



Efeitos toxicológicos do formaldeído: revisão bibliográfica

6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Valadão J.C¹, Mandelli J.T², Ma. Crippa L.B³, Furlan S.M⁴, Schuster R.C⁵.

¹Centro Universitário da Serra Gaúcha (comellivaladao@bol.com.br)

²Centro Universitário da Serra Gaúcha (juliatmandelli@outlook.com)

³Centro Universitário da Serra Gaúcha (Liziane.crippa@fsg.br)

⁴Centro Universitário da Serra Gaúcha (matefurlan@gmail.com)

⁵Centro Universitário da Serra Gaúcha (rodrigo.schuster@fsg.br)

Resumo

O formaldeído é uma substância tóxica e carcinogênica (NIOSH, 1993) comumente utilizada em laboratórios, cosméticos, agrotóxicos, corantes, tintas, germicidas, fungicidas, drogas e cigarros. É da família dos aldeídos e apresenta a liberação de um gás de odor forte, e sufocante. Inalações acima de 10 ppm provocam irritação do trato respiratório, tosse e espasmos. Em casos mais graves, onde há exposição acima de 20 ppm, pode causar bronquite asmática, edema pulmonar e pneumonia. Acima de 50 ppm, considera-se um caso severo, ocasiona apatia, perda de consciência e óbito (INCA, 2009). Hayasaka et al. (2001) descreveram que o contato com o produto provoca danos à retina e ao nervo óptico e os riscos do contato com a pele incluem irritação, ressecamento, fissuras, dermatite por contato e necrose (WOOD E COLEMAN, 1995). Essa pesquisa é uma revisão bibliográfica referente à produção de artigos científicos referentes ao formaldeído e seus riscos à saúde humana utilizando publicações do período de 1999 a 2012. Avaliar os riscos ocupacionais associados ao formaldeído e sua relação com alterações em processos fisiológicos através de uma revisão de estudos publicados em databases de literatura científica. Após a análise dos dados coletados, pode-se concluir que o formol é extremamente perigoso e necessita de mais atenção durante o uso. Quanto à produção de artigos sobre o formaldeído, nota-se que as publicações são de grande escassez, visto que, o período de coleta dos estudos precisou ser estendido para que o número de obras fosse satisfatório, garantindo a qualidade da informação.

Palavras-chave: Formaldeído. Toxicidade. Riscos.

Área Temática: Química Ambiental.

Toxicological effects of formaldehyde: literature review

Abstract

Formaldehyde is a toxic and carcinogenic substance (NIOSH, 1993) commonly used in laboratories, cosmetics, pesticides, dyes, inks, germicidal, fungicides, drugs and cigarettes. Is the family of aldehydes and presents the release of a strong odor, gas and stifling. Inhalations above 10 ppm cause respiratory tract irritation, cough and spasms. In more severe cases, where there is exposure above 20 ppm, can cause asthmatic bronchitis,



pulmonary edema and pneumonia. Above 50 ppm, it is considered a severe case, causes apathy, loss of consciousness and death (INCA, 2009). Hayasaka et al. (2001) described the contact with the product causes damage to the retina and the optic nerve and skin contact risks include irritation, dryness, cracks, contact dermatitis and necrosis (WOOD and COLEMAN, 1995). This study is a literature review on the production of scientific articles concerning formaldehyde and its risks to human health using publications from 1999 to 2012 period. Assess the occupational hazards associated with formaldehyde and your relationship with changes in physiological processes through a review of studies published in databases of scientific literature. After the analysis of the data collected, it can be concluded that formaldehyde is extremely dangerous and requires more attention during use. As the production of articles on formaldehyde, note that the publications are of great famine, since the period of collection of the studies had to be extended for the number of works were satisfactory, ensuring the quality of the information.

Key words: Formaldehyde. Toxicity. Risks.

Theme Area: Environmental Chemistry

1 Introdução

O formaldeído é uma substância tóxica e carcinogênica (NIOSH, 1993) comumente utilizada em laboratórios, produtos cosméticos, agrotóxicos, corantes, tintas, germicidas, fungicidas, drogas e cigarros. É da família dos aldeídos e tem como fórmula química CH₂O, portanto, é composto por um carbono, dois hidrogênios e um oxigênio. Reage perigosamente com dióxido de nitrogênio (NO₂), ácido perclórico, álcalis, aminas e agentes oxidantes fortes, além de reagir 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 (FISPQ, 2008).

