm Acima de 2,0 ppm	Irritação da conjuntiva ocular, lacrimejamento, dor imediata e inflamação. “Borramento” da visão. Risco de reação alérgica e conjuntivite. Casos severos: danos à córnea, íris e pálpebras com perda de visão. Agressão à retina e ao nervo óptico.
Pele e anexos	Acima de 0,1 ppm	Irritação e ressecamento da pele, aparecimento de fissuras, vermelhidão, alteração na tonalidade das unhas, dermatite por contato e necrose da epiderme podendo piorar com o calor e suor.
Sistema Imunológico	Acima de 0,1 ppm	Hipersensibilidade, dermatites alérgicas e bronquite asmática.
Todos os sistemas orgânicos	Convivência ocupacional	Potencial agente carcinogênico, tumorogênico e teratogênico.

Quadro 3 - Efeitos do Formol e Respectivas Concentrações no Ar Ambiente.
Fonte: VERONEZ et al., 2006.

A manipulação das soluções de formol requer a utilização de EPI'S como: óculos de segurança ampla visão; avental tipo barbeiro em PVC; luvas de látex, PVC, ou hexanol; botinas de segurança ou botas de PVC; máscara facial com filtro para gases ácidos ou máscara

de respiração autônoma. Utilizar-se exaustão (a prova de explosão) no local de manuseio da substância e com ferramentas elétricas também à prova de explosão (ELEKEIROZ, 2008).

A descarga de material para a atmosfera exige análise cuidadosa. Além de remover riscos para funcionários é uma forma segura para eliminação de substâncias. Aparatos de ventilação (exaustor ou capela) podem garantir segurança aos trabalhadores, quando estes forem bem treinados e a instalação bem planejada. Um sistema de ventilação mecânica, normalmente alcança um mínimo de quatro renovações de ar por hora, que vão até 16 ou mais para situações especiais, como nos laboratórios de anatomia. Máscara pode ser usada como precaução, mas não deve ser utilizada como substituto para a manutenção da qualidade geral do ar do laboratório (PITT & PITT, 1993).

Pode-se fazer uso de câmaras de segurança, onde o ar de exaustão pode ser filtrado, ou exaustores podem realizar uma diluição respirável. No entanto, se houver um acidente que danifique o filtro ou grandes concentrações, é necessário providenciar para que todas as saídas estejam localizadas onde este ar tenha menos chance de entrar em contato com as pessoas. O lugar normal para um tubo de saída é o teto de um edifício. O tubo deve ser projetado, pelo menos, 3 metros acima do telhado. Isso porque fluxos naturais tendem a seguir a forma do edifício, de modo que descarga a um nível inferior poderia ser arrastada para uma janela e descargas horizontais são susceptíveis de retornar para dentro do prédio (PITT & PITT, 1993).

Quando for necessário o tratamento do ar, umas das alternativas pode ser a fotocatalise, a qual faz parte dos processos oxidativos avançados, que são aqueles que utilizam o radical hidroxila para degradar os compostos poluentes. Nos processos fotocatalíticos, este radical hidroxila é formado a partir de moléculas de água em contato com a superfície do catalisador, ativado pela luz. As aplicações ambientais (por fotocatalise) mais comuns utilizam-se de dióxido de titânio (TiO_2), entre elas o tratamento da água e do ar, destacando-se a desinfecção e desodorização de correntes de ar com baixas concentrações de poluentes, como em ambientes internos de edifícios residenciais ou comerciais. As limitações desta técnica de tratamento estão na faixa de comprimento de onda da luz absorvida e no tamanho das moléculas poluentes a serem tratadas (LACEY & SCHIRMER, 2008).

Muitos trabalhos concentram-se na preocupação com a saúde dos alunos, professores e técnicos que constantemente utilizam o formol, relatando que a severidade dos efeitos exercidos é dependente da concentração e do tempo de exposição. Para se diminuir a inalação dessa substância pode-se fazer uso de uma câmara para trabalho com pequenos animais,

semelhante às câmaras de biossegurança biológica, onde se manipulam as peças apenas com luvas por fora da caixa (NOGUEIRA et al., 1998).

Nesse sentido, o controle do ar interno é de suma importância também para a saúde, em locais de trabalho insalubre, devendo-se forçar a presença de uma ventilação adequada nos laboratórios de técnicas anatômicas e aulas práticas, sendo essa o meio essencial de manutenção da qualidade do ar indoor, por meios naturais e mecânicos, por mistura ou por deslocamento de ar, buscando-se a opção ecologicamente correta (NIOSH, 1981).

Como uma medida de saúde pública prudente, recomenda-se que controles de engenharia e práticas de trabalho rigorosas reduzam a exposição ocupacional a níveis mais baixos possíveis. Ressalta ainda que: alunos e professores devem estar cientes dos riscos potenciais à saúde de formaldeído; pessoas que manipulam formol ou preparação da solução diluída de formol devem usar equipamento de proteção, incluindo luvas de borracha, aventais de proteção e proteção dos olhos e face; a ventilação deve proporcionar um mínimo de cinco renovações de ar por hora para ajudar a diminuir concentrações de formaldeído (NIOSH, 1981).

2.5 Processos de Conservação de Cadáveres em Laboratórios de Anatomia

Para o ensino de Anatomia, destaca-se que a dissecação é o método mais utilizado para a aprendizagem nas disciplinas relacionadas, sendo possível o contato real com as diversas texturas que apresentam os tecidos dos corpos. Por este motivo surgiu a necessidade de conservar cadáveres, sendo utilizadas diversas técnicas e várias substâncias tornando possível a manipulação das peças. Em 1893, iniciou-se a utilização do formaldeído, devido ao seu poder de fixação e conservação rápida e de baixo custo (HAMBELI et al., 2010).

O formol é o produto mais utilizado para conservação de cadáveres através de técnicas de formolização e embalsamamento, como meio de prevenir e retardar a putrefação. A fixação com formol é fundamental para manter, de modo definitivo, as estruturas citológicas das células (SILVA, 2004; HAMBELI et al., 2010). A conservação de tecidos biológicos em laboratórios de anatomia humana e animal pode ser feita ainda com o uso de congelamento ou agentes químicos como soluções mercuriais, betapropiolactona, glutaraldeído, glicerina a 98% além do formaldeído (MACHADO, 2005).

Esta substância atua como fixador interagindo com os aminoácidos lisina e arginina. Não provoca precipitação de proteínas, não preserva gorduras livres, porém fixa lipídeos

complexos, provoca leve precipitação de outros constituintes celulares e não é o fixador de eleição para carboidratos. Em pesquisa realizada com 40 amostras, verificou-se que em todas as amostras, após formolização a 5% era mínima a degradação do DNA, permitindo a confirmação do gênero (sexo) do titular da amostra, no entanto após formolização a 10% e 20% obteve-se uma quantidade de identificação inferior (CARVALHO, 2009).

As propriedades desejadas para preservação de cadáveres para o ensino de anatomia incluem: (1) boa preservação estrutural em longo prazo de órgãos e tecidos com encolhimento mínimo ou distorção; (2) manutenção da flexibilidade geral; (3) a prevenção da desidratação; (4) prevenção de crescimento de fungos ou bactérias; (5) redução de riscos biológicos (disseminação de infecção para profissionais e estudantes); (6) redução de poluição ambiental e riscos químicos, a fim de cumprir normas; e (7) a retenção da cor de tecidos e órgãos minimizando efeitos de oxidação que resultam em escurecimento (COLEMAN, 1995).

Em relação a prevenção do crescimento de microorganismos, alguns fungos já apresentam resistência ao formol, por exemplo, o *Aspergillus flavus*. A pele humana é normalmente habitada por várias espécies de bactérias e fungos, incluindo alguns oportunistas. Esta microbiota cutânea rica mantém-se em equilíbrio metabólico, inibindo o super crescimento de qualquer espécie resistente ou novo patógeno virulento. Apesar de todo esse equilíbrio natural, o nível de contaminação por agentes fúngicos vem crescendo de forma acelerada. O encontro de fungos patogênicos é suficiente para implicá-los como causadores de doenças, pois não são contaminantes naturais de laboratório. Os principais patógenos microbiológicos encontrados no laboratório de anatomia são *monilla e aspergillus* no ar do laboratório; *trichophyton* em tecido cadavérico, fragmentos ósseos e lesões dermatológicas; mycobactérias e leveduras em tecido cadavérico e lesões das mãos e unhas. (ANDRÉ et al., 2000).

A primeira observação importante no processo de preparação dos cadáveres para manutenção da sua qualidade é o uso de produtos químicos sempre de qualidade técnica. Antes da fixação, o primeiro processo consiste na desinfecção e lavagem dos corpos, pois rapidamente ocorre degeneração dos tecidos, descoloração e produção de odores, sendo limpo com solução anti-séptica, como o etanol, e refrigerado (SUNSEAL, 2007) ainda removidos ectoparasitas e sujidades do cabelo, além da lavagem dos orifícios com abundância de água (SILVA, 2004).

Inúmeras técnicas e formulações são citadas para utilização em laboratórios de anatomia. O grande interesse é sempre diminuir a concentração do formol utilizado. Coleman & Kogan (1998) apresentaram embalsamamento com propriedades excelentes e livres de

odores em conformidade com as mais severas restrições de segurança ambiental. Utilizaram cadáveres com 24 horas de morte sendo mantidos refrigerados em 4°C, e após 3 dias, são submersos em solução de formaldeído a 37% (0,5 L), fenol (0,2 L), glicerina (0,5 L), álcool isopropílico (4 L) e cloreto de sódio (20 kg) e completada com 35 L de água. A concentração final do formol na mistura de embalsamamento é de apenas 0,5-0,75%. O fluido é injetado via artéria femoral com uma bomba de pressão mecânica de 750 mm Hg. Os cadáveres são, então, fechados com folhas de polietileno e armazenados nesta solução de embalsamamento a 18°C por pelo menos 3 meses, mostrando distorção estrutural mínima com os tecidos mantendo-se flexível, fácil de dissecar, sem alteração da cor ou crescimento de microorganismos.

Um procedimento simples e muito utilizado é o aproveitamento de corpos sem lesões e de morte recente, injetados de solução de formol em água, de 15% a 25%, nas artérias femorais e carótidas, por meio de uma cânula em T e, posteriormente, na cavidade craniana e nas massas musculares. Dessa forma, todo o sistema de irrigação sanguínea do corpo receberá a solução, não sendo necessária a retirada de sangue nem de material do aparelho digestório. Após sutura, o corpo será armazenado em tanques com a solução de 8% a 10%, onde deverá permanecer por cerca de um ano antes de ser utilizado (OLIVEIRA & ZAITA, 2005). É preciso que as peças sejam lavadas durante horas para que o excesso de formaldeído seja retirado, minimizando o odor para seu manuseio. A fim de restaurar-se a cor das peças, para demonstração, uma técnica sugerida seria de banhá-las em álcool (BAKER, 1969).

Outra técnica sugerida é composta por uma solução de 500g de cloreto de sódio, 900g de bicarbonato de sódio, 1000 g de hidrato de cloral, 1100 g de sulfato de sódio, e 500 mL de uma solução de formol a 10% e 1 L de água destilada, fazendo-se uso de uma parte desta solução com 5 partes de água destilada. Ainda tem-se a variação composta pela mistura de 100 mL formol a 10%, glicerol 400 mL, 200 g de hidrato de cloral, 200g de sulfato de sódio, 200 g de bicarbonato de sódio, cloreto de sódio 180 g e 2 L de água destilada, fazendo-se uso de 1 parte do concentrado e 3 partes de água destilada. Deve ser injetado um volume de solução correspondente a 10% do peso corporal através de uma cânula carotídea por fluxo de gravidade (recipiente de fluido 1 m acima do cadáver e um fluxo de 10-15 mL/min). A cânula jugular é antecipadamente utilizada para saída do sangue. Após a fixação são armazenados em um saco de plástico em um câmara frigorífica por até 4 meses, sendo retirados do congelador 24 horas antes do uso, descongelados em tanques de água à temperatura ambiente (SILVA, 2004).

2.6 Problemas Ambientais Relacionados ao Uso do Formol em Anatomia

O Inventário de Emissões Tóxicas da EPA (1993) estabeleceu a concentração resultante no ar e na água para 45 produtos químicos, utilizando modelo de fugacidade comparando com dados de toxicidade, sendo a razão usada como indicador do impacto ambiental, classificando o formaldeído em primeiro lugar.

Estas classificações têm impulsionado a mudança de seus processos de produção, usos e o lançamento para o ambiente (EDWARDS et al., 1999). Verifica-se, dessa forma, nos últimos anos, uma maior atenção para o estudo das suas ações, pesando-se o risco-benefício das suas aplicações para o meio ambiente e saúde. Nogueira et al. (1998) citam a escassez de pesquisas na área de tratamento do efluente específico dos laboratórios de anatomia.

Indústrias podem gerar águas residuais contendo 10 g/L de formaldeído (GONZALEZ-GIL, 2000; LOTFY & RASHED, 2002; OLIVEIRA, 2001; PEREIRA, 2007; ELEKEIROZ, 2008). Em alguns laboratórios que costumam fazer uso de solução de formol a 10% diluído em água (4.100 mg/L de formaldeído), resultam em DQO (Demanda Química de Oxigênio) de cerca de 6.000 mg/L. Sendo que essa solução é descartada no esgoto de maneira diluída via lixívia durante o processo de lavagem das peças para aulas ou descarte direto concentrado, durante o escoamento dos tanques e recipientes para a troca do líquido, na manutenção e limpeza, chegando à média mensal de 500L (PEREIRA, 2007; PEREIRA & ZAITA, 2008; REIS, 2009).

Valores de DQO para solução de formaldeído citados ainda são de 14.700 mg/L (MARTINEZ et al., 2005) e para o laboratório de anatomia da Unicamp, 12.000 mg/L (FARAH, 2007). As soluções destes tanques também podem ter valores de DQO entre 5.000-7.000 mg/L e pH entre 6,8-7,2, sólidos totais em torno de 11.200 mg/L e sólidos suspensos de 57,2 mg/L (MACHADO, 2005).

Este efluente caracteriza-se por ter alta toxicidade e baixa biodegradabilidade (OLIVEIRA et al., 2004; PEREIRA, 2007), de composição variável, contendo sólidos como tecidos fixados, de difícil degradação. Também há gordura em pequenas quantidades, que deverá ser levada em conta durante o tratamento (PEREIRA & ZAITA, 2008).

A descarga resultante de laboratórios de anatomia, pode causar sérios distúrbios para o tratamento biológico de águas residuais e causar sério dano à vida aquática, uma vez que o LC50/96 horas para os peixes é de 10 mg/L a 100 mg/L. Se depositado em solo, pode ser lixiviado para águas subterrâneas. Para emissão no ar, a meia-vida é de menos de 1 dia. (PEREIRA & ZAITA, 2008). O formaldeído apresenta uma semi-vida de 24-168 horas em

águas de superfície e 48-336 horas em águas subterrâneas (WHO, 2001). Portanto, águas residuárias contendo formaldeído apenas deverão ser lançadas no meio ambiente após tratamento prévio ou grande diluição, para que atinjam concentrações não prejudiciais (OLIVEIRA, 2001; PEREIRA & ZAITA, 2008).

Há estudos para se desenvolver novos fluidos para conservação de cadáveres com baixa concentração de formaldeído (COLEMAN & KOGAN, 1998). No entanto, são adicionadas outras substâncias como cloreto de sódio (570 g/L) que podem ser menos prejudiciais à saúde humana, porém mais problemáticas para sistemas biológicos de tratamento de esgoto (PEREIRA & ZAITA, 2008).

O tratamento de efluentes, de maneira geral, pode ser dividido em quatro tipos. Porém a necessidade de utilizá-los é dependente do tipo e processo de produção a tratar. Pode iniciar-se pelo tratamento preliminar, constituído por processos grosseiros, onde é feito a remoção de flutuantes através da utilização de grelha e peneira e a separação por canais. Já no tratamento primário, que é realizado geralmente por processos físico-químicos, tem-se o arejamento, neutralização e separação de partículas por processos de floculação e sedimentação. As lamas resultantes podem seguir para digestão anaeróbica (CRUZ, 1997).

O tratamento secundário é constituído por processos biológicos seguidos de processos físico-químicos: aeróbicos, onde se podem utilizar, dependendo da característica do efluente, tanque de lamas ativadas (ar insuflado com arejador), lagoas arejadas com macrófitos, leitos percoladores ou biodiscos; ou anaeróbico, podem ser utilizadas as lagoas ou digestores. O processo físico-químico é constituído por um ou mais sedimentadores secundários. Nesta etapa é feita a sedimentação dos flocos biológicos, saindo o líquido, depois deste tratamento, isento de sólidos ou flocos biológicos. As lamas resultantes deste tratamento são secas em leitos de secagem, sacos filtrantes ou filtros de prensa. No tratamento terciário, também constituído por processos físico-químicos. Nesta fase procede-se à remoção de microorganismos patogênicos através da utilização de lagoas de maturação e nitrificação. Pode-se ainda, o efluente resultante ser sujeito a desinfecção através da adsorção, tratamento com cloro e ozônio (CRUZ, 1997).

Aplicando-se inicialmente a redução, reutilização e reciclagem, pode-se alcançar uma otimização do emprego de formaldeído. A redução pode ser conseguida pelo controle de qualidade da solução nos tanques. A reutilização e a reciclagem, são possíveis com a recuperação de solução de escoamento, com posterior filtração, clarificação, análise para determinação de formaldeído e ajuste da concentração. As soluções consideradas inservíveis

ainda podem ser tratadas de diversas formas, trazendo economia de recursos financeiros e contribuições para o meio ambiente (OLIVEIRA, 2001).

O formaldeído é degradado por diversas culturas microbianas obtidas a partir de lamas e águas residuais. Quando presente em água de lagos é decomposto em 30 horas, em condições aeróbias a 20°C e em 48 horas em condições anaeróbias (WHO, 2001).

A degradação microbiana de formaldeído por *Pseudomonas putida* em um reator de leite fluidizado, indicam que a degradação é iniciada por uma reação de dismutação, gerando como produtos o ácido fórmico e metanol. A degradação do ácido fórmico e do metanol começam após o esgotamento de formaldeído no meio, e apresenta um padrão: o ácido fórmico é primeiro a ser consumido, seguido pelo metanol (ADROER et al., 1990).

Processos aeróbios e físico-químicos são geralmente empregados para o tratamento de águas residuárias contendo formaldeído e, ultimamente os processos anaeróbios estão sendo cada vez mais utilizados, embora ainda persista uma visão de que esses processos requerem um longo período de partida e elevados tempos de detenção hidráulica (PEREIRA, 2007).

Processos aeróbios podem tratar efluente contendo entre 50-200 mg de formaldeído, com eficiências de até 60% na redução de DQO. Processos anaeróbios podem degradar mais do que 90% de formaldeído em concentrações de até 200 mg/L, tempo de aclimatação de 10 dias (BACARIM, 2007).

Embora ainda não se tenha um consenso sobre a concentração de formaldeído ideal para tratamentos aeróbios e anaeróbios, em nenhum estudo foi obtido sucesso com concentrações superiores a 3,0 g/L, tolerando concentrações de até 1,0g/L (OLIVEIRA, 2001).

O tratamento anaeróbio deve ser visto como alternativa devido ao consumo energético baixo e pequena produção de lodo associados a esse processo. Estudos realizados com diferentes tipos de reatores anaeróbios, utilizando formaldeído como a única fonte de carbono ou com vários co-substratos, não apontam para nenhum consenso sobre a concentração que pode inibir a atividade microbiana (PEREIRA, 2007; PEREIRA & ZAITA, 2008).

Tratamento do formol por meio do reator anaeróbio horizontal de leito fixo (RAHLF) apresenta resultados bastante satisfatórios de degradação de formaldeído, sendo utilizada a diluição final do efluente do tanque de equalização com água de resfriamento de destiladores. Sendo substrato tóxico, o sistema é sujeito a instabilidades. Porém, com uma fonte única de carbono e controle dos demais parâmetros, os problemas tornam-se mais simples (ANGELIDAKI et al., 1990; OLIVEIRA & ZAITA, 2005).