Existem diversos nomes normalmente associados ao formaldeído como o próprio metanal, o formol, a formalina, ou até aldeído fórmico. Porém, o produto da metabolização do formol, o ácido fórmico, nem sempre é lembrado em associação ao aldeído, pois recebe muitas vezes o nome de ácido metanoico. Muito utilizado na indústria farmacêutica e têxtil, na medicina, como acaricida, como catalisador químico para produzir PVC, cafeína, adoçantes, antibióticos e afins; é um ácido corrosivo, solúvel em água, extremamente tóxico e inflamável. O CH₂O₂ pode ser utilizado como biomarcador para a exposição ao formaldeído a partir da avaliação da presença de ácido fórmico na urina (M. COELHO, 2009). Associado às normas de biossegurança, essa técnica pode auxiliar na fiscalização em prol da saúde de trabalhadores, sejam eles do meio estético, laboratorial, industrial ou até mesmo hospitalar, pois o formaldeído é também utilizado na esterilização de objetos que não podem ser autoclavados.

O valor máximo de exposição ao formaldeído é representado em partículas por milhão (ppm). No Brasil, a normatização permite valores de 1,6 ppm por no máximo 48 horas de exposição semanal (NR-15/3214), já nos EUA, os valores são um pouco menores, 1 ppm durante no máximo 40 horas semanais (OSHA). Esses níveis trazem à tona uma grande preocupação sobre os reais efeitos no organismo de pessoas expostas a esse produto químico. O presente artigo tem como objetivo, avaliar os riscos ocupacionais associados ao formaldeído e sua relação com alterações em processos fisiológicos através de uma revisão de estudos publicados em databases de literatura científica.



2 Metodologia

A presente pesquisa trata-se de uma revisão bibliográfica referente à literatura científica sobre o formaldeído e seus riscos a saúde humana e animal, utilizando artigos do período de 1999 a 2012. Os mesmos foram analisados seletivamente através da interpretação dos dados, caracterizados pelo interesse do conteúdo para a pesquisa. Utilizou-se das plataformas de dados online referentes à literatura científica como: LILACS, PubMED, SciELO, BVS, e Google Acadêmico. Além disso, utilizou-se da pesquisa em sites de órgãos responsáveis pela normatização da exposição pela manipulação ocupacional de produtos químicos e de outras substâncias perigosas para a saúde do trabalhador como a ANVISA do Brasil, a OSHA e a NIOSH dos Estados Unidos.

Os termos utilizados para a pesquisa nas databases foram: toxicity, formaldehyde, formaldeído, metanal, toxic gas e formol após determinação conceitual do grupo de pesquisa e da orientação. Por fim, não houve necessidade de autorização do Comitê de Ética e Pesquisa por se tratar de um artigo de revisão.

3 Resultados e Discussão

Formaldeído como fungicida

O formaldeído é utilizado também na confecção de germicidas e fungicidas agrícolas, além disso, encontra-se em laboratórios de Anatomia Humana para a conservação dos corpos devido ao baixo custo e fácil obtenção. Spicher e Peters (1976) realizaram um teste que determinou a resistência dos microorganismos em diferentes concentrações de formaldeído. Os fungos testados foram *Aspergillus niger* e *Candida albicans*, que não necessitaram de concentrações de formaldeído maiores que 2,9% para sua morte.

Formaldeído em laboratório

O formaldeído em suas diversas apresentações possui importantes funções em laboratórios como, por exemplo, na conservação cadavérica, como fungicidas, na produção de cosméticos e drogas, para soluções de ureia e toureia, na fabricação de explosivos e no endurecimento de galatinas, albuminas e caseínas. Tais aplicações, sejam elas diretas ou não, trazem riscos à saúde dos profissionais que entram em contato com o formaldeído. Devido ao seu alto grau de volatilidade, o formol (solução de formaldeído + H₂O) evapora e pode ser inalado ou até mesmo absorvido pela pele. A frequente exposição pode ser tóxica e afetar a integridade física daqueles em contato com esse aldeído.