O reator Biobed, de leito granular expandido em escala real, pode ser adequado para o tratamento de efluente de indústria química contendo cerca de 20 g/L de metanol e 10 g/L de formaldeído, possibilitando o crescimento de lodo granular e remoção de DQO acima de 98% (ZOUTBER & BEEN, 1997 apud PEREIRA, 2007).

Outro tratamento bem sucedido de formaldeído é em reator anaeróbio de leito fluidizado com carvão ativado granular. O reator de 10 litros de volume foi eficiente na remoção de matéria orgânica alcançando remoção de carbono orgânico dissolvido acima de 95% (MOTELB et al., 2002 apud PEREIRA, 2007).

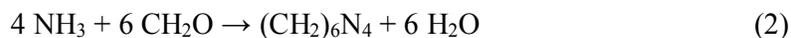
O reator horizontal de leito fixo, em escala de laboratório, também pode ser adequado para a degradação anaeróbia de formaldeído, apresentando estabilidade operacional, e eficiências de remoção de DQO e formaldeído de 95% e 92% (OLIVEIRA et al., 2004). Com concentrações variando de 30 a 1500 mg/L de formaldeído, eficiências de remoção de até 99,7% de formaldeído e 92% de DQO são atingidos (OLIVEIRA, 2001).

A associação de métodos mostra-se eficiente como no caso do uso de filtro biológico aerado (FAB) e reatores Wetland, apresentando no efluente original até 711 mg/L de formaldeído, carbono orgânico total 837 mg/L e nitrogênio de até 115 mg/L, obtendo-se eliminações de 92% do formaldeído e de até 76% para o carbono. Apenas para o nitrogênio total a redução individual variou significadamente sendo de até 50% para o FAB e de até 90% para o reator Wetland (MELIAN et al., 2008).

Aproveitando-se da inativação química, experimentos de biodegradação demonstram que uma amostra de efluente com formaldeído entre 31,5 a 125 mg/L e valores de DBO de 30 a 105 mg/L, após inativação com sulfito de sódio, atividades bacterianas com períodos de latência de 3-7 dias, ao fim de 16 dias, o formol residual variou entre 40% a 85%, mostrando que o efeito de inibição de formol aumentou com o aumento na concentração de formol. Porém a biodegradação diminuiu em concentrações acima de 300 mg/L (LOTFY & RASHED, 2002).

A etapa de controle ambiental com inativação química de produtos, por exemplo, do resíduo proveniente da destilação e filtração, pode ser realizada por uma solução saturada de carbonato de amônio pode ser utilizada por reduzir os níveis de formaldeído, tanto no ar (0,5-1,0 ppm) quanto gradualmente na solução, pois o formaldeído reage com o carbonato de amônio e, assim é transformado em hexametilenotetramina inofensivo, inclusive quando pulverizado sobre os tecidos reduzindo, também a concentração no ar, que pode proporcionar um ambiente mais seguro na sala de dissecação (KAWAMATA & KODERA, 2004).

A hexametilenotetramina ($C_6H_{12}N_4$), também chamada como hexamina, metenamina ou urotropina. É um pó branco, de gosto adocicado e cheiro que pode lembrar amônia e também muito solúvel em água. Costuma ser usado como ingrediente para certos remédios diuréticos, sendo obtido fazendo-se reagir gás amônia ou solução aquosa de amônia em formol e evaporando a solução:



Informações específicas encontram-se estabelecidas na FISPQ, ficha de informações sobre estes produtos químicos (Anexo B).

Outros meios comerciais podem ser utilizados, sendo variados os tratamentos químicos disponíveis para “desintoxicar” formol. Entre eles o Neutralex-Tissue Tek®, produzido e patenteado pela empresa Sakura (Anexo C) (LINCOLN, 2006), e o VYTAC10F®, distribuída por Baxter Healthcare Corp. e certificada por departamentos de controle tóxico, como na Califórnia (CDTSC, 1994; LINCOLN, 2006).

Há também uma tendência para o tratamento de águas residuárias contendo formaldeído utilizando-se o pré-tratamento com oxidação química avançada, o que permite maior capacidade de tratamento com processos secundários (BACARIM, 2007). Os processos oxidativos avançados (POA) destacam-se devido a sua alta eficiência e não-seletivos, degradando compostos independentes da presença de outros, de forma isolada, combinada ou preliminar a outros tratamentos, apresentado boas perspectivas para a depuração de uma série de espécies químicas poluentes (KIST, 2003; MARTINEZ et al., 2005).

Apesar de utilizarem meios reacionais diferentes (UV/ H_2O_2 , Fe^{2+}/H_2O_2 , entre outros), possuem a mesma característica química: a produção de radicais hidroxilas ($\cdot OH$), extraordinariamente reativas, produzidas “*in situ*”, degrada qualquer espécie química, seja orgânica ou inorgânica, resultando como produtos finais, após uma série de reações intermediárias, em gás carbônico e água (FARAH, 2007).

As concepções de fotoreatores se mostram efetivas para execução do método fotocatazônio, com transferência de ozônio para degradar formol (KIST, 2003; BACARIM, 2007). A fotoozonização catalítica é citada como alternativa para aumento da geração de radical hidroxila em sistemas de processos oxidativos avançados. Estudos com reator tipo rampa revelaram que a utilização do dióxido de titânio, previamente fixado em placas de acrílico pode degradar até 30% do formol, integrando-se digestão anaeróbia para remoção

total, permitindo menor tempo de aclimatação para biometanização e aumento do poder de detoxificação (MACHADO, 2005).

Apesar de ser uma alternativa de tratamento bastante promissora, a geração do radical hidroxila é um processo caro e apresenta dificuldades em grande escala, como a necessidade de fontes de radiação, eletrodos, adição constante de reagentes instáveis como ozônio. Outro problema que aumenta o custo da remediação com POAs é o consumo dos radicais hidroxila em reações paralelas que não levam à degradação do composto alvo. Outras restrições ocorrem quando a concentração dos poluentes é elevada, especialmente com cinética baixa, e em alguns casos onde há a formação de produtos intermediários mais tóxicos que os materiais iniciais (FREIRE et al, 2000).

Já a CETESB (2008) recomenda como alternativa a incineração de compostos contendo formaldeído, sendo estes dissolvidos ou misturados em solvente combustível e queimados em incinerador químico com pós-queimador e lavador de gases.

2.7 Processos Envolvidos na Reutilização do Formol

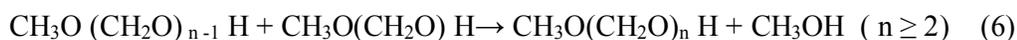
Um processo muito utilizado para eliminação de impurezas é a filtração. Este processo consiste na separação sólido/líquido que pode envolver fenômenos físicos, químicos e, às vezes, biológicos. Visa remoção das impurezas do fluido por sua passagem através de um meio poroso (RICHTER & NETTO, 2003). Durante o processo de funcionamento, à medida que mais partículas são retidas no filtro, aumentam a velocidade intersticial e a perda de carga (DI BERNARDO et al., 2002). Quando a taxa de filtração diminui consideravelmente, a lavagem ou troca dos filtros é fundamental para o bom funcionamento da filtração (RICHTER & NETTO, 2003).

Os filtros-prensa são excelentes para usos em batelada, tem baixo custo de compra e manutenção e flexibilidade operacional. Podem ser de três modelos: tipo câmara, tipo diafragma e tipo placas e marcos. Destaca-se por ser de manuseio relativamente simples, dispensando a necessidade de mão-de-obra especializada; baixa umidade da torta; alta claridade do filtrado; e principalmente por ser um sistema fechado, o operador não tem contato com lodo a desidratar (DI BERNARDO et al., 2003), podendo ser utilizados para remoção de impurezas nestes casos de soluções de formol.

Em relação a outro processo, o da destilação da solução, observa-se que o formaldeído, em soluções aquosas, também contém metanol usado como estabilizador para

evitar a precipitação sólida. Soluções típicas de formaldeído técnicos contêm 0,35-0,45 gg^{-1} de formaldeído e 0,02 gg^{-1} de metanol (OTT et al., 2003).

Nessas soluções, o formaldeído é quase inteiramente quimicamente ligado à solventes em glicol de metileno (HOCH_2OH , MG), poli (oximethilene) glicóis ($\text{H}(\text{OCH}_2)_n\text{OH}$, MG_n , $n > 1$), hemiformal ($\text{HOCH}_2\text{OCH}_3$, HF), e poli (oximethilene) hemiformal ($\text{H}(\text{OCH}_2)_n\text{OCH}_3$, HF_n , $n > 1$), que são formados nas reações a seguir:



Estas reações sempre ocorrem em soluções aquosas de formaldeído e metanol. Sob certas condições podem ocorrer reações adicionais, como a reação Cannizzaro produzindo ácido fórmico ou de acetais, ocorrendo somente em altas temperaturas em soluções alcalinas ou ácidas, respectivamente (OTT et al., 2003).

A operação mais importante para a separação de misturas que contenham formaldeído é a destilação. Devido às reações (2), (3), (4) e (5), as destilações de formaldeído são sempre destilações reativa (OTT et al., 2003). A destilação recupera de 80 a 90% de formol, e dependendo da eficiência, pode produzir até formol 100 puro (LINCOLN, 2006).

A destilação de uma solução de formaldeído aquosa com metanol é de fato uma separação de um sistema reativo com cerca de 20 componentes. E o modelo de equilíbrio leva em consideração as reações químicas descritas acima. Na fase gasosa, é suficiente considerar apenas as reações (3) e (4) pois a pressões de vapor dos oligômeros maiores são baixas. A fase gasosa é tratada como uma mistura de gases ideais, enquanto que na fase líquida é não-ideal (OTT et al., 2003).

Linhas de destilação são importantes ferramentas para desenho de processos conceituais. Baseando-se no modelo de equilíbrio físico-químico de vapor-líquido Ott et al. (2003), calcularam as linhas para o sistema de formaldeído-água-metanol. O resultado para 1 bar em concentrações geral é mostrado na figura 4, que também contém informações sobre as

temperaturas de ebulição. No cálculo do diagrama a hipótese de equilíbrio químico é usado. Existe um azeótropo baixo ponto de ebulição no sistema binário de formaldeído em água e uma fronteira de destilação de azeótropo para metanol puro, que separa o diagrama em dois campos de destilação.

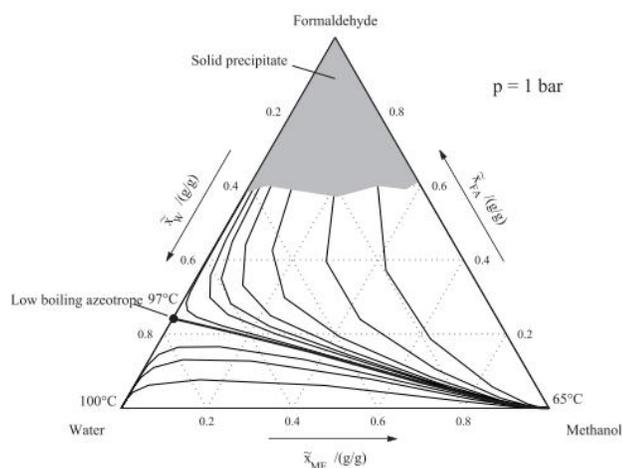


Figura 4 - Linhas de Destilação no Sistema de Formaldeído-Água-Metanol.
Fonte: OTT et al., 2003

3. METODOLOGIA

Todos os procedimentos realizados no presente trabalho ocorreram nas dependências da Universidade Federal de Santa Maria, associando-se os recursos disponíveis em diversos laboratórios da entidade, integrando vários departamentos em prol do Departamento de Anatomia. O departamento localizado no prédio 19 do campus, oferta disciplinas teóricas e práticas de Anatomia aos cursos de Medicina, Fonoaudiologia, Fisioterapia, Biologia, Farmácia, Medicina Veterinária, Zootecnia, Educação Física, Enfermagem, Odontologia, Psicologia e Pós-Graduação em Medicina Veterinária dando suporte para aprimorar o aprendizado dos alunos através da manutenção e disposição das mais diversas peças anatômicas, tanto de humanos quanto de variados animais para a realização de aulas práticas anatômicas.

3.1 Análise dos Processos para Conservação das Peças de Anatomia

A metodologia adotada foi pesquisa “in loco” em laboratórios de Anatomia, constando da observação dos procedimentos efetuados antes, durante e após aulas práticas; averiguação dos procedimentos de preparo de algumas peças, limpeza e descarte; além do exame nas instalações prediais e reprodução fotográfica dos aspectos considerados relevantes ao tema, conforme *check list* constante no Apêndice A. Ainda pesquisas bibliográficas referentes às alternativas de processos que podem ser realizados para melhor conservação de peças.

3.2 Caracterização e Quantificação das Soluções Presentes em Tanques com Formol

O passo primordial do trabalho concentra-se na caracterização das soluções da pesquisa. Selecionaram-se seis tanques considerados mais críticos pelos técnicos com variações físicas visíveis, em três salas distintas, contendo peças anatômicas de caninos, ovinos e humanos, confeccionados em diferentes épocas. As amostras foram coletadas diretamente nos tanques, cerca de 20 cm abaixo da superfície, a fim de não se alcançar resíduo do fundo. Segundo o técnico do laboratório, a concentração inicial foi de 10% em volume de formol, diluídos em água e preparados pelo menos quatro meses antes. Durante os

procedimentos de coleta foram utilizados EPI's, após ventilação do ambiente, armazenadas em garrafas de polietileno, identificadas e mantidas sob refrigeração.

Realizou-se análises dos parâmetros físico-químicos no Laboratório de Controle Ambiental do Centro de Tecnologia para pH, DQO, óleos e graxas, nitrogênio e sólidos totais, em conformidade com os Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (APHA, 1998).

O pH das amostras determinou-se através da leitura direta em pHmetro, calibrado com tampões de pH 4,0 e 7,0. O pH representa a concentração de íons H^+ indicando a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade. A influência do pH sobre os ecossistemas aquáticos dá-se diretamente devido a seus efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies e seu efeito indireto está na condição de contribuir para a precipitação ou solubilização de elementos químicos tóxicos como metais pesados, sendo as restrições de faixas de pH estabelecidas por normas (CETESB, 2008).

Óleos e graxas foram caracterizados conforme o método de extração em aparelho Soxhlet utilizando-se n-hexano como solvente orgânico. Ocorrida a extração, procedeu-se a destilação do solvente para obtenção do teor de óleos e gorduras presentes na amostra de efluente líquido. Já para a determinação do Nitrogênio Total aplicou-se o método Kjeldahl (APHA, 1998).

Em águas residuárias, as determinações para o oxigênio consumido e demanda química de oxigênio (DQO) são bastante empregadas na estimativa da matéria orgânica oxidada por determinado reagente analítico (APHA, 1998).

Dessa forma a DQO é definida como a quantidade de oxigênio necessária para oxidar os componentes de uma amostra que sejam oxidáveis por um agente oxidante forte como o permanganato e o dicromato de potássio. A Demanda Química de Oxigênio (DQO) foi realizada segundo o método de refluxo fechado, no qual a matéria orgânica é oxidada aquecida por uma mistura de ácido crômico e ácido sulfúrico. A amostra é refluxada em soluções fortemente ácida, com um excesso conhecido de dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$). Depois da digestão, que dura em média 2 horas, o dicromato não reduzido é titulado com sulfato ferroso amoniacal para determinar a quantia consumida, e a matéria orgânica oxidada é calculada em termos de oxigênio equivalente (APHA, 1998).

Sólidos Suspensos Totais foram definidos com o método de secagem a temperatura de 105°C durante 16 horas, e após, em mufla a 600 °C durante duas horas. Onde inicialmente a amostra homogeneizada era filtrada, em filtro padrão previamente pesado, e o resíduo retido

no filtro é seco. O aumento em peso no filtro representa a quantidade de sólidos suspensos totais em mg/L de efluente (APHA, 1998).

A quantificação total das soluções e formol utilizado foi realizada pelo volume dos tanques e dados fornecidos pelos funcionários.

Os métodos para a determinação de formaldeído existentes na literatura são os mais diversos e envolve espectrofotometria (BAILEY & RANKIN, 1971), voltametria por corrente alternada, potenciometria, titulometria, entre outros (FAGNANI et al., 2002). Na fase aquosa, o formaldeído é oxidado facilmente até mesmo por leve agentes oxidantes, como $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+$, e essa propriedade tem sido explorado no desenvolvimento de vários métodos analíticos para o formaldeído (NAP, 1981).

Para a determinação do formol, buscou-se inicialmente um método rápido e simples que fosse aplicado rotineiramente no laboratório. Desta forma optou-se pelo método pronto, Merckoquant®, produzido pela MERCK (Anexo D). O teste é constituído por um kit de tiras adequados para a detecção semi-quantitativa de íons e de substâncias orgânicas e inorgânicas, em concentrações de no mínimo 1 a 100 mg/L. Possibilitando ao usuário rápido resumo das concentrações da substância presente na amostra.

O teste também responde a outros aldeídos, como o acetaldeído ou glutaraldeído, embora apenas em concentrações mais elevadas, quando a cor produzida é diferente da escala de cores. Cetonas, ésteres, amidas, hidrazinas, quinonas e ácido fórmico impedir a adequada reações de cor, enquanto oxidantes fortes e redutores interfere, reduzindo a sensibilidade de detecção. Desta forma, a partir das instruções do fabricante, adaptou-se o método, de forma a possibilitar uma leitura entre 10 a 15 segundos, fazendo-se uso de solução diluída a 10%, analisando-se 5 mL da amostra, onde são acrescentadas 10 gotas do reagente indicado.

3.3 Avaliação Microbiológica

Para concluir a caracterização da qualidade da solução, realizaram-se análises microbiológicas no Laboratório de Microbiologia Veterinária e no Laboratório de Pesquisas Micológicas, considerando-se indispensável a ausência de microorganismos afim de adiar a decomposição das peças anatômicas.

De acordo com a Instrução Normativa (IN) 62 (BRASIL, 2003), as enumerações de *Staphylococcus* devem ser feitas em Ágar Baird-Parker. Este deve ser preparado conforme instruções do fabricante, resultando em um ágar final, contendo gema de ovo, telurito de

potássio a 1%, glicina e piruvato. Observa-se a capacidade que os estafilococos têm de reduzir telurito a telúrio e de detectar a lecitinase existente na lecitina do ovo. A glicina, o cloreto de lítio e a telurito de potássio atuam como agentes seletivos. A gema de ovo é o substrato para detectar a produção de lecitinase e a atividade da lipase (BAIRD-PARKER, 1962).

Os meios devem ser autoclavados com as tampas semi-abertas, para que a esterilização seja completa, assim como demais materiais, durante 15 minutos e temperatura de 121°C. Após este procedimento são dispostos em placas de Petri, em volume de 10-15 mL, deixadas em repouso até a completa solidificação do meio.

As amostras foram coletadas nos tanques de formol com *swabes* esterilizados, mergulhados em água destilada, realizando-se o contato com a superfície em cerca 1,0 cm². O material foi semeado em placas de Petri estéril, com a técnica de semeadura quantitativa. As placas foram mantidas em posição normal por alguns minutos para assegurar absorção do inóculo, sendo então incubadas invertidas a 36 ± 1°C, por 48 horas. Após o período de incubação, as placas foram retiradas da estufa, seguindo-se a contagem de colônias.

Para a confirmação da presença de *Staphylococcus aureus* recomenda-se o uso de contra-provas, sendo escolhida a Prova da Catalase, sendo a catalase uma enzima que decompõe o peróxido de hidrogênio (H₂O₂) 3% em água e oxigênio. Coloca-se uma gota de peróxido sobre uma lâmina e agrega-se a colônia. A presença imediata de bolhas indica a conversão do peróxido, destacando-se ser cepa de *S. aureus* ATCC 25923 ou *S. epidermidis* ATCC 12228. Ausência de bolhas é considerada negativo para *S. aureus* (ANVISA, 2002).