Formaldeído no meio ambiente

Na atmosfera, a concentração de formaldeído é baixa, em áreas urbanas corresponde a 0,02mg/m³ (IARC 2004-vol.88). Porém, apesar de existirem normas que regularizam a emissão de formaldeído por indústrias e veículos, os veículos a diesel emitem em média cerca de 65,85 mg/km de formaldeído (Abrantes R et al) o que pode ou não ser uma via de risco para a intoxicação. Esse aldeído não é a causa principal dos casos de intoxicação pela poluição, mas, sem dúvida é um agravante para as doenças respiratórias.

Durante o levantamento bibliográfico foram encontrados 25 artigos, sendo 12 excluídos devido à fuga ao tema, totalizando 13 artigos os quais as conclusões serão representadas no quadro 1.



6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente
Bento Gonçalves – RS, Brasil, 10 a 12 de Abril de 2018

Quadro 1 - Distribuição das informações encontradas nos artigos sobre os efeitos toxicológicos do formaldeído.

Artigo	Autor	Data de Publicação	Área de Aplicação	Conclusão
Efeito do formaldeído na atividade mucociliar.	NEYRET, C.M.F	1999	Laboratório Meio Ambiente Laboral	O estudo conclui que o formaldeído afeta a mucosa ciliar mesmo quando em níveis abaixo do limite permitido.
Determinação de formaldeído no ar em ambientes internos não industriais.	BORTOLLI, A.A et al.	2000	Laboratório Meio Ambiente Laboral	O artigo conclui que as concentrações internas do formaldeído dos locais testados foram inferiores aos limites permitidos e/ou recomendados. As únicas exceções do estudo foram os laboratórios que ultrapassaram ou chegaram ao limite sugerido de concentração de formaldeído em ambientes internos não industriais.
Resultados de estudos experimentais de longo prazo sobre a carcinogenicidade do formaldeído e do acetaldeído em ratos.	SOFFRITTI M	2002	Laboratório Meio Ambiente Laboral	Verificou-se no estudo que o formaldeído e o acetaldeído produziram um aumento nos tumores malignos nos grupos tratados e apresentaram efeitos carcinogênicos específicos em vários órgãos e tecidos.
Caracterização das emissões de aldeídos de veículos do ciclo diesel.	ABRANTES, R et al.	2005	Meio Ambiente	Conclui-se que a emissão de aldeídos provenientes de veículos movidos a diesel como o formaldeído foi significativa quando comparada com as emissões de outros veículos.
Toxicidade aguda e histopatológica do fígado de Larvas de trairão (<i>hoplias lacerdae</i>) expostas à solução aquosa de formaldeído a 10%.	CRUZ, C.D et al.	2005	Meio Ambiente	O artigo conclui que a solução aquosa de formaldeído a 10% (formol) pode ser utilizada para testes terapêuticos ou profiláticos em larvas de trairão, porém são necessários alguns cuidados com sua utilização devida moderados toxicidade aguda.
Potencial de risco para a saúde ocupacional de docentes, pesquisadores e técnicos de anatomia expostos ao formaldeído.	D.A.L VERONEZ et al.	2006	Laboratório Meio Ambiente Laboral	Constatou-se que a exposição ocupacional ao formaldeído causa irritação nas membranas mucosas dos olhos, nariz, cavidade nasal, faringe e laringe. Podendo também causar cefaleia, sonolência, náusea, irritação cutânea por contato frequente e exposição prolongada, além do alto risco carcinogênico mutagênico e teratogênico.



6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente
Bento Gonçalves – RS, Brasil, 10 a 12 de Abril de 2018