Nos dois tanques de conservação de cadáveres de humanos que apresentavam superfície esbranquiçada, foram coletadas 20 mL de solução, em recipientes estéreis. Inoculadas 0,1 mL das amostras dos tanques espalhado com o auxílio de uma alça de Drigalsky, em placas de Petry contendo Agar Sabouraud com cloranfenicol para contagem de bolores e leveduras que é um meio de cultivo seletivo acrescido de antibiótico que inibe o crescimento bacteriano. O meio foi preparado conforme instruções do fabricante. As placas foram incubadas na estufa a temperatura de 27°C por quinze dias, e após feita contagem.

3.4 Utilização de Processos que Possibilitem a Reutilização do Formol

Posteriormente à caracterização das soluções dos tanques, verificou-se a alternativa de processos que tornem reaproveitáveis e ambientalmente menos agressivos os meios de conservação das peças anatômicas. O processo proposto é exposto pela figura 5.



Figura 5 - Fluxograma dos Processos para Reutilização do Formol.

Como primeira etapa no estudo optou-se pela filtração com objetivo de reter partículas na solução dos tanques. A ser realizado em bancada, optou-se pelo Processo de Filtração com Funil de Buchner, com auxílio de vácuo, devido à variada viscosidade do líquido, a força motriz do processo é uma diferença de pressão através desse meio. É efetuada sucção com auxílio de uma bomba de vácuo e Kitassato em tamanho apropriado. No fundo do funil, sobre a placa plana perfurada é adaptado o disco de papel filtro 100% celulose. O cálculo da taxa de filtração pode ser obtido através da expressão:

$$\text{Volume tratado (m}^3\text{) / intervalo de tempo (segundos) x área (m}^2\text{)}$$

O material particulado em suspensão foi detectado por gravimetria; porções homogêneas das amostras de 500 mL cada uma foram filtradas sob pressão reduzida; o material retido foi seco em estufa a 60°C; o aumento de peso do filtro em relação ao peso do mesmo antes da filtração representa o resíduo não-filtrável. Dessa forma, com processo de filtragem recupera-se 99% do formol, eliminando graxas e partículas (LINCOLN, 2006).

Com relação a etapa seguinte à filtração, optou-se aqui pela destilação utilizando-se evaporador rotativo de alta capacidade (Anexo E), denominados rotavapor, destacando-se por ser um equipamento de destilação de simples montagem, com controle de temperatura e com possibilidade de uso de vácuo. O equipamento do processo é ilustrado na figura 6.



Figura 6- Processo de Destilação em Rotavapor.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise dos Processos para Conservação das Peças de Anatomia

Através das visitas ao departamento de Anatomia e acompanhamento da rotina, observou-se a presença de odor característico no ar ambiente correspondendo ao formol. Posteriormente em inspeção às salas onde estão armazenados os cadáveres e nas salas de manipulação notou-se que a permanência sem equipamentos de proteção torna-se inviável devido ao desconforto. Ressaltam-se os problemas advindos da permanência em locais com poluição indoor, especialmente para este tipo de composto químico, como destacado na pesquisa bibliográfica anterior.

Estes laboratórios foram projetados para a aplicação atual, porém com o passar das décadas, não acompanharam as mudanças relacionadas às questões ambientais e ocupacionais. No local observou-se a existência de ventilação exaustora, contudo, insuficiente para a eliminação dos vapores e odores liberados. A ventilação do ambiente é realizada por exaustores, adaptados às janelas das salas, acrescido da poluição acústica que agrega e o fluxo equivocadamente direcionado aos transeuntes no entorno do prédio.

Aos problemas de infra estrutura encontrados acrescenta-se a presença de ralos sem fechamento escamoteável, que não permitem o retorno do mau cheiro, além da deficiente iluminação e presença de basculantes e armários, que em contato com o vapor do formol, acabam por sofrer corrosões, reduzindo sua vida útil.

Desta forma, em análise preliminar observa-se a necessidade de manutenção e reestruturação das instalações, especialmente quanto à melhoria da ventilação ambiente com instalação de exaustores com capacidade de fluxo de vazão suficiente para o local, possibilitando a renovação do ar/hora. Macintyre (1990) recomenda remoção em lavadores de gases. Ou no caso de uma ventilação diluidora, esta deve ser realizada com captação do ar interior e sua condução através de dutos até a parte superior do prédio, excedendo em um metro o nível mais alto num raio de 50 metros, conforme o Código de Posturas do Município de Santa Maria (2009).

Recomendam-se ainda o controle da existência de lâmpadas queimadas ou iluminação deficiente e cuidados com cabeamentos elétricos e de rede sem fixação e isolamento.

A instalação de sinalização e equipamentos de segurança, proteção individual e controle de incêndio devem ser rigorosamente aplicados neste tipo de estabelecimento, relacionando as questões de biossegurança do edifício.

Quanto ao local de armazenamento das matérias primas também se deve optar por adequada estruturação, já que a manutenção da qualidade destas garante uma solução de melhor qualidade. Assim, o formol deve ser estocado em ambiente identificado e protegido da luz, em local devidamente ventilado.

Durante as aulas, por ser o vapor de formol denso, os alunos permanecem em contato com o vapor, situação esta que é amenizada mediante o funcionamento do exaustor durante a aula. Para auxiliar este sistema recomenda-se o uso de máscaras de carvão individual.

É imprescindível que os tanques sejam hermeticamente fechados, construídos de aço inox para que não ocorram vazamentos como pode ocorrer nos atuais tanques construídos em alvenaria revestidos com cerâmica branca, facilitando a perda da concentração ideal de formol, o qual é muito volátil.

Das aulas práticas, além do formol evaporado constantemente, tem-se as águas utilizadas para lavagem das peças que serão manipuladas, além da lavagem do piso onde frequentemente a solução é derramada devido à movimentação. Primeiramente, as peças devem ser escoadas no próprio tanque, deixadas em repouso sob telas, de forma a reduzir a quantidade de água utilizada, que dilua a solução dos tanques quando as peças retornam. Esta prática pode também reduzir os efluentes que devem ser tratados. As águas residuárias do processo de lavagem devem ser igualmente tratadas, partindo do processo de filtração e inativação da borra presa ao filtro com uso de carbonato de amônio e destinação destas águas para sistemas de reatores compactos de tratamento, por tratar-se de efluente já diluído.

Observaram-se procedimentos cuidadosos no preparo e manuseio das peças. Estas antes de serem depositadas nos tanques, são limpas, desinfetadas e cortadas. Os cadáveres após este processo são injetados com formol. Algumas peças são injetadas com um tipo de tinta látex para marcação do sistema circulatório. A solução de conserva utilizadas nos tanques é preparada com a utilização de formol comercial 37% e diluição em água até que obtenha uma solução entre 10 a 15% de formol. Observou-se que o monitoramento da qualidade da solução ao longo do tempo é realizado de modo empírico, ou seja, segundo critérios baseados na experiência dos operadores. Segundo observado, a solução deteriora e deve ser renovada periodicamente. Atualmente, esta renovação ocorre mediante o escoamento total das cubas semestralmente, sendo bombeado para caminhões de coletas de resíduos de

empresas terceirizadas a um custo de R\$ 2,50 por litro de solução. A figura 7 demonstra a atividade de remoção do efluente.



Figura 7 - Imagens da Coleta das Soluções para Descarte Realizada por Caminhão.

Conforme observado em relatório, um dos indicadores para a renovação da solução conservante é o aparecimento de fungos na superfície do líquido. Embora seja uma maneira indireta de indicação, a mesma tem sido adotada em laboratórios, para verificação se a solução está ou não adequada, com risco de gerar perda de muitas peças, já que estas devem ser descartadas por perderem a qualidade. Segundo foi observado é evidente que o efluente desses laboratórios não tem vazão constante e tampouco é possível saber, com precisão, a quantidade de formaldeído presente nas águas residuárias ao longo de um dado período.

Os principais efluentes que podem ser gerados por laboratórios de anatomia, estão ilustrados na figura 8. Na preparação dos cadáveres e peças têm-se a água utilizada para lavagem grosseira das peças ou limpeza do local. Conforme o processo realizado, junto a estas águas, podem ser agregados sangue e matérias orgânicas como pêlos, excesso de gorduras, parasitas e mesmo pedaços dos corpos.



Figura 8 – Processo de Utilização do Formol em muitas Universidades.

Na parte de análises que podem ser realizadas para controle destas soluções, também são destacados resíduos extras gerados, conforme demonstrado na figura 9.



Figura 9 – Fluxograma dos Resíduos das Análises para Caracterização do Formol.

O tratamento final completo para este tipo de efluente contendo formol, a sequência ideal de processos que devem ser utilizados é demonstrado de maneira geral segundo as etapas na figura 10. Salienta-se para o caso específico das águas residuárias de lavagem do laboratório, a ilustração da figura 11.



Figura 10 – Esquema de Tratamento de Efluentes Básico.

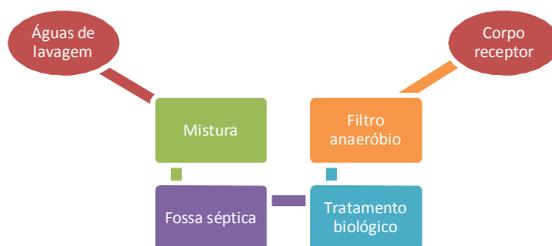


Figura 11 – Esquema de Tratamento para Águas Residuárias do Laboratório.

4.2 Caracterização e Quantificação das Soluções Presentes nos Tanques com Formol

Atualmente, no laboratório em estudo existem 16 tanques e inúmeros recipientes menores, onde são armazenados diferentes tipos de peças, conservadas em soluções de formol

ou formol-glicerina. Cada tanque entre os que possuem somente solução de formol, contém entre 1.000 a 1.500 L de solução, preparadas adicionando-se de 400 a 500 L de formol e completando-se com água.

Desta forma tem-se um custo mínimo de preparo da solução de um tanque de 1.000 L o valor de R\$ 6.000,00 (seis mil reais), considerando-se o preço médio do litro de formol em R\$ 15,00 (quinze reais), segundo preços de mercado no mês de janeiro de 2011. Acrescentando-se o custo final do tratamento do efluente de R\$ 2.500,00 (dois mil reais). Cada tanque tem um custo semestral de R\$ 8.500,00 (oito mil reais).

Analisando-se os processos de manipulação dos tanques observa-se a volatilização e/ou diluição da solução durante os meses de uso. Este efeito pode ser notado pelas características já citadas observadas nos tanques como o aparecimento de microrganismos. Portanto, sempre que estes fatores são observados, torna-se necessária a substituição da solução e a manutenção da quantidade mínima de formol nos tanques.

Segundo Baker (1969), a solução não poderá ser ácida para não deixar um precipitado pardo nos tecidos, especialmente quando são armazenados por longo tempo. No caso estudado, o pH da solução variou de 3,93 a 4,70, o que indica que seria necessário um tamponamento a fim de atingir-se a neutralidade. Este autor sugere que seja utilizada uma solução tampão com 4,0 g de monohidrato ácido de fosfato sódico e 6,5 g de fosfato dissódico anidro por litro de solução conservante. Para o controle do pH da solução é recomendado o controle periódico com uso de fitas indicadoras de pH.

As análises para óleos e graxas revelaram um valor médio de 0,038 mg/L constatado somente para o tanque das ovinos; além da quantidade média de nitrogênio de 0,0075 mg/L.

Valores médios encontrados para os 6 tanques são listados no quadro 4, para análises de pH, DQO e sólidos totais, considerando-se uma significância de $p=0,05$, sendo estes realizados em duplicata. Desta forma caracteriza-se as soluções dos tanques por apresentarem sólidos totais entre 2.300 e 7.414 mg/L, gerando uma DQO média de 7.700 mg/L.

TANQUE	pH	DQO (mg/L)	SÓLIDOS TOTAIS (mg/L)
1(humanos)	4,7	8290	2300
2(humanos)	4,58	8500	5716
3(ovinos)	4,43	8395	7414
4(caninos)	3,93	7665	4200
5(humanos)	3,97	5195	2352
6(humanos)	4,03	8180	3114

Quadro 4 – Média das Análises das Soluções contendo Formol.

As soluções destes tanques idealizadas para concentração de formol em torno de 15%, sendo um mínimo de 10% diluído em água. Para aferição rápida da concentração nos tanques foi testado o método Merckoquant, fornecido pela empresa Merck, a um custo de R\$ 10,00 para cada teste, no mês de dezembro de 2010. Devido a ser um método simples para observação da quantidade de formol, é desejado pelos técnicos para o controle da solução. A aplicação deste kit mostrou-se problemática, pois devido aos inúmeros interferentes que pode haver, o método teve que ser testado várias vezes e adaptado para o caso em questão, por ser uma reação rápida e continuada, a leitura deve ser padronizada. Porém, os resultados observados são indicativos e aproximados, não precisos.

Como uma solução a 10% de formol deve conter cerca de 4.100 mg de formaldeído, optou-se por diluir 1 mL em 9 partes de água, acrescentando-se então apenas 5 gotas do reagente indicado e realizando a leitura em 10 segundos. A cor predominante deve ser conforme a escala de cores demonstrativa entre o terceiro e quartos tons indicados e nunca o rosa mais claro, mantendo-se desta forma uma solução entre 10 a 15%. A técnica foi aferida com solução comercial de formol a 37%. Sendo indicada a aplicação do teste nos tanques dos laboratórios em intervalo mensal. O teste está ilustrado na figura 12, comparando a fita reativa com a coloração indicada.



Figura 12 – Teste para Determinação do Formol. Comparação da Coloração.

4.3 Avaliação Microbiológica

O formol é volátil e com o tempo as soluções utilizadas para conservação tornam-se despadronizadas e inapropriadas, com formação na superfície de uma camada viscosa e branca nitidamente visível formada por fungos que podem causar danos às peças anatômicas e a saúde de seus manipuladores. Muitos fungos já são classificados como resistentes a formol (ANDRÉ, 2000).

Desta forma para concluir a caracterização das soluções, realizou-se cultivo de amostras no Laboratório de Pesquisa Micológica, destacando a presença de grande quantidade de colônias, em dois tanques, de $1,3.10^6$ e $1,9.10^7$ UFC/mL, após a contagem quantitativa multiplicada pelo fator de correção, conforme indicado pela ANVISA (2002), caracterizando-se especialmente pela forma de leveduras.

Optou-se por realizar cultivo de *Staphylococcus aureus* para salientar a importância da quantidade mínima de formol, além da manutenção impreterível de se ter os tanques fechados e manipulação das peças apenas com luvas, destacando-se que estes microorganismos são encontrados rotineiramente nas mãos das pessoas, sendo precursor em diversas infecções; podendo também ser um dos auxiliares para antecipação do processo de decomposição das peças anatômicas.

Após os procedimentos e período de incubação descrita anteriormente, baseado na técnica de semeadura quantitativa de um volume conhecido de material e a contagem do número de UFC (unidades formadoras de colônia). Os estafilococos produzem colônias cinzentas escura a preto devido à redução do telurito (ver item 3.3); alguns estafilococos que produzem, ultrapassam a gema do ovo e provocam zonas transparentes em volta da colônia.

Utilizou-se o fator de correção do volume (ANVISA, 2002), obtendo-se amostras que variaram de 1.10^3 a 3.10^3 UFC/cm². Algumas placas não apresentaram crescimento. O teste da Catalase foi positivo para as amostras testadas, comprovando-se ser *S.aureus*.

Resume-se no quadro 5 a caracterização microbiológica nas soluções analisadas. Imagens podem ser visualizadas nas figuras 13 e 14 abaixo.

Microrganismos	Quantidade mínima apresentada	Quantidade máxima apresentada
Fungos	-	$1,3.10^6$ e $1,9.10^7$ UFC/mL
Bactérias	-	1.10^3 a 3.10^3 UFC/cm ²

Quadro 5 – Caracterização Microbiológica dos Tanques.



Figura 13 – Preparação das Placas para Contagem Microbiológica.



Figura 14 – Placa de Petri com Resultado Positivo de *S.aureus*.

Conforme os resultados obtidos, percebe-se a importância da manipulação dos tanques com o uso de luvas (visando a redução da contaminação microbiana), e principalmente a manutenção da concentração mínima de formol para que não ocorra crescimento especialmente de fungos, os quais podem degradar antecipadamente as peças.

4.4 Utilização de Processos que Possibilitem a Reutilização do Formol

Soluções provenientes dos tanques de formol podem também ser reutilizadas. Quando foram estabelecidas as principais características da solução dos tanques, optou-se por tratamento primário para remoção de sólidos grosseiros e sedimentáveis, principalmente por ação mecânica, realizando-se a filtração simples como descrita.

As curvas obtidas para a filtração da solução do tanque de ovinos e um dos tanques dos humanos podem ser observadas na figura 15. O processo caracterizando-se por ser rápido, onde a solução que mais demorou foi o tanque contendo ovinos, devido provavelmente à quantidade de graxas. Calculou-se conforme fórmula citada na revisão bibliográfica, a taxa de filtração média de $0,075 \text{ m}^3/(\text{m}^2.\text{s})$, também ilustrada na figura 15.

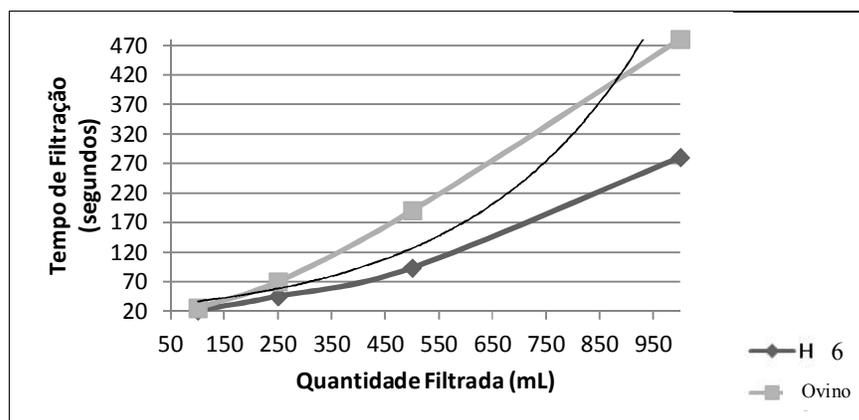


Figura 15 – Gráfico Caracterizando o Tempo de Filtração.

Logo após, os filtros utilizados foram secos em estufa a 60°C, estimando-se a quantidade de resíduos sólidos que este processo pode reter por litro de solução filtrada. Os dados estão apresentados no quadro 6.

Peso do Resíduo (mg)	Tanque
85,17	1
103,89	2
169,93	3
147,87	4
123,43	5
95,32	6

Quadro 6 - Peso do Resíduo Obtido de um Litro de Solução Filtrada.

Devido à grande quantidade de solução que deve ser filtrada e a facilidade do processo, indica-se dessa forma que o processo seja realizado em filtros de placas (Anexo F).

Para a etapa do processo de destilação em rotavapor (conforme previsto na metodologia), foram destiladas inicialmente amostras de 100 mL para todos os tanques e também para o formol a 37%, nas temperaturas de 60, 70, 80 e 96±3°C. A quantidade recuperada variou de 93 a 97% de líquido.

O tempo de destilação médio para as amostras dos tanques nas diferentes temperaturas foi analisado e está ilustrado na figura 16. Já o tempo de destilação para o formol a 37%, caracteriza-se por ser somente um pouco menor, como ilustrado na figura 17.

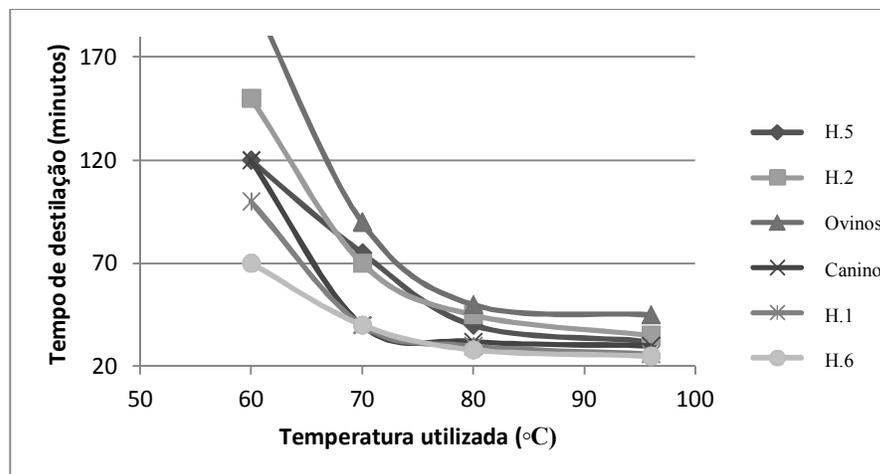


Figura 16 – Tempo de Destilação para Diferentes Temperaturas.

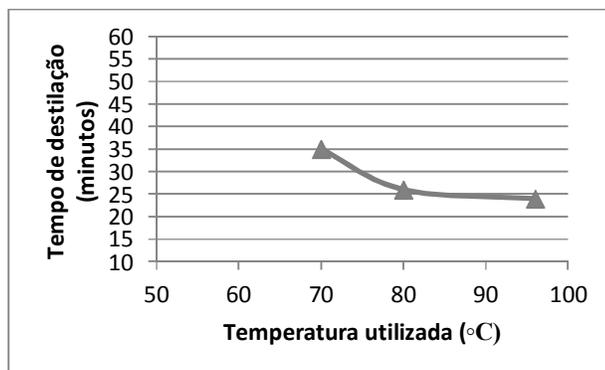


Figura 17 – Tempo de Destilação para Formol 37%.

Observa-se inviável a destilação em 60°C, sendo que para a amostra do tanque dos ovinos após 3 horas no rotavapor, só havia destilado 10 mL.

Os resíduos provenientes da destilação também foram analisados e pesados, obtendo-se a média e comparando-se as diferentes temperaturas. Ainda, diluíram-se estes resíduos em 100 ml, fazendo-se análises para DQO. A comparação está realizada no quadro 7 e imagens dos resíduos e do processo de destilação está na figura 18.

Temperatura	Peso médio resíduo obtido no balão (mg)	DQO (mg/L)
60°C	25	690
70°C	82	627
80°C	55	750
96°C	86	999

Quadro 7 – Análise dos Resíduos Provenientes do Processo de Destilação.



Figura 18 - Resíduos do Processo de Destilação, na Sequência para Temperaturas de 100, 80 e 70°C, respectivamente da Esquerda para Direita.

O vácuo utilizado foi de 150 mbar, não se observando variação significativa quando testado para 200 mbar. A temperatura selecionada com melhores resultados foi a de 80°C, devido a rapidez da destilação e menor quantidade de resíduos observados.

Realizou-se a avaliação da eficiência de remoção de DQO e pH do destilado obtido para diferentes temperaturas. Dados gerais das médias para os testes realizados em duplicata podem ser comparados no quadro 8.

TANQUE		pH (antes)	DQO (mg/L)(antes)	pH (após)	DQO (mg/L)(após)
1(humanos)	70°C	4,7	8290	3,44	1000
	80°C			3,45	818
	96°C			3,46	828
2(humanos)	70°C	4,58	8500	3,55	3100
	80°C			3,52	2600
	96°C			3,52	2796
3(ovinos)	70°C	4,43	8395	3,25	3550
	80°C			3,23	3695
	96°C			3,48	4310
4(caninos)	70°C	3,93	7665	3,15	1230
	80°C			3,16	1120
	96°C			3,15	1018
5(humanos)	70°C	3,97	5195	3,27	906
	80°C			3,36	605
	96°C			3,18	555
6(humanos)	70°C	4,03	8180	3,55	3898
	80°C			3,56	3760
	96°C			3,55	3700

Quadro 8 – Análises das Soluções Contendo Formol após Destilação.

Observa-se uma importante redução da DQO e igualmente do pH das soluções. Destaca-se que para maiores temperaturas a DQO encontrada foi menor, somente no tanque de ovinos ocorreu o inverso. Desta forma realizaram-se novamente as análises para confirmação do resultado, sendo este confirmado. Imagens dos destilados estão apresentadas nas figuras 19 e 20.

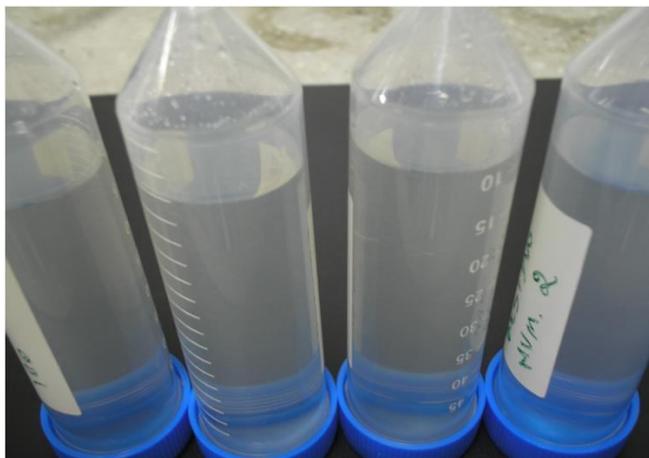


Figura 19 – Solução Obtida do Processo de Destilação.

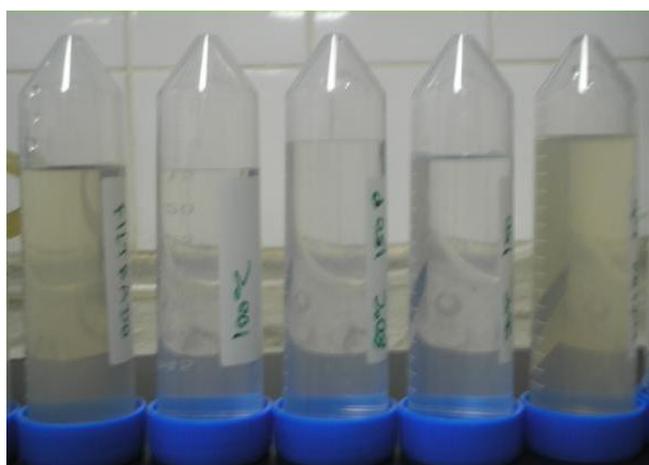


Figura 20 – Comparação da Solução Obtida do Processo de Destilação com o Original.

Conforme as observações ambientais, ocupacionais e econômicas relacionadas com a utilização do formol em soluções para conservação de peças anatômicas, torna-se uma alternativa o uso do destilado final obtido a partir destas soluções em novas formulações para conservação das peças anatômicas.

4.5 Discussão geral

O presente trabalho integra preocupações ambientais, ocupacionais e econômicas.

Percebe-se que as soluções dos tanques para preservação anatômica são distintas, variando provavelmente devido a características do tipo de peça e espécie que preservam somados ao tempo de uso. Esta característica foi confirmada com as variações dos dados dos

diferentes tanques. Dados obtidos para óleos e graxas e nitrogênio não foram relevantes. O pH observado caracteriza-se por ser baixo, podendo provocar alteração na cor das peças. Após os ensaios de recuperação das soluções percebeu-se um pH mais baixo que o inicial, em todas as soluções, aproximando-se do pH característico do formol, situando-se este entre 2,5 e 4.

A presença de bactérias e a proliferação de fungos em alguns dos tanques correlacionam-se com a coloração encontrada no teste para determinação do formol, indicando que a concentração deste nas soluções não está apropriada para conservação das peças, podendo os microorganismos acelerar sua deterioração.

Os valores de DQO elevados observados assemelham-se com de outros autores, salientando o problema ambiental deste efluente, caracterizado por esta análise. Assim como a presença de sólidos, mostrando-se especialmente superior para o tanque dos ovinos e com presença maior nos tanques mais antigos, caracterizando-se por pedaços de tecidos em geral, o que também contribui para o problema destes efluentes.

Como o foco principal do trabalho é a busca de processos aplicáveis em laboratórios de anatomia, de modo a viabilizar a reutilização das soluções contendo formaldeído, de forma a reduzir o volume de águas residuais poluidoras e os respectivos custos, comprovando-se a viabilidade da implementação da filtração seguida pela destilação visando a obtenção de uma solução de formol. A filtração mostrou-se rápida, apesar da carga de sólidos encontrados, sendo possível a inativação química destes, logo após o processo.

Já a destilação, apesar de um pouco demorada, mostrou-se efetiva como processo para reutilização do formol, escolhendo-se a temperatura de 80°C por ter tempo viável e apresentar redução da DQO no efluente. A presença de sólidos e o tempo de destilação parecem ter correlação, pois os tanques que possuíam as menores quantidades de sólidos foram os mais rapidamente destilados. Esta correlação não se percebeu para a quantidade de formol presente. A DQO do destilado obtido para a temperatura de 70°C quando comparada com a de 96°C foi superior, com exceção do tanque dos ovinos.

Assim, configura-se viável a aplicação destes dois processos para reutilização das soluções dos tanques de conservação anatômica.

5. CONCLUSÕES

Cabe à Universidade, como promotora do conhecimento, assumir compromisso social através de ações que venham desencadear mudanças comportamentais, capazes de identificar problemas ambientais, construindo possibilidades de superação dos mesmos. O grande comprometimento ambiental gerado pelo descarte do formol em laboratórios de universidades pode ser minimizado quando se reduz as águas de lavagens produzidas e recicla-se a solução dos tanques. Assim, observa-se que melhorias ambientais exigem tempo, motivação, persistência, educação, conscientização e mudanças de comportamento.

Um dos passos iniciais no processo de tratamento de efluentes de laboratórios é a avaliação da qualidade e concentração mínima de formaldeído nos tanques. Essa medida pode reduzir o descarte antecipado da solução, além de melhor conservar as peças. O monitoramento contínuo de poluentes do ar em ambientes interiores deve ser incorporado à cultura da sociedade moderna. Já os simples problemas ocupacionais podem ser solucionados com controle de qualidade de ar, através de exaustores e insufladores; tratamento da água residual que sai das cubas, antes do despejo nos esgotos; utilização de EPIs.

Para as águas de lavagem de peças e as soluções inservíveis, ou mesmo as águas geradas na indústria no início da cadeia do formol para sua produção, pode-se realizar tratamento com utilização de diferentes tipos de reatores, aqui no caso aplicado aos modelos compactos. A reutilização da solução de formaldeído pode ser realizada dessa forma com técnicas de filtração e destilação, para a retirada de impurezas e outras substâncias que podem danificar as peças. Também é necessária a posterior correção da concentração de formaldeído.

No processo de filtração simples empregando induz a adoção de modelo compacto de filtros, recomendando-se o modelo prensa, no qual se consegue boa retenção dos sólidos. A destilação realizada no rotavapor deve ocorrer a 80°C, diminuindo-se assim a DQO da solução e do resíduo, dentro de um tempo aceitável, contribuindo para o meio ambiente e igualmente obtendo-se grande economia tanto de matérias primas como de custos. Já os resíduos de formol podem ser inativados com soluções 1:1 de carbonato de amônio, com menor prejuízo ao meio ambiente.

5.1 Sugestões

- Faz-se a sugestão de aplicação de métodos precisos para determinação da quantidade exata do formol, quando o objetivo da destilação do formol não seja específico para conservação de peças anatômicas.

- Realizar testes para o tratamento das águas residuárias específicas desde processo em diferentes reatores.

- Sobrepor testes microbiológicos que possibilitem identificação precisa dos organismos presentes, diferentes espécies de fungos e outras bactérias, além da avaliação microbiológica do líquido já destilado.

- Realizar análise do nível de oxigênio em diferentes pontos dos tanques.

REFERÊNCIAS

- ADROER, N. et al. **Mechanism of formaldehyde biodegradation by *Pseudomonas putida***. Ingenieria Quimica. Universitat Autònoma de Barcelona, Espanha, Applied Microbiology Biotechnology, 1990.
- ANDRÉ, G. A. et al. **Isolamento e identificação dos patógenos microbiológicos encontrados no laboratório de anatomia humana**. Brazilian Journal of Morphological Sciences, v. 17, 2000.
- ANGELIDAKI, I. et al. **Effects of lipids on thermophilic anaerobic digestion and reduction of lipid inhibition upon addition of bentonite**. Applied Microbiology Biotechnology, Heidelberg, v. 33, 1990.
- ANVISA. **Manual de Microbiologia para serviços da Saúde**. 2002.
- APHA-AWWA-WEF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewaters**. 20 ed. Washington, 1998.
- ARAÚJO, S.B. et al. **Tratamento de resíduo de hexano gerados nos laboratórios de química da UFPI**. ABQ-RN, Natal, 2007.
- BACARIM, G. **Degradação do formaldeído em efluentes de laboratório de anatomia através do método UV/O₃/TiO₂**. Tese de Mestrado em Tecnologia Ambiental, UNISC, 2007.
- BAILEY, B. W.; RANKIN, J. M. New spectrophotometric method for determination of formaldehyde. **Analytical Chemistry**, Columbus, v. 43. Nova York, 1971.
- BAIRD-PARKER, A.C. An improved diagnostic and selective medium for isolating coagulase-positive staphylococci. **J. Appl. Bacteriol.** 1962.
- BAKER, R. D. **Técnicas de necropsia**. México: Editorial Interamericana, 1969.
- BERGDOLL, M.S. **Toxic shock syndrome**. **Journal of Venomous Animals and Toxins**, v.3, n.1, 1997. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-79301997000100002&script=sci_arttext&tlng=>>. Acessado em abr/2011.
- BERTOLINO, S.M. et al. Caracterização e biodegradabilidade aeróbia e anaeróbia dos esgotos produzidos em campus universitário. **Eng. sanit. ambient.** vol.13. nº3, 2008.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n.62/2003**. Brasília, DF, 2003. Acessado jun/2011. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegisconsulta/consultarLegislacao.do>>.
- CARVALHO, K. S. **Influência do formol utilizado para conservação de cadáveres na obtenção de DNA nuclear em tecido muscular**. Tese de Mestrado. Piracicaba, SP: 2009.
- CASSET, A. et al. The bronchial response to inhaled formaldehyde. **Rev. Mal. Respir.** 2006.

CASTEEL, S.W. et al. Formaldehyde: Toxicology and Hazards. **Veterinary and Human Toxicology**, v. 29, 1987.

CDTSC - California Department of Toxic Substances Control. **California Regulatory Notice Register**. Published Weekly by the Office of Administrative Law Register 94, No. 48-Z.1994. Acesso ago/2011. Disponível em <http://www.dtsc.ca.gov/TechnologyDevelopment/TechCert/trend-vytac-10f-techcert.cfm>

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Lista de fichas de segurança de produtos químicos**. São Paulo, 2008.

COELHO, M. **O formaldeído em ambiente laboral: determinação do ácido fórmico em urina de trabalhadores de uma fábrica produtora de formaldeído**. Dissertação de Mestrado em Toxicologia Analítica, Clínica e Forense. Universidade do Porto, Portugal, 2009.

COLEMAN, R. **Reducing the levels of formaldehyde exposure in gross anatomy laboratories**. Anatomical Record 243. Israel, 1995.

COLEMAN, R.; KOGAN, I. An improved low-formaldehyde embalming fluid to preserve cadavers for anatomy teaching. **Journal of Anatomy**, v. 192, 1998.

CÓDIGO DE POSTURAS DO MUNICÍPIO DE SANTA MARIA (CPSM). **Lei Complementar Nº 070 de 04-11-2009**. Dispõe sobre o Código de Obras e Edificações do Município de Santa Maria e dá outras providências, 2009.

CRUZ, L.P.V. Principais técnicas de tratamentos de águas residuais. **Millenium**, Revista do IPV, nº7, 1997.

DI BERNARDO, L. et al. **Ensaio de Tratabilidade de Água e dos Resíduos Gerados em Estações de Tratamento de Água**. Rima Editora. São Carlos: 2002.

EDWARDS, F.G. et al. Ranking of toxics release inventory chemicals using a level III fugacity model and toxicity. **Water Science and technology**, v. 39, 1999.

ELEKEIROZ. **Manual técnico de produtos**. 2008.

EPA: Code of Federal Regulations. **Ambient Air Quality World Surveillance**, Final Rule Federal Register, Vol. 58, 1993.

FAGNANI, E. et al. Desenvolvimento de método Espectrofotométrico para análise de paraformaldeído em saneantes comerciais e industriais. **Eclét. Quím.** vol.27. São Paulo, 2002.

FARAH, C.R.T. **Conjugação de processos físico-químicos (UV; H₂O₂; UV/ H₂O₂; reagente de fenton; foto-fenton) e biológico (lodos ativados) para tratamento de águas residuárias contendo formol**. Dissertação de Mestrado, UNICAMP. São Paulo, 2007.

FELTRE, R.; YOSHINAGA, S. **Química Orgânica**. Vol. 4. Editora: Moderna, 1974.

FREIRE, S.R. et al. Novas tendências para o tratamento de resíduos industriais contendo espécies organocloradas. **Química Nova**, n.23, 2000.

FREIXA, A. et al. **La exposición al formaldehído y otros agentes químicos en las salas de disección y su entorno**. Acta de Barcelona. Sociedad Anatómica Española, 1996.

GONZALEZ-GIL, G. **Conversion of Methanotrophic Substrates in Anaerobic Reactors, Metals, Mass Transfer and Toxicity**. Tese de Doutorado. Wageningen University, The Netherlands, 2000.

GERBERICH, H.R.; SEAMAN, G.C. **Formaldehyde**. **Kirk-Othmer encyclopedia of chemical technology**. New York, NY: John Wiley & Sons, 2004.

GREENBERG, M. **Textile Manufacturing Industry**. Occupational Industrial and Environmental Toxicology. Philadelphia, United States of America: Mosby, 2003.

HAMBELI, A. T. et al. Técnicas de conservação de peças cadavéricas. **Tercera Epoca**. Revista Científica de la Facultad de Ciencias Médicas. 2010.

HATHAWAY, G. J. et al. **Proctor & Hughes' chemical hazards of the workplace**. 4th ed. New York: Van Nostrand Reinhold, 1996.

IARC. **Formaldehyde**. Lyon: International Agency For Research on Cancer, 2006.

INCA - INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER, **Formol ou Formaldeído**, 2005. Disponível em: < <http://www.inca.gov.br>>. Acesso em abr. 2011.

INDUKERN. **Ficha de informações sobre produtos químicos. Formol**, 2008. Disponível em: <www.indukern.com.br> Acesso em set. 2011.

IKEDA, I.O. **A importância da APO, no gerenciamento da construção dos laboratórios de anatomia das universidades de ciências**. Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Foz do Iguaçu, PR, 2007.

JARDIM, W. Gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de ensino e pesquisa. **Química Nova**. Campinas, São Paulo, 1998.

JUNQUEIRA, L.C.; CARNEIRO, J. **Histologia Básica**. 10ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2004.

KAWAMATA, S.; KODERA, H. **Reduction of formaldehyde concentrations in the air and cadaveric tissues by ammonium carbonate**. Institute of Health Sciences. Anat. Int. Sci. Hiroshima, Japan, 2004.

KIST, L. **Detoxificação de efluentes de laboratório de anatomia através de POA's ferrocatalisados**. Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Santa Catarina, 2003.

LACEY, M.E.C.; SCHIRMER, W.N. O uso da fotocatalise para a desinfecção e desodorização do ar interno. **Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 4 n. 2. 2008.

LI, T.T. et al. Human cancer risk from the inhalation of formaldehyde in different indoor environments in Guiyang City, China. **Contam Bull Toxicol Environ**. Beijing, China, 2008.

LINCOLN. Departamento de Salud de Lincoln - Condado de Lancaster. **Recuperación de la formalin**. 2006. Disponível em <http://www.lincoln.ne.gov/city/health/environ/pollu/>. Acesso mai/2011.