Efeito do formaldeído inalado na aprendizagem e memória de camundongos.	Z, Lu et al.	2008	Laboratório Meio Ambiente Laboral	Os achados indicam que o formaldeído inalado não afeta a memória em níveis mais baixos que 3 mg/m ³ de formaldeído gasoso. Os danos induzidos pelo estresse oxidativo no cérebro podem a causa para os efeitos observados.
O formaldeído em ambiente laboral: determinação do ácido fórmico em urina de trabalhadores de uma fábrica produtora de formaldeído	COELHO, M.C	2009	Meio Ambiente Laboral	O estudo encontrou diferenças significativas entre o grupo controle e o grupo de trabalhadores, comprovando a relevância da utilização dos valores de ácido fórmico na urina para a biomarcação de exposição ao formaldeído.
Avaliação do formaldeído como fungicida no laboratório de anatomia humana.	PRZYBYSZ, C. H. et al.	2009	Laboratório Meio Ambiente Laboral	Concluiu-se no estudo que a concentração do formol utilizado na conservação dos cadáveres impossibilitou o crescimento de espécies fúngicas patológicas nas bancadas de estudo, bem como no tanque de conservação.
Efeitos na saúde do formaldeído, como poluente no ar interno	SAKAMOTO , T	2010	Laboratório Meio Ambiente Laboral	A exposição ao formaldeído entre estudantes de medicina e professores que dissecam cadáveres no laboratório de anatomia bruta abre a possibilidade de eventuais problemas de saúde. A prevenção da exposição ao formaldeído pode reduzir a incidência e a gravidade das condições a ele associadas.
Toxicidade do formaldeído: Uma revisão sistemática da Literatura	CITTADIN, E.C.	2010	Laboratório Meio Ambiente Laboral	A revisão de literatura indica que as publicações referentes aos efeitos tóxicos do formaldeído a saúde humana, ainda são muito reduzidas mas é possível comprovar que o produto pode gerar inúmeros problemas à saúde.
Pesquisa de carcinogenicidade de formaldeído: 30 anos e contagem de modo de ação, epidemiologia e avaliação de risco de câncer.	J.A SWENBERG et al.	2012	Laboratório Meio Ambiente Laboral	O trabalho cita a complexidade da exposição fisiológica constante a um carcinógeno conhecido exige que novas formas de pensar sejam incorporadas nas determinações da avaliação do risco de câncer para o formaldeído como para outros carcinógenos endógenos e o papel deles no dano do DNA e na mutagênese.



6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente
Bento Gonçalves – RS, Brasil, 10 a 12 de Abril de 2018

Toxicidade aguda e histopatológica em peixes ornamentais Corredora Bicuda (<i>Corydoras melanistius</i>) expostos a formalina.	R.F.B SANTOS et al.	2012	Meio Ambiente	A formalina, variante do formaldeído, pode ser considerada pouco tóxica para a Corredora Bicuda, mas causa alterações morfológicas acentuadas quando expostas a concentrações elevadas. O uso no rio de coleta dos peixes com a utilização de dosagens erradas como o vazamento de uma indústria pode causar impactos ambientais e biológicos negativos.
--	---------------------	------	---------------	--

Após a análise das informações contidas nos artigos, foi possível concluir que o formaldeído é um produto químico de alta toxicidade, sendo sua exposição prejudicial à saúde. Seus principais efeitos de acordo com a forma de contato estão evidenciados no quadro 2.

Quadro 2 - Efeitos da intoxicação por formaldeído

Efeitos Agudos Locais	Possíveis Consequências
Inalação	Irritação do trato respiratório, queimadura das mucosas, dificuldade na respiração e tosse.
Ingestão	Vômitos hemorrágicos, ânsia, dor no abdômen, choque e/ou dano aos rins e morte.
Contato com os olhos	Hipersensibilidade (congestão nasal, dificuldade de respiração, ataque asmático) e queimadura corneana.
Contato com a pele	Irritação, endurecimento e rachaduras, causando hipersensibilidade e risco de edema.
Efeitos Agudos Sistêmicos	Possíveis Consequências
Funcional	Diminuição da função pulmonar, nefrite e hepatotoxicidade
Neuronal	Coma e depressão do SNC
Efeitos Crônicos	Possíveis Consequências
Contato com a pele	Dermatite sensitiva

Fonte: adaptado de ficha de informações sobre produtos químicos formol (Kindukern do Brasil e Química Ltda. Re. Fev. 2008.)

O gás liberado pelo formaldeído apresenta forte odor, pungente e sufocante. Inalações acima de 10 ppm provocam irritação do trato respiratório, tosse, dispneia e espasmos da laringe. Em casos mais graves, onde há exposição acima de 20 ppm, pode causar bronquite asmática, edema pulmonar e pneumonia. Acima de 50 ppm, sendo considerados casos severos, ocasiona apatia, perda de consciência e óbito (INCA, 2009). Monticello et al. (1989) estudaram lesões no trato respiratório após a exposição de macacos Rhesus ao formaldeído, identificando degeneração precoce e leve metaplasia escamosa do epitélio das fossas nasais, traqueal e dos brônquios principais. Hayasaka et al. (2001) descreveram que o contato com o formaldeído provoca danos à retina e ao nervo óptico.