LOTFY, H.; RASHED, I. **A method for treating wastewater containing formaldehyde**. Water Research, Mansoura University, Egypt, 2002.

MACINTYRE, A.J. **Ventilação Industrial e Controle da Poluição**, 2ª.ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1990.

MACHADO, E.L. **Gerenciamento de efluentes de laboratórios de Anatomia**. 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005.

MARTINEZ, M. et al. **Estudo da ação do fenton no tratamento de resíduos contendo formol**. Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Ribeirão Preto, São Paulo, 2005.

MELIAN, H. et al. Degradation and detoxification of formalin wastewater with aerated biological filters and wetland reactors. **Process Biochemistry** 43. 2008.

NATIONAL ACADEMIES PRESS (NAP). **Formaldehyde and Other Aldehydes**. Committee on Aldehydes Board on Toxicology and Environmental Health Hazards. Assembly of Life Sciences. Washington, DC. 1981.

NIOSH. Current Intelligence Bulletin. **Formaldehyde: Evidence of Carcinogenicity**. 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 n.81-111, 1981.

NOGUEIRA, R. F. P. et al. A fotocatalise heterogênea e sua aplicação ambiental. **Química Nova**, São Paulo, v.21, n. 1, 1998.

OLIVEIRA, S. **Avaliação da degradação e toxicidade de formaldeído em reator anaeróbio horizontal de leito fixo**. Dissertação de Mestrado em Hidráulica e Saneamento. Escola de Engenharia de São Carlos, São Paulo, 2001.

OLIVEIRA, S. et al. Formaldehyde degradation in an anaerobic packed-bed bioreactor. **Water Research**, 2004.

OLIVEIRA, S.; ZAITA, M. Gerenciamento de solução de formol em laboratórios de anatomia. **Rev. Bras. de Ciências Ambientais**, São Paulo, 2005.

OSHA. **Sampling strategy and analytical methods for formaldehyde**. 1987.

OTT, M. et al. **Distillation of Formaldehyde Containing Mixtures**: Laboratory Experiments, Equilibrium Stage Modeling and Simulation. University of Stuttgart, Institute of Thermodynamics and Thermal Process Engineering, Stuttgart, Germany, 2003.

PEREIRA, N.S. **Degradação anaeróbia de formaldeído em reator operado em bateladas sequências contendo biomassa imobilizada**. Tese de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos, São Paulo, 2007.

PEREIRA, N.S.; ZAITA, M. **Degradation of formaldehyde in anaerobic sequencing batch biofilm reactor**. Journal of Hazardous Materials, 2008.

PITT, M.; PITT, E. **Handbook of laboratory waste disposal**. England: Ellis, 1993.

REIS, A. L. **Caracterização e avaliação do manejo de resíduos dos laboratórios do Instituto de Biologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 2009.

RICHTER, C. A.; NETTO, J.M. **Tratamento de Água**. Tecnologia Atualizada. Editora Edgard Blucher. 5ª reimpressão. São Paulo: 2003.

SALTHAMMER, T. **Effect of the air exchange on formaldehyde concentrations indoor air, Indoor air international**. ULM. Minnesota, 1994.

SILVA, R.M.G. **Preservation of cadavers for surgical technique training**. Veterinary Surgery, 2004. Disponível em www.interscience.wiley.com Acesso em: fev. 2011.

SODRÉ, E.D. **Principais carbonilas no ar de locais públicos no Rio de Janeiro**. Quim. Nova, Vol. 31, 2008.

SUNSEAL, K.K. **Dead human body embalming method**. Osaka, JP, 2007. Disponível em <http://www.patentgenius.com> Acessado em 5/01/2011.

TANG, X. et al. **Formaldehyde in China: production, consumption, exposure levels, and health effects**. Division of Environmental Health Sciences, California, USA, 2010.

TUNGA, S. et al. **Formaldehyde in the indoor environment**. Wilhelm Fraunhofer-Institut Klauditz (WKI). American Chemical Society, 2010.

VERONEZ, D.A. et al. **Potencial de risco para a saúde ocupacional de docentes, pesquisadores e técnicos de anatomia expostos ao formaldeído**. SENAC, São Paulo, 2006.

VIEGAS, S. et al. **Exposição ocupacional ao formaldeído em laboratórios de anatomia patológica: quantificação da exposição com diferentes metodologias de avaliação**. Colóquio Internacional de Segurança e Higiene Ocupacionais. Portugal, 2009.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Formaldehyde**. Copenhagen: Regional Office for Europe. Copenhagen, Denmark, 2001. Acessado nov/2010. Disponível em http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0014/123062/AQG2ndEd_5_8Formaldehyde.pdf

ANEXOS

	FICHA DE INFORMAÇÕES SOBRE PRODUTOS QUÍMICOS FORMOL		
	Rev.Fev.2008	Página 2 de 9	

Perigos Físico-Químicos:

Corrosivo

Perigos Específicos:

Líquido corrosivo

Classificação do Produto Químico:

Líquido corrosivo (formol estabilizado e a quente)

4 – MEDIDAS DE PRIMEIROS SOCORROS

Medidas de Primeiros Socorros

Pele: Retirar as roupas contaminadas, posteriormente lavar com água e sabão.

Olhos: Enxaguar os olhos com água corrente em abundância por 15 minutos, levantando as pálpebras ocasionalmente.

Inalação: Levar a vítima para local arejado e, se necessário, administrar oxigênio ou respiração artificial.

Ingestão: Não induzir ao vômito.

- Em qualquer dos casos acima, procurar o médico imediatamente.

Notas para o médico

Inalação: exposição forte (50 ppm) pode causar fechamento de glote.

Ingestão: grande risco de perfuração nas paredes do esôfago e estômago. Monitorar níveis de acidose no sangue, produzida pela rápida metabolização do formol e metanol, presentes no produto, em ácido fórmico, podendo ser removido por diálise.

5 – MEDIDAS DE COMBATE À INCÊNDIO

Meios de Extinção Apropriados

Extintores: Pó químico seco, CO₂, espuma tipo AFFF ou spray d'água.

Equipamentos Especiais: Usar respiradores de proteção facial e operar com pressão positiva

Perigos Específicos

Produtos do aquecimento e combustão: Formol (gasoso) e monóxido de carbono (CO) = tóxicos
Dióxido de Carbono (CO₂) = asfixiante

Ponto de fulgor (vaso fechado): 80° C – Formol Estabilizado (1% Metanol)
59° C – Formol Inibido (15% Metanol)

Ponto de auto-ignição: 430° C

Limites de explosividade no ar – formol gasoso (% v/v): inferior = 7%
superior = 73%

Pequenos incêndios: Utilize pó químico seco, CO₂, jato de água ou espuma resistente ao álcool.

Grandes incêndios: Utilize jato, neblina de água ou espuma resistentes ao álcool; confine as águas do controle do fogo para posterior e apropriada destinação; Não espalhe o material; afaste os recipientes da área do fogo, se isto puder ser feito sem risco; não permita a entrada de água nos recipientes.

	FICHA DE INFORMAÇÕES SOBRE PRODUTOS QUÍMICOS FORMOL	
	Rev.Fev.2008	Página 3 de 9

Incêndio envolvendo tanques ou carretas com cargas embaladas: Combata o fogo de uma distância segura ou utilize mangueiras com suporte ou canhão monitor; resfrie lateralmente com água os recipientes expostos às chamas, mesmo após o fogo ter sido extinto; retire-se imediatamente caso ouça o ruído do dispositivo de segurança/alívio ou em caso de descoloração do tanque devido ao fogo; mantenha-se sempre longe de tanques envoltos em chamas; em caso de fogo intenso, utilize mangueiras com suporte ou canhão monitor; se isto não for possível, abandone a área e deixe queimar.

Proteção dos Bombeiros: Usar equipamento de proteção individual apropriado (luvas, botas, aparelho de respiração autônomo).

6 – MEDIDA DE CONTROLE PARA DERRAMAMENTO/VAZAMENTO

- Vestimentas de proteção totalmente encapsuladas devem ser utilizadas para vazamentos ou derramamentos sem fogo.
- Elimine todas as fontes de ignição. Impeça fagulhas ou chamas. Não fume.
- Todo o equipamento utilizado no manuseio do produto deve estar aterrado.
- Não toque nem caminhe sobre o produto derramado.
- Pare o vazamento, se isto puder ser feito sem risco.
- Evite o escoamento para a rede de esgotos, sistemas de ventilação ou áreas confinadas.
- Espuma pode ser utilizada para a supressão de vapores.
- Absorva o material derramado com areia, terra seca ou outro material não combustível e adicione em recipientes apropriados (exceto para Hidrazina), utilizando ferramentas limpas que não provocam faíscas.

Grandes derramamentos: Confine o fluxo longe do derramamento, para posterior destinação apropriada; pode ser utilizada neblina de água para reduzir os vapores, mas isso não irá prevenir a ignição em ambientes fechados.

7 – MANIPULAÇÃO E ARMAZENAMENTO

Manuseio

Medidas Técnicas

Prevenção Exposição do Trabalhador: Evitar o manuseio por pessoa não informada sobre o produto e as condições de uso e segurança em situações de emergência.

Lentes de contato necessitam de especial cuidado: as lentes macias podem absorver formol, causando irritação.

Remover do local de uso, qualquer trabalhador que apresente sensibilidade excessiva. Utilizar os EPI's adequados.

Não fumar. Manusear com EPI's indicados.

Prevenção de Incêndio e Explosão: Ter cuidado com chamas, faíscas e solda. Prevenir a formação de faíscas resultantes de eletricidade estática (aterrar equipamentos).

Armazenamento

Medidas Técnicas Apropriadas: Armazenar em compartimentos isolados, tampados, em área fresca e bem ventilada, separado de agentes oxidantes e materiais alcalinos.

Os tanques devem ser mantidos sob agitação, observando a temperatura de estocagem conforme o tipo de produto.

Produtos e Materiais Incompatíveis: Armazenar o produto separado de agentes oxidantes e materiais alcalinos. Prevenir a geração de carga estática, mantenha aterrado todos os equipamentos usados na armazenagem, fabricação e transporte da substância.

Materiais Seguros para Embalagens: Materiais adequados para embalagem são bombonas plásticas em tonalidade escura, tambores revestidos com polietileno e tanques de inox (304 ou 316).

A rotulagem das embalagens e recipientes deve conter: nome do produto/tipo, número da ONU e classe de risco, nome do fabricante e telefone para contato, a data de fabricação ou embalagem e validade, além das informações exigidas pelo Ministério da Fazenda e INMETRO.

 do Brasil Química Ltda.	FICHA DE INFORMAÇÕES SOBRE PRODUTOS QUÍMICOS FORMOL		
	Rev.Fev.2008	Página 4 de 9	

8 –CONTROLE DE EXPOSIÇÃO E PROTEÇÃO INDIVIDUAL

Parâmetro de Controle Específicos

Limites:

PAISES		VALOR MÁXIMO	REFERÊNCIA	EXPOSIÇÃO
BRASIL		1,6 ppm	NR-15 (Portaria 3214)	48horas/semanais
ESTADOS UNIDOS	TWA	1,0 ppm	AGGIH e OSHA	40horas/semanais
	STEL	2,0 ppm	AGGIH e OSHA	15 minutos

Produto com odor irritante, sensível a diversas concentrações:

- 0,8 à 1ppm = percepção olfativa
- 1à 2ppm = irritante aos olhos, nariz e garganta
- 3 à 5ppm = lacrimação e intolerância por algumas pessoas
- 10 à 20ppm = dificuldade na respiração e forte lacrimação
- 25 à 50ppm = fechamento do sistema respiratório
- 50 à 100ppm = risco de vida

Dados Toxicológicos:

	RATOS	CAMUNDONGOS
DI 50 (Oral)	800mg/kg (30 minutos)	300mg/kg (subcutâneo)
DL 50 (Dermal)	420mg/kg (subcutâneo)	
CL 50 (Inalação)	80mg/kg (30 minutos)	

Equipamentos de Proteção

Individual: Luvas, botas e avental de borracha ou PVC. Óculos de proteção ou protetor facial transparente quando houver risco de respingo. Respirador com filtro para gases ácidos ou equipamento autônomo de respiração, quando a concentração estiver acima do limite de tolerância ou em ambientes confinados em que a concentração de oxigênio esteja abaixo de 19 % v/v.

Coletiva: Sistema de exaustão à prova de explosão.

Emergenciais: Chuveiros de emergência, lava-olhos.

9 – PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS

Densidade do Vapor (ar=1): 1,075

Densidade Relativa (água=1): 1,060 a 1,140 a 25°C. 1,240 a 25° C no caso de formol 47% estabilizado com uréia.

Taxa de Evaporação: Similar à água

Ponto de Ebulição (760mmHg): 96 a 100°C

Ponto de Fulgor (vaso fechado): 80°C – Formol Estabilizado (1% Metanol)

Ponto de Auto-ignição: 430°C

Limites de Explosividade no Ar – Formol Gasoso (%v/v): inferior = 7% - superior = 73%

Ponto de Congelamento: -92°C

 <p>KINDUKERN do Brasil Química Ltda.</p>	FICHA DE INFORMAÇÕES SOBRE PRODUTOS QUÍMICOS FORMOL	
	Rev.Fev.2008	Página 5 de 9

Viscosidade: 2,50cP a 25°C (37%) e 1,81cP a 60°C (50%), 20 cP a 25° C (47% estab. Com uréia)

Ph: 2,5 à 4,0; 7,0 a 8,0 (formol 47% estabilizado com uréia)

Pressão de Vapor: 1,3mmhg (20°C) e 2,7mmhg (35°C)

Solubilidade em Água: infinita

Solubilidade em outros Solventes: álcool, acetona, éter

Calor Específico: 0,8cal/g/°C (37%) e 0,68cal/g/°C (44%)

Coefficiente de Expansão Cúbica (tanques): 0,00068ml/ml/°C

10 – ESTABILIDADE E REATIVIDADE

Estabilidade: Estável nas condições de armazenagem e uso rotineiro. Polimeriza lentamente, formando um precipitado branco de Paraformaldeído - (CH₂O)_x.

Condições a Evitar: Contato com produtos químicos incompatíveis e fontes de ignição.

Reações Perigosas: Reage perigosamente com dióxido de nitrogênio (NO₂), ácido perclórico, álcalis, aminas e agentes oxidantes fortes. Reage com ácido clorídrico (HCl) formando bisclorometil-eter (produto carcinogênico).

Materiais orgânicos ativos como fenol, promovem reação de polimerização sob certas condições - pH menor que 5 ou maior que 9 e temperaturas acima de 80°C.

Produtos Perigosos da Decomposição: Ácido fórmico - produto corrosivo - formado pela oxidação do formol (principalmente aquecido) com o oxigênio do ar.

Riscos de Polimerização: Polimeriza-se sem risco, formando paraformaldeído que precipita como sólido branco.

Condições a Evitar: Baixas Temperaturas. Faíscas e chamas.

11 – INFORMAÇÕES TOXICOLÓGICAS

Informações de acordo com as diferentes vias de Exposição:

Efeitos Agudos Locais

Contatos com a Pele: Causa irritação primária com ressecamento e rachaduras.

Absorção pela Pele: Mínima absorção sem risco de intoxicação.

Contato com os Olhos: Causa irritação intensa, com lacrimação e com possibilidade de queimadura corneana.

Inalação: Causa irritação nas vias respiratórias superiores provocando tosse e dificuldade de respiração.

Ingestão: Causa ânsia, vômito e fortes dores estomacais.

Efeitos Agudos Sistêmicos

Funcional: Diminuição da capacidade pulmonar, hepatotoxicidade e nefrite.

Neurológico: Coma e depressão do sistema nervoso central.

Efeitos Crônicos

Contato com a Pele: Causa dermatite sensitiva.

Inalação: Causa sintomas asmáticos e reníticos a nível mínimo de exposição em pessoas sensíveis. Para humanos é provavelmente carcinogênico. Classificação B1 OSHA.

	RATOS	CAMUNDONGOS
DL 50 (Oral)	800m/kg (30 minutos)	
DL 50 (Dermal)	420 mg/kg(subcutâneo)	300mg/Kg (subcutâneo)
CL (Inalação)	80mg/kg (30 minutos)	

12 – INFORMAÇÕES ECOLÓGICAS E ECOTOXICOLÓGICAS

Persistência / Degradabilidade

Biodegradação: Não apresenta esta propriedade.

Impacto Ambiental

Toxicidade para Peixes: TLM (96hrs) = 10 a 100ppm.

Estação de Tratamento de Efluentes: Atua como bactericida.

Riscos ao Meio Ambiente: Água: não possui referência na Portaria 36 do Ministério da Saúde (de 19.01.90) do valor máximo permitido em água potável. Ar: emissão de odores pode causar incômodos ao bem estar da comunidade. Nestes casos poderá haver atuação do Órgão de Controle de Poluição Ambiental.

Tóxico para organismos aquáticos e animais terrestres. Pode causar efeitos prejudiciais a longo prazo no meio ambiente. Não degradável. Não biacumulativo no meio ambiente.

13 –CONSIDERAÇÕES SOBRE TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO

O Produto

O produto contaminado poderá ser recuperado após avaliação técnica ou destruído em incinerador próprio equipado. A disposição final do produto deverá ser acompanhada por um especialista e estar de acordo com a legislação ambiental vigente.

14 – INFORMAÇÕES SOBRE TRANSPORTE

TRANSPORTE RODOVIÁRIO MT-Decreto 96.044 – Portaria 204/97

Formol 37 à 44% estabilizado

Número da ONU	2209
Nome adequado para embarque	Solução de Formaldeído
Nº de risco	80
Classe de risco	8 – Corrosivo
Grupo de Embalagem	III
Precauções especiais no transporte	Não transportar com produtos alimentícios e produtos químicos oxidantes. Transportar em caminhão com lona (evitar tipo baú e sob alta temperatura)

 do Brasil Química Ltda.	FICHA DE INFORMAÇÕES SOBRE PRODUTOS QUÍMICOS FORMOL		
	Rev.Fev.2008	Página 7 de 9	

TRANSPORTE AÉREO

Formol 37 à 44% estabilizado

Classe IATA	8 – Corrosivo
Número da ONU	2209
Nome para Embarque	Soluções de Formaldeído
Grupo de Embalagem	III
Limites (instrução)	Avião passageiro/cargueiro
Instrução Especial	5lts(818)/ 60lts(820)

TRANSPORTE MARÍTIMO

Formol 37 à 44% estabilizado

Classe IMO/MDG	8
Número da ONU	2209
Nome para Embarque	Formaldeído, Solução, com no mínimo 37% de formaldeído (corrosivo)
Grupo de Embalagem	III
Categoria de Armazenamento	A

Nota: As informações contidas nesta FISPQ são as que julgamos suficientes até a data de emissão para que o produto seja manuseado sempre de maneira segura e em observância estrita a Legislação Regulamentadora de Segurança.

15 – REGULAMENTAÇÕES

NBR-14 - Elaboração da Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico.
 NR-15 – Portaria 3214 – Segurança e Medicina do Trabalho (Ministério do Trabalho)
 Ficha de Informação Sobre Produtos Químicos – CETESB
 Ceatox – Centro Reg. De Assistência Toxicológica de SP – Hospital das Clinicas
 Merck Index 1960
 Hazardous Chemicals Data – NFPA (1991)
 Material Safety Data Sheet – Genium Pulishing Corp – No 360 (1988)
 Guide to Ocupatinoal Expresure Values – AGGIH (1988/89)
 OSHA – Departament of Labor part II – Federal Register – Formaldehyde (1992)
 Regulamentação do Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos Ministério dos Transportes

16 – OUTRAS INFORMAÇÕES

AGGIH – Americam Conference of Governamental industrial Hygienists
 CAS – Cheminical Abstracts Service
 DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio
 DL50 – Dose letal em 50% da população testada
 DQOI – Demanda Química de Oxigênio
 IATA – International Air Transport Association
 IMO - International Maritime Organization
 IMDG – International Maritime Dangerous Goods
 LT- Limite de Tolerância
 NFPA – National Fire Protection Association
 ONU – Organização das Nações Unidas
 OSHA - Occupational Safety and Health Administration

	FICHA DE INFORMAÇÕES SOBRE PRODUTOS QUÍMICOS FORMOL	
	Rev.Fev.2008	Página 8 de 9

RID Reglement International Concernant le Transport des Mechandises Dangereuces par Chemins de Fer

STEL – Short Thereshold Exposition Limit

Tlm (96 hrs) Limite de Tolerância em 96 horas, onde 50% da população marinha testada apresentam comportamento anormal ou a morte.

TWA Time – Concentração Média Pesada

Frases R:

R5- Perigo de Explosão

R11- Facilmente inflamável

R23-Tóxico por inalação

R25-Tóxico por Ingestão

R34-Provoca queimaduras

R37-Irritante para as vias respiratórias

R52-Nocivos para os organismos aquáticos

Frases S:

S09- Manter o recipiente em local ventilado.

S14- Manter afastado de dióxido de nitrogênio, ácido perclórico, álcalis, aminas e agentes oxidantes fortes.

S16-Manter afastado de qualquer chama ou fonte de faísca. Não fumar.

S24- Evitar contato com a pele

S26-Em caso de contato com os olhos, lavar imediatamente com bastante água e consultar um especialista.

S27- Retirar imediatamente toda roupa contaminada

S44- Em caso de acidente ou de indisposição, consultar imediatamente o médico (se possível mostrar-lhe o rótulo)

As informações contidas nesta FISPQ são oferecidas com boa fé e como instrumento de orientação, sem que incorra em responsabilidade expressa ou implícita. Para sua elaboração, foram utilizadas fontes externas à nossa empresa, por isso acreditamos que as informações sejam corretas, embora não possamos garantir sua exatidão e totalidade. Caso haja necessidade de esclarecimentos ou informações adicionais, consulte o fabricante.

HEXAMETILENOTETRAMINA

1. IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO E DA EMPRESA

- Nome do Produto: Hexametilenotetramina

- Fornecedor: **Copenor – Companhia Petroquímica do Nordeste**
Pólo Petroquímico de Camaçari
Rua Eteno, N° 1242, COPEC, CEP 42810-000
Fone: XX - (71) 3632-9200/9203
E-mail: industrial.ba@copenor.com.br
Fax: (71) 3632-9342

- Telefone de emergência: XX – (71) 3632-9222 / 3632-9245

2. IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS

- Perigos mais importantes: O produto pode ser tóxico ao homem e ao meio ambiente se não utilizado conforme as recomendações.

- Efeitos do Produto:

Efeitos adversos à saúde humana: O produto pode ser absorvido pelas vias oral, dérmica e inalatória, apresentação elevado potencial de irritabilidade local. (HSDB, 2006).

Efeitos Ambientais: O produto é altamente móvel no solo sendo cerca de 70% biodegradado em 28 dias (HSDB, 2006).

Perigos específicos: O produto é combustível se aquecido ou na presença de chamas (HSDB, 2006).

- Principais Sintomas: O produto é irritante de pele, olhos e mucosas. A pele mostra-se seca, quebradiça, hiperpigmentada com fissuras. É observada também destruição da camada córnea com descamação. Com exposição e contato prolongados poderemos ter lesões mais profundas com ulceração e infecções secundárias. Quando aquecido até se decompor, emite fumos tóxicos de formaldeído e óxidos de nitrogênio. A exposição a altas doses pode levar ao aparecimento de distúrbios gastrintestinais, moderada acidose metabólica, irritação do trato urinário e em casos graves cistite urinária (HSDB, 2006).

HEXAMETILENOTETRAMINA

3. COMPOSIÇÃO E INFORMAÇÕES SOBRE OS INGREDIENTES

- Natureza Química: “Este produto químico é uma substância pura”.

<u>Ingredientes ativos</u>	<u>Nº CAS</u>	<u>Concentração</u>	<u>Fórmula Molecular</u>
Hexametilenotetramina	100-97-0	99,3% mín.	C ₆ H ₁₂ N ₄

- Sinônimos: Metanamina; Urotropina; Hexametilenoamina; Formina; HTMA; Hexamina; 1,3,5,7, Tetraazotriciclo-(3,3,1,1)-Decano (CHEMFINDER, 2006)

- Ingredientes ou impurezas que contribuem para o perigo: O produto apresenta impurezas mas que não contribuem para o perigo

- Identificação do riscos: (GHS, 2003)

<u>Risco</u>	<u>Categoria</u>	<u>Frase de sinalização</u>	<u>Classificação de risco</u>	<u>Símbolo</u>
<u>Toxicidade:</u>	4	Cuidado	Pode ser perigoso se ingerido, se em contato com a pele ou se inalado	

4. MEDIDAS DE PRIMEIROS SOCORROS

- Medidas de Primeiros Socorros: Levar o acidentado para um local arejado. Retirar as roupas contaminadas. Lavar as partes do corpo atingidas com água em abundância e sabão. Se o acidentado estiver inconsciente e não respirar mais, praticar respiração artificial ou oxigenação. Encaminhar ao serviço médico mais próximo levando esta ficha.

- Inalação: Remover a pessoa para local arejado. Se não estiver respirando, faça respiração artificial. Se respirar com dificuldade, consultar um médico imediatamente.

- Contato com a pele: Lavar imediatamente a área afetada com água em abundância e sabão. Remover as roupas contaminadas. Ocorrendo efeitos/sintomas, consultar um médico. Lavar as roupas contaminadas antes de reutilizá-las e descartar os sapatos contaminados.

- Contato com os olhos: Lavá-los imediatamente com água em abundância. Consultar um médico.

- Ingestão: Não provoque o vômito. Procurar um médico imediatamente. É possível que o vômito ocorra espontaneamente não devendo ser evitado; neste caso, deite o paciente de lado para evitar que aspire resíduos. ATENÇÃO: Nunca dê algo por via oral para uma pessoa inconsciente.

- Quais ações devem ser evitadas: Não aplicar respiração boca a boca caso o paciente tenha ingerido o produto. Utilizar um equipamento intermediário de reanimação manual (Ambu) para realizar o procedimento.

HEXAMETILENOTETRAMINA

■ Proteção para os prestadores de primeiros socorros: Evitar contato cutâneo e inalatório com o produto durante o processo.

■ Notas para o médico: Em caso de ingestões a lavagem gástrica poderá ser realizada desde que com especial atenção visando garantir o impedimento de aspiração pulmonar (cânula orotraqueal com “cuff” inflado). O uso de carvão ativado é indicado. O tratamento deverá compreender ainda medidas de suporte como correção de distúrbios hidroeletrolíticos e metabólicos, além de assistência respiratória. Monitoramento das funções hepática e renal deverão ser mantidos. (HSDB, 2006).

5. MEDIDAS DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO

■ Meios de extinção apropriados: Espuma, CO₂, pó químico e água em último caso (HSDB, 2006).

■ Perigos específicos: É possível a formação de gases de combustão ou vapores perigosos. Em caso de incêndio podem ser gerados óxidos de nitrogênio. À 200°C desprende NH₃ e a 800 °C HCN (Este gás é LETAL!) (HSDB, 2006).

■ Procedimentos Especiais: Utilizar EPI conforme descrito no Item 8 para evitar o contato direto com o produto. Calças e camisas de mangas compridas, associado a aventais de PVC, botas de PVC e luvas de hexanol com ombreiras ou nitrílicas são recomendadas. Máscara autônoma deve ser utilizada para evitar a exposição a gases e fumos provenientes da combustão do produto (HSDB, 2006).

6. MEDIDAS DE CONTROLE PARA DERRAMAMENTO OU VAZAMENTO

■ Precauções pessoais: Utilizar calças e camisas de mangas compridas, associado a aventais de PVC, botas de PVC e luvas de hexanol com ombreiras ou nitrílicas. A proteção respiratória deverá ser realizada dependendo das concentrações presentes no ambiente ou da extensão do derramamento/vazamento, para tanto, deverá se optar por máscaras semifaciais ou faciais inteiras com filtro substituível ou ainda, respiradores de adução de ar (ex.: máscaras autônomas) (WHO, 1999).

Remoção de fontes de ignição: Interromper a energia elétrica e desligar fontes geradoras de faíscas. Retirar do local todo material que possa causar princípio de incêndio (ex.: óleo diesel) (WHO, 1999).

Controle de poeira: Isolar e sinalizar a área contaminada. Cobrir o derramamento com lona plástica ou aplicar neblina de água sobre o pó.

Prevenção da inalação e do contato com a pele, mucosas e olhos: Utilizar roupas e acessórios conforme descrito acima, no Item Precauções Pessoais.

■ Precauções para o meio ambiente: Evitar a contaminação dos cursos d'água vedando a entrada de galerias de águas pluviais (boca de lobo). Evitar que resíduos do produto derramado atinjam coleções de água (WHO, 1999).

HEXAMETILENOTETRAMINA

■ Métodos para limpeza: Conter e recolher o derramamento. Colocar os resíduos em um recipiente para eliminação de acordo com as regulamentações locais. Utilizar preferencialmente aspirador industrial para coletar resíduos e limpar com um detergente para acabamento final; evitar o uso de solventes (WHO, 1999).

■ Recuperação: Apagar fontes de ignição. Remover o material do local com cuidado para um lugar limpo e seco. Coletar o produto derramado em sacos de polietileno ou similar (WHO, 1999).

■ Prevenção de perigos secundários: Evitar que o produto contamine riachos, lagos, fontes de água, poços, esgotos pluviais e efluentes (WHO, 1999).

7. MANUSEIO E ARMAZENAMENTO

■ Manuseio:

■ Medidas técnicas: Adotar medidas de proteção coletiva. O produto deverá ser manipulado sob ventilação local exaustora adequada. Manter pessoas, principalmente crianças e animais domésticos longe do local de trabalho. Não entrar em contato direto com o produto. Evitar derrames ou contaminação durante o manuseio.

Prevenção da exposição do trabalhador: Utilizar EPI conforme descrito no Item 8. Não comer, beber ou fumar durante o manuseio do produto. Não utilizar equipamentos de proteção individual e de aplicação danificados ou defeituosos. Não desentupir bicos, orifícios, tubulações e válvulas com a boca. Não manipular e/ou carregar embalagens danificadas.

Precauções para manuseio seguro: Utilizar EPI conforme descrito no Item 8. Prevenir o surgimento de carga eletrostática e manusear longe de fontes de calor;

■ Orientações para manuseio seguro: Utilizar EPI conforme descrito no Item 8. Manusear o produto com exaustão local apropriada ou em área bem ventilada; se em ambientes abertos, manuseá-lo a favor do vento. No caso de sintomas de intoxicação, interromper imediatamente o trabalho e proceder conforme descrito no Item 4 desta ficha.

■ Armazenamento

■ Medidas técnicas apropriadas: Manter o produto e as eventuais sobras em suas embalagens originais adequadamente fechadas.

■ Condições de armazenamento

Adequadas: Na temperatura ideal para conservação do produto sem alterações químicas. A faixa de temperatura ideal corresponde a 15-30°C (HSDB, 2006).

A evitar: Umidade

HEXAMETILENOTETRAMINA

Produtos e materiais incompatíveis: Reage com ácidos fortes e gera formaldeído.

■ Materiais seguros para embalagens

Recomendadas: Papel kraft e polietileno.

8. CONTROLE DE EXPOSIÇÃO E PROTEÇÃO INDIVIDUAL

■ Medidas de controle de engenharia: Adotar medidas de proteção coletiva. O produto deverá ser manipulado sob ventilação local exaustora adequada. Manter pessoas, principalmente crianças e animais domésticos longe do local de trabalho. Não entrar em contato direto com o produto. Evitar derrames ou contaminação durante o manuseio.

■ Parâmetros de controle específicos:

Limites de exposição ocupacional:

Nome comum	Limite de Exp.	Tipo	Efeito	Referências
Hexametilenotetramina	Não estabelecido	TLV-TWA ¹	---	ACGIH, 2005
	Não estabelecido	LT ²	---	NR 15, MT, 1995

¹ TLV-TWA – Limite limiar de exposição considerando a média ponderada pelo tempo de exposição adotado no E.U.A., no qual acredita-se que todos os trabalhadores possam estar expostos continuamente sem apresentar efeitos adversos (ACGIH, 2005).

² LT – Limite de exposição adotado pela Legislação Brasileira, no qual acredita-se que todos os trabalhadores possam estar expostos continuamente sem apresentar efeitos adversos (NR 15, 1995).

Indicadores biológicos:

Nome comum	Limite Biológico	Tipo	Notas	Referências
Hexametilenotetramina	Não estabelecido	BEI*	---	ACGIH, 2005
	Não estabelecido	IBMP*	----	NR 7, 1994

* BEI – Índice Biológico de Exposição, relacionado a dosagem da substância, produto de biotransformação ou efeito precoce decorrente da exposição a determinado agente químico (ACGIH, 2005).

* IBMP – Índice biológico Máximo Permitido, adotado pela legislação Brasileira, com o mesmo significado descrito acima para BEI (NR 7, 1994).

■ Equipamentos de proteção individual:

Proteção respiratória: Utilizar máscaras facial com filtro para vapores orgânicos.

Proteção para as mãos: Utilizar luvas de hexanol com ombreiras ou nitrílicas (SILVA, 2002).

Proteção para os olhos: Utilizar óculos de segurança para produtos químicos tipo visor químico (SILVA, 2002).

Proteção para a pele e corpo: Utilizar calças e camisas de mangas compridas, associado a aventais de PVC e botas de PVC (SILVA, 2002).

HEXAMETILENOTETRAMINA

■ Precauções especiais: Estar atento à manutenção do sistema de ventilação / exaustão. Manter os EPI's devidamente limpos e em condições adequadas de uso, guardados fora do local de trabalho e realizando periodicamente inspeções e possíveis manutenções e/ou substituições de equipamentos danificados.

■ Medidas de higiene: Tomar banho e trocar de roupa após o uso do produto. Lavar as roupas contaminadas separadamente, evitando contato com outros utensílios de uso pessoal.

9. PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

■ Estado físico: Sólido

■ Cor: pó cristalino

■ Odor: Inodoro

■ pH: 7,0-9,0 (100g/L H₂O) à 20°C

■ Temperaturas específicas ou faixas de temperatura nas quais ocorrem mudanças de estado físico:

Ponto de ebulição: Produto sublima a 280 °C.

Ponto de fusão: Não se aplica. Produto sublima.

■ Temperatura de auto-ignição: Não determinado

■ Temperatura de decomposição: 90°C

■ Ponto de fulgor: 250 °C

■ Limite de explosividade: O produto não é explosivo

■ Densidade de vapor: 4,9 (Ar=1)

■ Densidade: 1,331 (H₂O=1 à 20°C)

■ Solubilidade: Em água: 100g /L à 20°C, em etanol: solúvel

10. ESTABILIDADE E REATIVIDADE

■ Instabilidade: Produto estável à temperatura ambiente e ao ar, sob condições normais de uso e armazenagem (HSDB, 2006).

■ Reações perigosas: Reage explosivamente com peróxidos, hidrocarbonetos halogenados, oxidantes fortes (HSDB, 2006)

■ Materiais ou substâncias incompatíveis: Ácidos fortes (HSDB, 2006).

■ Produtos perigosos de decomposição: A queima pode produzir por decomposição: amoníaco, gases nitrosos, formaldeído, cianeto de hidrogênio (HSDB, 2006).

11. INFORMAÇÕES TOXICOLÓGICAS

■ Toxicidade aguda:

DL50 Oral em ratos: 569 mg/kg (HSDB, 2006)

■ Efeitos Locais:

Irritabilidade Dérmica: O produto é considerado moderadamente irritante (WHO, 1999).

Irritabilidade Ocular: O produto é considerado moderadamente irritante (WHO, 1999).

Sensibilização: Exposições repetidas podem levar a sensibilização cutânea (WHO, 1999).

HEXAMETILENOTETRAMINA

■ Toxicidade crônica:

Mutagenicidade: Não são relatados efeitos mutagênicos do produto (HSDB, 2006).

Carcinogenicidade: Não são relatados efeitos carcinogênicos do produto (HSDB, 2006).

Teratogenicidade: Não são relatados efeitos teratogênicos do produto (HSDB, 2006).

Efeitos na reprodução: Não são relatados efeitos reprodutivos para o produto (HSDB, 2006).

12. INFORMAÇÕES ECOLÓGICAS

■ Efeitos Ambientais, comportamentais e impactos do produto:

Impacto Ambiental:

Mobilidade: O produto apresenta elevada mobilidade no solo (HSDB, 2006).

Persistência/Degradabilidade: O produto sofre biodegradação de 70% após 28 dias (HSDB, 2006).

Bioacumulação: Estudos sugerem que o acúmulo em animais aquáticos é baixo (HSDB, 2006).

Ecotoxicidade:

Toxicidade para peixes: CE₁₀: 5g/L (ECOTOX, 2006)

Toxicidade para microcrustáceos: CL₅₀(I) (48 horas) (ECOTOX, 2006)

Toxicidade para organismos do solo: Daphnia CE₅₀: 10g/L/48h (ECOTOX, 2006)

13. CONSIDERAÇÕES SOBRE TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO

■ Métodos de tratamento e disposição:

Produto: A meta de todos os esforços deve ser a recuperação para reutilização do material, em detrimento do descarte. O descarte de perdas deve ser realizado em aterros licenciados ou por incinerador/co-processamento de acordo com regulamentações federais, estaduais e locais. Assegure-se que todas as agências federais, estaduais e locais recebam a notificação apropriada de derramamentos e dos métodos de descarte. O produto deve ser armazenado em embalagens apropriadas e tratado de acordo com as normas locais oficiais.

Restos de produtos: Seguir a mesma sistemática dos métodos de tratamento e disposição do produto.

Embalagem usada: Produto estocado em saco plástico ou saco de papel de 25Kg. As embalagens de papel e plástico (polietileno) deverão ser encaminhadas para reciclagem ou mesmo descarte, devendo ser neutralizadas, para evitar riscos a terceiros. Caso a embalagem não seja conveniente descontaminada, a mesma é considerada como produto Classe I, devendo ser mantido o rótulo de risco correspondente e encaminhadas para incineração / co-processamento.

HEXAMETILENOTETRAMINA

14. INFORMAÇÕES SOBRE TRANSPORTE

Regulamentações Nacionais e Internacionais		
Terrestres	Transporte	GGVS, GGVE, ADR, RID
	Classificação	4,1/6a
	Identificação de Perigos	1328, classe 4, subclasse 4.1 HEXAMETILENOTETRAMINA
	Resolução ANTT	Nº 420/04
Fluviais	Transporte	ADN, ADNR
	Transporte	IMDG
Marítimo	Transporte	IMDG, GGVSee
	Classificação	4,1/UN 1328/PG III
	EmS	4,1-0
	MFAG	320
	Indicação de Perigo	HEXAMETILENOTETRAMINA
Aéreo	Transporte	ICAO, IATA
	Classificação	4,1/UN 1328/PG III proibido
	Indicação de Perigo	HEXAMETILENOTETRAMINA
Para Produto Classificado como Perigoso para Transporte (Confome Modal) Resolução ANTT Nº420,2004		
Número ONU	1328	
Nome Adequado para Embarque	Hexametilenotetramina	
Classe de Risco	4.1 – Sólido inflamáveis	
Número de Risco	40	
Grupo de Embalagem	III	
Descrição da classe	Sólidos inflamáveis	

15. REGULAMENTAÇÕES

Regulamentações:

Simbologia para transporte (Resolução ANTT Nº 420, 2004).

CLASSE 4



(Nº 4.1)

Subclasse 4.1

Sólidos inflamáveis

Símbolo (chama): preto.

Fundo: branco com sete

listras verticais vermelhas.

Número "4" no canto inferior.

Simbologia para transporte NFPA, 2001

Simbologia de transporte GHS, 2006 2003

■ Informações sobre risco e segurança:

- Cuidado.
- Evite contato com a pele e olhos.
- Pode causar irritação nos olhos e na pele.
- Evite ingestão e inalação.
- Pode causar irritação do trato digestivo.
- Pode causar irritação do trato respiratório.
- Sólido inflamável.

16. OUTRAS INFORMAÇÕES

"As informações desta FISPQ representam os dados atuais e refletem com exatidão o nosso melhor conhecimento para o manuseio apropriado deste produto de acordo com as legislações vigentes. Os dados aqui contidos referem-se a um produto específico e podem não ser válidos onde este produto estiver sendo usado em combinação com outros produtos químicos".

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACGIH – AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNAMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS. **Threshold Limit Values (TLV) for Chemical Substances Committee**. Cincinnati, 2005.

BRASIL – MINISTÉRIO DO TRABALHO – NORMA REGULAMENTADORA 7 – **Programa De Controle Médico De Saúde Ocupacional** 1978, alterada pela Portaria 24 de 29-12-1994.

BRASIL – MINISTÉRIO DO TRABALHO – NORMA REGULAMENTADORA 9 - **Programa de prevenção de riscos ambientais**, 1978, alterada pela Portaria 25 de 29-12-1994.

BRASIL – MINISTÉRIO DO TRABALHO – NORMA REGULAMENTADORA 15 – **Atividades e operações insalubres**, 1978, última alteração dada pela Instrução normativa n 2 de 20-12-1995.

CHEMFINDER – Chemical Database and Internet searching. Disponível em <http://chemfinder.cambridgesoft.com>. Acesso em 10 de fevereiro de 2006.

ECOTOX Data Base. Disponível em <http://www.epa.gov/ecotox>. Acesso em 10 de fevereiro de 2006.

GHS - GLOBALLY HARMONIZED SYSTEM OF CLASSIFICATION AND LABELLING OF CHEMICALS - UNITED NATIONS - New York and Geneva, 2003.

NFPA – NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION Disponível on line em: <http://www.ilpi.com/msds/ref/nfpa.html>. Acesso em 10 de fevereiro de 2006.

HSDB – HAZARD SUBSTANCES DATA BASE – **Methenamine** - Disponível on line em: <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/search/f?./temp/~BAAAtNa4LM:1>. Acesso em 10 de fevereiro de 2006

SILVA, M.S. – **Segurança em laboratórios químicos**. Aula Instituto de Química - UNESP, 2002.

Ficha de Informação de Produto Químico

IDENTIFICAÇÃO

Help

Número ONU	Nome do produto	Rótulo de risco
	CARBONATO DE AMÔNIO	
Número de risco -	Classe / Subclasse -	
Sinônimos SAL VOLÁTIL		
Aparência SÓLIDO ; BRANCO ; ODOR FORTE DE AMÔNIA ; AFUNDA E MISTURA COM ÁGUA.		
Fórmula molecular (NH4)2 CO3	Família química SAL INORGÂNICO	
Fabricantes Para informações atualizadas recomenda-se a consulta às seguintes instituições ou referências: ABIOQUIM - Associação Brasileira da Indústria Química : Fone 0800-118270 ANDEF - Associação Nacional de Defesa Vegetal: Fone (11) 3081-5033 Revista Química e Derivados - Guia geral de produtos químicos, Editora QD: Fone (11) 3826-6899 Programa Agrofit - Ministério da Agricultura		

MEDIDAS DE SEGURANÇA

Help

Medidas preventivas imediatas EVITAR CONTATO COM O SÓLIDO E O PÓ. MANTER AS PESSOAS AFASTADAS. PARAR O VAZAMENTO, SE POSSÍVEL. ISOLAR E REMOVER O MATERIAL DERRAMADO.
Equipamentos de Proteção Individual (EPI) USAR LUVAS, BOTAS E ROUPAS DE BORRACHA BUTÍLICA OU NATURAL, PVC OU NEOPRENE, MÁSCARA CONTRA PÓ E ÓCULOS DE ACRÍLICO COM PROTEÇÃO LATERAL.

RISCOS AO FOGO

Help

Ações a serem tomadas quando o produto entra em combustão NÃO É INFLAMÁVEL.
Comportamento do produto no fogo DECOMPÕE, MAS A REAÇÃO NÃO É EXPLOSIVA.
Produtos perigosos da reação de combustão FORMARÁ GÁS AMÔNIA TÓXICO, NO FOGO.
Agentes de extinção que não podem ser usados NÃO PERTINENTE.
Limites de inflamabilidade no ar Limite Superior: NÃO PERTINENTE Limite Inferior: NÃO PERTINENTE
Ponto de fulgor NÃO PERTINENTE
Temperatura de ignição

<p> P U Á Ü V Q Ò P V Ò V ç ç á ^ Á ^ ã æ Á U Á Ü V Q Ò P V Ò V ç ç á ^ Á ç ç [] æ [Á ç] MFD Á Ü Ü Á U Á Ü Ü P X Ò Š P Ü Ü Á ç ç } ç ç Á Ü [ç & ç] Á ç • [& ç ç] D </p>

Toxicidade: Espécie: OUTROS		
Toxicidade aos organismos aquáticos: PEIXES : Espécie CARASSIUS AURATUS : MORTE (3,5 h) = 24 ppm - ÁGUA CONTINENTAL; TOLERÂNCIA (>100 h) = 10 ppm - ÁGUA CONTINENTAL		
Toxicidade aos organismos aquáticos: CRUSTÁCEOS : Espécie		
Toxicidade aos organismos aquáticos: ALGAS : Espécie		
Toxicidade a outros organismos: BACTÉRIAS		
Toxicidade a outros organismos: MUTAGENICIDADE		
Toxicidade a outros organismos: OUTROS		
Informações sobre intoxicação humana		
Tipo de contato PÓ	Síndrome tóxica IRRITANTE PARA O NARIZ E A GARGANTA. IRRITANTE PARA OS OLHOS. SE INALADO, CAUSARÁ DIFICULDADE RESPIRATÓRIA.	Tratamento MANTER AS PÁLPEBRAS ABERTAS E ENXAGUAR COM MUITA ÁGUA. SE A RESPIRAÇÃO FOR DIFICULTADA OU PARAR, DAR OXIGÊNIO OU FAZER RESPIRAÇÃO ARTIFICIAL.
Tipo de contato SÓLIDO	Síndrome tóxica IRRITANTE PARA A PELE. IRRITANTE PARA OS OLHOS. SE INGERIDO, CAUSARÁ NÁUSEA.	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 ABERTA.
Estabilidade durante o transporte ESTÁVEL.
Usos DADO NÃO DISPONÍVEL.
Grau de pureza REAGENTE, TÉCNICO.
Radioatividade NÃO TEM.
Método de coleta PARA NH3: MÉTODO 14.
Código NAS (National Academy of Sciences) NÃO LISTADO



MATERIAL SAFETY DATA SHEET

(In accordance with ISO 11014-1 Standard)

Product Name: Tissue-Tek® NEUTRALEX™ ALDEHYDE TEST KIT

Revision Date: 4-25-2003

1. Identification of the Substance

Product Name: Tissue-Tek® NEUTRALEX™ ALDEHYDE TEST KIT – (product code #4050)

Manufactured For: Sakura Finetek USA, Inc.
Torrance, CA 90501 USA
Tel: 310-972-7800

Emergency Telephone Number:
800-424-9300 (Chemtrec)

2. Composition/Data on Components

Sodium Hydroxide	30%	CAS no. 1310-73-2
Water	70%	CAS no. 7732-18-5

3. Hazards Identification

NFPA Hazard Rating		NFPA Rating Scale	
Health:	3	Insignificant:	0
Flammability:	0	Slight:	1
Reactivity:	0	Moderate:	2
		High:	3
		Extreme:	4

4. First Aid Measures

Ingestion: Do not induce vomiting. If conscious, give water.

Inhalation: The patient should be transported away from exposure and brought to fresh air. If necessary administer CPR, keep warm and quiet. Seek immediate medical attention.

Eye Contact: Flush eyes immediately with water for 10 - 15 minutes. If burning persists, seek medical care.

Skin Contact: Contaminated clothing should be removed immediately. The affected body areas should be flushed with water for a period of approximately 15 minutes. If symptoms persist, seek medical attention.

5. Fire Fighting Measures

Flash Point: Noncombustible

Explosive Limit: N/A

Extinguishing Methods: Water fog, regular foam, dry chemicals, or carbon dioxide

Fire Fighting Procedures: Wear self-contained breathing apparatus with full body protection

Fire & Explosion Hazards: On contact with light metals (Al, Sn, Zn) hydrogen gas can be produced which is explosive

6. Accidental Release Measures

Small and Large Spills: Evacuate the area of all unnecessary personnel. Wear suitable protective equipment listed under exposure/personal protection. Eliminate any ignition sources until the area is determined to be free from explosion or fire hazards. Contain the release and eliminate its source if this can be done without risk. Take up and containerize for proper disposal as described under disposal. Comply with Federal, State, and Local regulations on reporting releases. Refer to regulatory information for reporting quantity and other regulatory data.

7. Handling and Storage

Keep container closed.

Store in a cool, dry area.

Do not breathe solution mist.

Do not get in eyes, on skin, or on clothing.

8. Exposure Controls/Personal Protection

Engineering Controls and Personal Protective Equipment: Ventilation, respiratory protection, protective clothing, eye protection. Material should be handled or transferred in an approved fume hood or with adequate ventilation. Protective gloves must be worn to prevent skin contact (neoprene or equivalent). Safety glasses with side shields must be worn at all times. Impervious protective clothing should be worn to prevent skin contact.

Respiratory Protection: If workplace exposure limit(s) of product or any component is exceeded (see TVL/PEL), a NIOSH/MSHA approved air supplied respirator is advised in absence of proper environmental control. OSHA regulations also permit other NIOSH/MSHA respirators (negative pressure type) under specified conditions (see your safety equipment supplier). Engineering and/or administrative controls should be implemented to reduce exposure.

Work / Hygienic practices: Wash thoroughly after handling. Do not take internally. Eye wash and other safety equipment should be readily available.

9. Physical and Chemical Properties

Boiling Point _____ N/A

Specific Gravity _____ N/A

Vapor Density _____ N/A

Percent Volatile by Volume _____ N/A

Vapor Pressure _____ N/A

Appearance _____ Colorless liquid

10. Stability and Reactivity

Stability: Stable

Hazardous Polymerization: Does not occur

Incompatibility: Avoid contact with strong mineral acids, aluminum, tin, zinc, and ammonium salts.

11. Toxicological Information

Toxic Data:

(For concentrated NaOH)

ORL - RBT LD₁₀: 500 mg/Kg

Toxicological Findings: None

Cited in registry of toxic effects of substances (RTECS)

12. Ecological Information

None

13. Advice on Disposal

EPA waste numbers: D002

Treatment: Specified Technology - Neutralize to pH greater than 6. Contact your local permitted waste disposal site (TSD) for permissible treatment sites. Always contact a permitted waste disposal site (TSD) to assure compliance with all current local, state and federal regulations.

14. Transport Information

DOT proper shipping name: Sodium Hydroxide solution

DOT ID number: UN1824

PRODUCT APPLICATIONS AND ILLUSTRATIONS

NEUTRA-GUARD™ Aldehyde Control System

Tissue-Tek® NEUTRALEX®

The *ONLY* CAL/EPA Certified Technology for the Treatment of Formalin Waste

Technology Application:

- Complete aldehyde neutralization in 15 minutes.
- No drain-clogging solids or sludges produced during neutralization and pH is in the normal range.
- Packaged in easy-to-use foil pouches. Each pouch neutralizes one gallon of 10% formalin.

Technology Procedure:



1. The NEUTRALEX® Starter Kit consists of a Reaction Container, one case of NEUTRALEX®, an Aldehyde Test Kit, a pack of pH strips, and a User's Manual.



3. Add one pouch of NEUTRALEX® for each gallon of aldehyde to be neutralized.



2. Gallon increments of spent formalin or glutaraldehyde are added to the Reaction Container.



4. Swirl the mixture for approximately 10 to 15 seconds, then let it stand for 15 minutes. NEUTRALEX® goes into solution easily and will not clump even after prolonged standing.



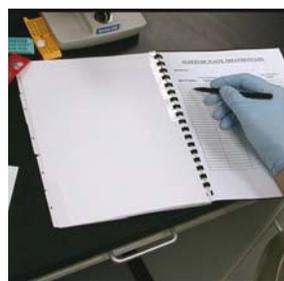
5. After 15 minutes, extract 5 mL of the solution and transfer it to the plastic cuvette supplied in the Aldehyde Test Kit.



8. Immerse the aldehyde test strip into the solution and read it.



6. Test for pH first by dipping a pH determination strip into the neutralized solution and reading it.



9. Record all results in the Hazardous Waste Log that is supplied in the User's Manual.



7. Adds 20 drops of test reagent (brown squeeze bottle) from the Aldehyde Test Kit and stir

Catalog No. 4046
NEUTRALEX® Starter Pack (includes all of the above)

Catalog No. 4047
16 Pre-Measured Pouches (each pouch neutralizes one gallon)

Catalog No. 4276
2.5 Gallon Reaction Container

Catalog No. 4050
Aldehyde Test Kit (100 Analytical Test Strips)

PRODUCT RANGE

Merckoquant® test strips allow more than 30 different identification tests and semiquantitative determinations to be performed. For some substances we even provide several different test strips to cover various detection ranges, so that in all our range consists of more than 40 different Merckoquant® tests. The standard pack contains 100 test strips in an aluminium tube fitted with a desiccant-filled stopper. User information is provided in 4 languages.

We also offer this products in packaging specific to the application and customer requirements.

Strips that are individually sealed to improve their keeping properties are available on request. Individually sealed test strips are ideal for promotional purposes, e.g. for placement in books and journals or as giveaways to support product promotions. Please ask about our special offers.

We are constantly adding new tests to this product range. If you are looking for a test strip for a quite specific application, please call us.



Merckoquant® test strips



Merckoquant® reagent tests



Merckoquant® individually sealed test strips



APPLICATIONS

The applications listed in this publication and also the potential uses mentioned are intended to illustrate the many uses to which Merckoquant® test strips may be put. The list is not exhaustive.

POINTS TO OBSERVE WHEN HANDLING MERCKOQUANT® PRODUCTS



1. Thoroughly wet the reaction zones on the strip by briefly (1 sec) dipping them in the solution being tested. Remove excess liquid by stroking the edge of the strip against the rim of the sample vessel, or using an absorbent paper towel.



2. After the prescribed reaction time (10 sec to max. 2 min) has elapsed, compare the color of the reaction zone with the color scale printed on the pack, and read off the concentration.

Some tests may require the sample to be specially treated prior to testing. To simplify matters, the pack contains all the reagents that will be required. Simply add a few drops or a micro-spoonful of reagent(s) to the sample solution as described in the directions for use, mix and test with the test strip.

SHELF-LIFE AND STORAGE

Packs of test strips kept in a cool (15–25°C), dry place can be used at least up to the date printed on the pack. Some packs need to be kept refrigerated (2–8°C) to assure their longevity. To protect the test strips in the tube against moisture and light, be sure to close it again immediately after removing a strip. The drying agent incorporated in the stopper prevents moisture from affecting the contents.



INTERFERENCES

Most of the test strips respond selectively to a given ion or substance owing to the fact that masking agents are added to the reaction zone to eliminate or suppress various interferences. Interferences cannot, however, be avoided in every case. A large number of ions have been tested for their possible interfering effects. These are listed in the interference tables compiled for the various substances being tested. Where several interfering ions are present in a sample, they may exercise a cumulative effect. Before a test strip is used in an unknown matrix, we recommend checking for potential interferences or comparing against known added concentrations. This also allows the precision of the method to be established.

Ag⁺ FIXING BATH (SILVER and pH) Ord. No. 1.10008.0001

Merckoquant® Fixing bath Test

Presentation 100 test strips
Graduation 0 – 0.5 – 1 – 1.7 – 3 – 5 – 7 – 10 g/l Ag⁺
pH 4 – 5 – 6 – 7 – 8

The Fixing Bath Test provides a rapid method for establishing whether a fixing bath is still fresh enough to fix films and prints properly. Performing a simultaneous pH determination provides an additional benefit in that a change in the pH value also signals that the bath is stale. Furthermore, the test can be used to monitor the recovery of silver from fixing baths.

The following concentrations of foreign ions (in mg/l) do not interfere with the determination.

Al ³⁺	1,000	Fe ^{2+/3+}	250	Ni ²⁺	1,000
Co ²⁺	250	Hg ²⁺	250	Sn ²⁺	1,000
Cu ²⁺	1,000	Mn ²⁺	1,000	Zn ²⁺	1,000

HCHO FORMALDEHYDE Ord. No. 1.10036.0001

Merckoquant® Formaldehyde Test

Presentation 100 test strips and reagent
Graduation 0 – 10 – 20 – 40 – 60 – 100 mg/l Formaldehyde

Formaldehyde is used as a disinfectant for surfaces and medical equipment, and also as a raw material for binders and fixing agents, and as a preservative. Formaldehyde is also a naturally occurring breakdown and intermediate product in foods, and may give some hint of the age and condition of the product.

The test also responds to other aldehydes such as acetaldehyde or glutaraldehyde, though only at higher concentrations, when the color produced is different from that of the color scale.

Ketones, esters, amides, hydrazines, hydroxylamines, quinones, aminophenol, uric acid and formic acid prevent the proper color reactions from taking place, while strong oxidizing and reducing agents interfere by reducing the detection sensitivity.



Fe²⁺ IRON Ord. No. 1.10004.0001

Merckoquant® Iron Test

Presentation 100 test strips
Graduation 0 – 3 – 10 – 25 – 50 – 100 – 250 – 500 mg/l Fe²⁺

The test strips offer a very simple means of determining iron in all aqueous media and on metal surfaces. They can thus be used to distinguish between ferrous and non-ferrous metals. Applications of interest include the analysis of foodstuffs and checking the use (control and optimization) of iron compounds as flocculating agents in waste water treatment.

The following concentrations of foreign ions (in mg/l) do not interfere with the determination.

Ag ⁺	1,000	Cu ²⁺	500	NO ₂ ⁻	1,000
Al ³⁺	1,000	[Fe(CN) ₆] ^{3-/4-}	5	NO ₃ ⁻	1,000
Ba ²⁺	1,000	Hg ^{+/2+}	1,000	PO ₄ ³⁻	1,000
Ca ²⁺	1,000	K ⁺	1,000	Sn ²⁺	1,000
Cd ²⁺	1,000	Mg ²⁺	1,000	SO ₃ ²⁻	1,000
Cl ⁻	1,000	Na ⁺	1,000	SO ₄ ²⁻	1,000
CN ⁻	1,000	NH ₄ ⁺	1,000	VO ₃ ⁻	250
Co ²⁺	250	Ni ²⁺	1,000	Zn ²⁺	1,000



Amplio rango de temperatura de 20 °C a 180 °C (hasta 150 °C en el rango de protección de explosión)

El baño calefactor eléctrico presenta una forma cónica optimizada y permite un calentamiento rápido y de bajo consumo de energía. El baño se puede emplear para aceite y agua. La alimentación posterior del baño con rebozadero garantiza un nivel constante. Y gracias a su acabado en acero especial de alta calidad y su fácil limpieza no hay problemas de corrosión.



Manejo fácil de entender

El panel frontal claro y funcional permite un manejo sencillo. La rotación del matraz se regula entre 5 y 100 r.p.m. mediante un convertidor de frecuencia.



Grifo compacto de entrada

El grifo de entrada se puede abrir y cerrar con un solo movimiento de la mano. Un resorte metálico garantiza una fuerza de presión definida y evita la rotura del vidrio. La dosificación de precisión se regula mediante un tornillo de ajuste.



Con la innovadora unión del cuello, el matraz de evaporación se instala de manera rápida y sencilla y se fija de manera segura mediante una llave de giro.



Vaciado del matraz por succión (opcional)

El contenido del matraz de evaporación se puede evacuar fácilmente por un tubo de PTFE. El extremo del tubo se posiciona en el punto más hondo mediante un imán, lo cual garantiza un vaciado completo.

Los elementos de seguridad de un vistazo

Valor teórico máximo ajustable de la temperatura.

Doble seguridad por el limitador mecánico de la temperatura de seguridad y el apagado automático de la calefacción del baño, en cuanto la temperatura excede el valor teórico en 15 °C.

Descenso automático del baño en caso de interrupción de la corriente desconectable.

El doble revestimiento del baño le protege del contacto con superficies calientes. Protección abatible contra salpicaduras, disponible como accesorio.

El revestimiento de «PLASTIC+GLAS» contra rotura de vidrio y astillamiento es estándar en el Rotavapor® R-250 y está disponible como opción en el R-250 EX.

Otros puntos a favor importantes

- Chasis con recubrimiento de polvo, inoxidable
- Construcción compacta que ahorra espacio
- Junta de vacío de un compuesto de PTFE a prueba de abrasión
- Piezas en contacto con el producto de vidrio de PTFE
- Calidad duradera y fiable de Büchi

El Rotavapor® R-250 EX – soluciones sofisticadas para la protección contra explosión

El Rotavapor® R-250 EX Büchi es un evaporador de rotación protegido contra explosión fácil de manejar, con baño calefactor eléctrico, único en el mundo. En el desarrollo del producto se han tenido en cuenta de manera consecuente las normas internacionales (IEC y CENELEC) y la directiva de la CE 94/9 (ATEX 95). El resultado son soluciones sofisticadas sin compromisos para todas las piezas relevantes para la protección contra explosión.



Todas las funciones se pueden dirigir mediante la unidad de manejo intrínsecamente segura.

Identificación:

CE₀₁₀₂  II 2 G EEx de I IIC T3-T4



Facilidad de manejo

El manejo de un Rotavapor® R-250 EX es el mismo que el de un evaporador de rotación no protegido contra explosión. La calefacción eléctrica y el motor de rotación controlable de precisión permiten trabajar de manera más exacta y reproducible que los sistemas calentados por vapor, hidráulicos o neumáticos.

Controlador de vacío

El R-250 EX incluye un controlador digital de vacío con clasificación de seguridad intrínseca y válvula magnética encapsulada. Una fácil selección del valor de vacío y de la histéresis en el rango de trabajo (de presión ambiente hasta 10 mbar), permite un proceso de destilación eficiente y seguro.

Clasificación en zonas (Puestos de trabajo conforme a ATEX 137):

Europa: Zonas 1 y 2 (Categoría 2 G), Grupo de gas IIC, Clase de temperatura T3 o T4.

(En los EEUU corresponde a: División 1, Clase 1, Grupo C y D, Clase de temperatura T3/T4).

Tipos de protección utilizadas

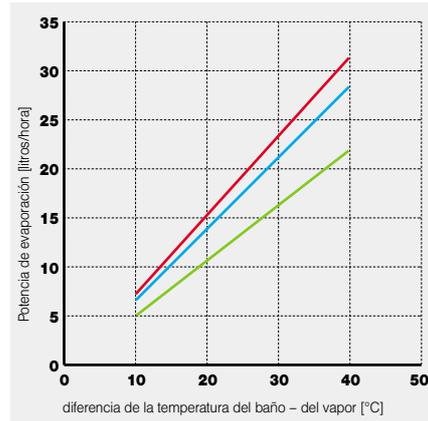
- Encapsulación a prueba de presión, control de calefacción, alzador del baño, sensor del nivel y motor de rotación conforme a EN 50018 (IEC 60079-1)
- Caja de toma de corriente del tipo protección de mayor seguridad de calefacción y motor de rotación conforme EN 50019 (IEC 60079-7)
- Panel de control de seguridad intrínseca conforme EN 50020 (IEC 60079-11)

Todo el equipo eléctrico y los sistemas de protección cumplen la directiva de la CE 94/9 (ATEX 95). La producción corresponde al módulo aseguramiento de la calidad de producción conforme a esta norma.

Destilaciones optimizadas

Una razón importante para utilizar un 50L Rotavapor es sin duda su alta capacidad de destilación, la cual depende en gran medida de los parámetros y del disolvente utilizado.

Potencia de evaporación impresionante



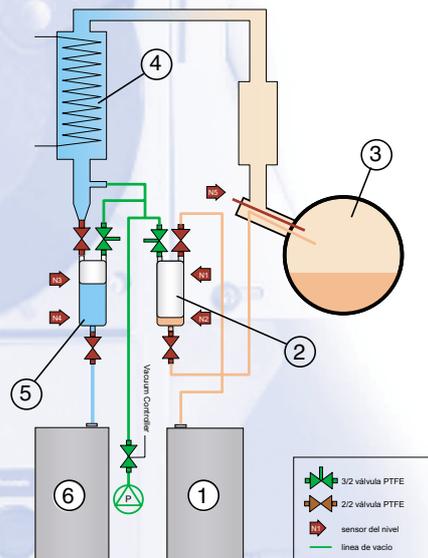
- acetona, matraz de 50 litros, 80 r.p.m.
- acetona, matraz de 50 litros, 30 r.p.m.
- acetona, matraz de 20 litros, 80 r.p.m.

Para otros disolventes son válidos los siguientes valores orientativos máximos: ($\Delta T = 40^\circ C$, montaje de vidrio descendente)

Disolventes	Potencia de evaporación [litros/hora]
Agua	5.8
Metanol	14
Etolol	19.5
Tolueno	36.5
Etilacetato	38
Hexano	55
Tricloroetano	40.5

Destilación continua

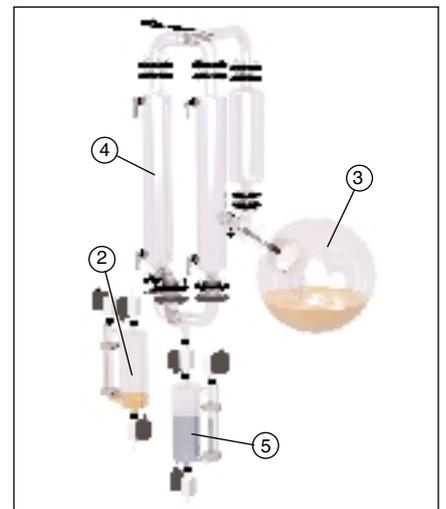
Es posible destilar de manera automática en continuo funcionamiento cantidades superiores mediante una modificación del montaje de vidrio y una unidad de mando. Durante este proceso células fotoeléctricas controlan la entrada de producto en el matraz de vaporación y la salida del destilado, lo cual tiene lugar en un equilibrio entre los volúmenes correspondientes. Este proceso es especialmente apropiado para el reciclaje del disolvente y para concentraciones (p. ej. cromatografía). El control ha sido concebido de manera que también es posible destilar «manualmente».



Descripción esquemática de la destilación continua

- 1 Depósito con producto
- 2 Recipiente de llenado
- 3 Matraz de evaporación
- 4 Condensador
- 5 Recipiente de recogida
- 6 Depósito de destilado

El sistema está bajo control de manera que en caso de error pasa a un estado de funcionamiento seguro y la destilación se interrumpe. Todos los componentes que entran en contacto con el producto están fabricados con materiales inertes.



Un control continuo se lleva a cabo tanto en el R-250 como en el R-250 EX. Por supuesto en la variante EX todos los componentes cumplen las normas ATEX más recientes.

Con gusto le proporcionaremos precios y más detalles si así lo solicita.

Accesorios a medida de sus necesidades

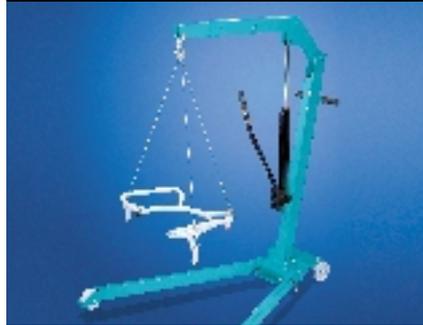
Soporte auxiliar para el matraz



Este bastidor de acero inoxidable, revestido, facilita la fijación y el desmontaje de los matraces de gran volumen. Una entalladura especial posibilita un fácil vaciado.

	Nº de pedido
50 l	41414
20 l	41410

Grúa de matraz



Los matraces de vidrio se pueden transportar y fijar con comodidad y seguridad mediante la grúa plegable y el soporte auxiliar (incluidos).

	Nº de pedido
	41494
prueba de explosión	41493

Protección contra salpicaduras



Tres segmentos abatibles, montados en el borde del baño, protegen contra salpicaduras y contacto con los medios calientes. Los paneles de policarbonato se pueden cambiar por separado.

	Nº de pedido
	41420

Manómetro digital (Ex)



Manómetro digital a pilas para la indicación precisa a $\pm 2\%$. Construcción de seguridad intrínseca y montable sobre armazón.

	Nº de pedido
	41425

Vacuum Controller V-800/V-805



Control simple o automático del vacío para la destilación eficiente y que cuida el producto, con función de temporizador integrada. Ambas versiones han sido diseñadas en el Rotavapor® R-250 para el ámbito no protegido contra explosión.

	Nº de pedido
V-800 230 V para R-250	40760
V-800 120 V para R-250	40761
V-805 230 V para R-250	40762
V-805 120 V para R-250	40763

Matraces de evaporación

	Nº de pedido
20 litros	41432
50 litros	41339

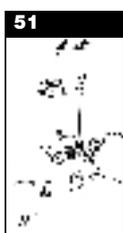
Matraces para secado de polvo

	Nº de pedido
20 litros	41393
50 litros	41394

Combine los componentes según sus necesidades

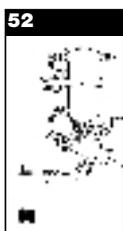
El Rotavapor® R-250 o R-250 EX se combina por el principio modular según convenga. Seleccione los módulos de vidrio y demás componentes y apunte los números correspondientes en las casillas verdes. La información de pedido para los accesorios se encuentra en la página anterior.

Puede elegir entre estos módulos



51 Reflujo

El módulo ideal para reacciones de reflujo y para la destilación de disolventes de alto punto de ebullición como tolueno u agua.



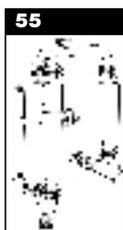
52 Reflujo Bullfrog

Idéntico funcionamiento que el reflujo estándar, pero de menos altura, gracias a la construcción más compacta de los refrigerantes.



54 Descendente

El módulo de vidrio descendente es especialmente adecuado para la destilación de disolventes de bajo calor de evaporación, para productos muy espumantes, así como para la recuperación de disolventes. El gran vaso de expansión evita que la espuma o aerosoles penetren en los refrigerantes.



55 Descendente con tercer refrigerante

Este módulo es recomendable cuando se requieren una condensación y partes de encuentro óptimas. El refrigerante adicional permite máxima refrigeración con disolventes volátiles o mezclas de condensación difícil.

su código de pedido:

8

Tipo de aparato

- 5** R-250 (400–440 V / 50–60 Hz)
6 R-250 EX (400–440 V / 50–60 Hz)

Clase de temperatura

- 0** Sin protección contra explosión (para R-250)
1 T3, hasta 175 °C (para R-250 EX)
2 T4, hasta 135 °C (para R-250 EX)

Vaciado del matraz

- 0** Sin vaciado del matraz
1 Con vaciado del matraz

Matraces de evaporación

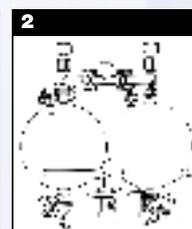
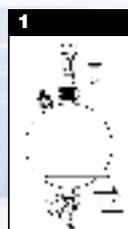
- C** 20 l Matraz de evaporación
D 50 l Matraz de evaporación
F 20 l Matraz de secado
G 50 l Matraz de secado

Unidad de condensación (Módulo de vidrio)

- 51** R2 Doble refrigerante de reflujo
52 RB2 Doble refrigerante de reflujo en versión Bullfrog
54 D2 Doble refrigerante descendente
55 D3 Doble refrigerante descendente con tercer refrigerante de reflujo

Unidad de recogida

- 1** 20 Recipiente simple 20 l
2 20W Recipiente intercambiable 2 × 20 l



Características técnicas	R-250	R-250 EX
Potencia de conexión	7,5 kW	
Tensión de conexión	400–440 V (3P + N), 50–60 Hz	
Potencia de evaporación	Hasta 8 l de agua/h, más con otros disolventes, según el calor de evaporación	
Chasis	Acero inoxidable, revestimiento de polvo	
Accionamiento de rotación	Motor de inducción, 0,75 kW	Motor de inducción, 0,75 kW EEx de II C T4
Control de la velocidad de rotación	Convertidor de frecuencia, 5–100 r.p.m.	
Control de protección contra explosión	No hay	Encapsulado a prueba de presión, EEx d II C T4
Manejo	Panel de control	Unidad de control de seguridad intrínseca, separada, EEx ia II C T4
Potencia de calefacción	6,6 kW, registro de calor < 3 W/cm ²	
Dimensiones del baño	Diámetro 610 mm, profundidad 320 mm	
Control de la calefacción del baño	Electrónico con PT-1000, precisión de regulación ± 2 °C	
Rango de temperatura del baño	0°–180 °C	0°–150 °C
Supervisión de nivel del baño	No hay	Liquiphant, EEx II C T4
Protección contra sobrecalentamiento	Circuito separado de supervisión con puesta a cero mecánica, seguro adicional en caso de sobrepasar el valor nominal por 15 °C	
Alzador del baño	Accionamiento encapsulado ajustable, IP 65	Motor DC 24 V con engranaje lineal, EEx d II C T4
Batería	Acumulador PB 12 V	
Medición de la temperatura de vapor	PT-1000	
Montaje de vidrio	Refrigerante en paralelo de 0,6 m ² , refrigerante destilado 0,08 m ²	
Indicación	Temperatura de vapor, temperatura de baño, velocidad de rotación	Temperatura de vapor, temperatura de baño, velocidad de rotación, vacío
Ventilación	Válvula integrada, ventila en caso de corte de corriente o pulsación de tecla, con conexión de gas inerte	Ventilación por mangueta de ventilación
Bomba de vacío	Potencia de aspiración recomendada > 5 m ³	
Consumo de agua de refrigeración	200–400 l/h	
Peso	160 kg sin vidrio	250 kg sin vidrio
Dimensiones	Longitud: 145 cm, Anchura: 85 cm Altura: 210–245 cm (según módulos de vidrio)	

BÜCHI Labortechnik AG
Postfach
9230 Flawil 1
Schweiz

Tel. +41 71 394 63 63
Fax +41 71 394 65 65
buchi@buchi.com
www.buchi.com

BÜCHI Labortechnik GmbH
Branch Office Netherlands
Postbus 142
3340 AC Hendrik Ido Ambacht
The Netherlands
Tel. +31 78 684 94 29
Fax +31 78 684 94 30
netherlands@buchi.com
www.buchi.com

BUCHI Sarl
5, rue du Pont des Halles
Z.A. du Delta
94656 Rungis Cedex
France
Tél. +33 1 56 70 62 50
Fax +33 1 46 86 00 31
france@buchi.com
www.buchi.fr

BUCHI Analytical Inc.
19 Lukens Drive
New Castle,
Delaware 19720
USA
Tel. +1 302 652 3000
Fax +1 302 652 8777
us-sales@buchi.com
www.buchi-analytical.com

BACC BUCHI
ASEAN Competence Center
U&V Holding (Thailand) Co. Ltd.
99/99 Soi Tiwanon 38,
Tiwanon Road
Thasai Nonthaburi 11000
Thailand
Tel. +66 2 950 76 77
Fax +66 2 950 72 47
bacc@buchi.com
www.buchi.com

BUCHI SMP
Services Private Ltd.
201, Magnum Opus
Shantinagar Industrial Area
Vakola, Santacruz (East)
Mumbai 400 055
India
Tel. +91 22 56 98 94 50
Fax +91 22 56 98 94 52
smplisp@vsnl.com
www.buchi.com

BÜCHI Labortechnik GmbH
Postfach 10 03 51
45003 Essen
Deutschland
Freecall 0800 414 0414
Fax +49 201 237 082
deutschland@buchi.com
www.buechigmbh.de

BÜCHI Italia s.r.l.
Centro Direzionale, Milano Fiori,
Pal. A-4, Strada 4,
20090 Assago (MI)
Italia
Tel. +39 02 824 50 11
Fax +39 02 57 51 28 55
italia@buchi.com
www.buchi.it

BUCHI Analytical Ltd.
Link House,
Stakehill Industrial Park, Middleton
Manchester M24 2RH
Great Britain
Tel. +44 161 654 6060
Fax +44 161 643 7510
uk-sales@buchi.com
www.buchi-analytical.co.uk

Nihon **BUCHI** K.K.
7F Kojima Bldg. 2-11-10 Ueno
Taïto-ku, Tokyo 110-0005
Japan

Tel. +81 3 5807 5599
Fax +81 3 5807 5598
nihon@buchi.com
www.buchi.com

We are represented by more than 100 distribution partners worldwide. Find your local representative at www.buchi.com

Delta P

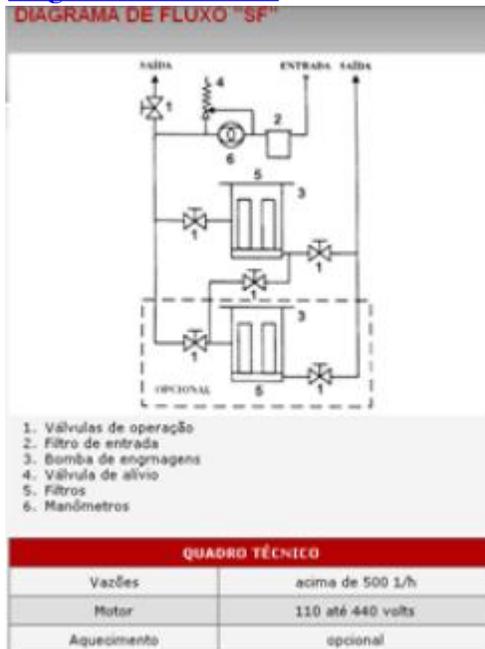
Sistemas de Recuperação e Purificação de óleos

Modelos - SFA 1000 / SFA 2000 / SFA 3000



Os elementos são intercambiáveis, possibilitando a filtragem de vários tipos de fluidos tais como: óleos hidráulicos, óleos lubrificantes, óleos de corte, produtos químicos, óleos vegetais e outros.

Diagrama de fluxo "SF"



APÊNDICE

Apêndice A - Check list dos Procedimentos e Instalações de Laboratório de Anatomia.

REFERENTE ÀS INSTALAÇÕES DOS LABORATÓRIOS	SIM	NÃO
Odor de formol na entrada do prédio	X	
Odor de formol nas salas de aula prática	X	
Presença de exaustores adequados		X
Ventilação natural	X	
Iluminação adequada		X
Equipamentos elétricos protegidos		X
Sinalização de segurança		X
EPI's individuais	X	
EPI's coletivos		X
Local adequado para armazenamento do formol		X
Tanques fechados		X
Ralos de escoamento escamoteável		X
REFERENTE AO PROCEDIMENTO DE PREPARO DAS SOLUÇÕES		
Higienização das peças	X	
Uso de EPI's	X	
Quantidade de formol especificada		X
Controle de pH		X
Controle do tempo de repouso das peças	X	
Registro do preparo e data		X
REFERENTE A MANUTENÇÃO DA QUALIDADE DA SOLUÇÃO		
Controle do pH mensal		X
Acompanhamento da quantidade de formol mensal		X
Controle microbiológico		X
Uso de EPI-s		X
Repouso das peças acima do tanque para retirada do excesso de formol antes da manipulação		X
Lavagem das peças e conseqüente diluição da solução	X	
Renovação semestral das soluções	X	
Renovação das peças		X