Os riscos do contato com a pele incluem irritação e ressecamento da pele, vermelhidão, fissuras, alteração de tonalidade das unhas, dermatite por contato e necrose da epiderme (WOOD E COLEMAN, 1995). A exposição da pele a produtos químicos vêm aumentando e tornou-se um fato preocupante. Em 2006, o Laboratório Bureau contabilizou



6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente Bento Gonçalves – RS, Brasil, 10 a 12 de Abril de 2018

41.400 ocorrências de doenças cutâneas em indivíduos que entraram em contato com o formaldeído.

As propriedades mutagênicas e carcinogênicas do formaldeído são outros fatores preocupantes. O Instituto Nacional do Câncer (NIC) dos EUA tem, desde 1980, realizado estudos que avaliam a capacidade carcinogênica do formaldeído. Seus resultados fornecem a OSHA informações para avaliar os potenciais efeitos sobre a saúde de trabalhadores que estão em constante exposição a esse produto químico.

Elvers et al. (1989) realizou estudos com ratos, demonstrando que o formaldeído possui uma elevada incidência de carcinoma nasal após a inalação em grande quantidade (14 ppm) por 24 horas. Já a inalação de 15 ppm durante 6 horas por dia, ocasionou a formação de úlceras na mucosa de revestimento da cavidade nasal após 3 dias de exposição.

O Instituto Nacional do Câncer estudou 25.619 trabalhadores expostos ao formaldeído e relatou risco de morte, devido ao desenvolvimento de leucemia mieloide (HAUPTMANN et al., 2003). Coggnon et al. (2003) também desenvolveram uma pesquisa relacionada à relação da exposição de 14.014 trabalhadores industriais expostos cumulativamente ao formaldeído e ocorrências de morte por leucemia. Corroborando com esses resultados, os centros de pesquisa NIC e NIOSH desenvolveram um estudo com 11.039 trabalhadores têxteis, associando a duração da exposição ao formaldeído e o número de ocorrências de morte por leucemia (KEITON et al., 2004).

4 Conclusão

Pode-se concluir que o formaldeído é um produto químico de alta toxicidade, podendo trazer inúmeros riscos à saúde daqueles que a ele são expostos, principalmente no âmbito ocupacional onde há um ambiente corroborativo para a presença de maiores concentrações de formaldeído. Orientações devem ser passadas a quem lida frequentemente com esse produto, para que lhe sejam esclarecidos os riscos e tomem os devidos cuidados como a utilização correta dos EPI's e EPC's, evitando prejuízos a longo prazo e acidentes. Além disso, deve-se estudar possibilidades em diminuir a utilização do formaldeído em atividades ocupacionais, sendo possível, erradicar o uso deste produto.

Poucas pesquisas atuais foram encontradas, reforçando a necessidade de se pesquisar mais e produzir mais artigos sobre esse assunto.

5 Referências

- ABRANTES, R; ASSUNÇÃO, J.V; HIRAI, E.Y; Caracterização das emissões de aldeídos de veículos do ciclo diesel. **Rev Saúde Pública.** 39(3):479-85, 2005.
- BORTOLLI, A.A et al. Determinação de formaldeído no ar em ambientes não industriais. In: CONGRESSO DE AR CONDICIONADO, REFRIGERAÇÃO, AQUECIMENTO E VENTILAÇÃO DO MERCOSUL, Rio Grande do Sul, 2000. **Mercofrio**, Rio Grande do Sul, 2000;
- BUREAU OF LABOR STATISTICS: banco de dados. Disponível em: <<http://www.bls.gov>>. Acesso em: Nov de 2017.
- COELHO, M.C. **O formaldeído em ambiente laboral: determinação do ácido fórmico em urina de trabalhadores de uma fábrica produtora de formaldeído: dissertação.** Porto/Portugal: U.Porto, 2009. Dissertação de Mestrado em Toxicologia Analítica, Clínica e Forense, Faculdade de Farmácia. Universidade do Porto, 2009.
- COGGN, O.N; HARRYS, E.C; POOLE, J; PALMER, K.T. Extended follow-up of a cohort



6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente
Bento Gonçalves – RS, Brasil, 10 a 12 de Abril de 2018

Of British chemical workers exposed to formaldehyde. **Journal of the National Cancer Institute.** Washington, v.95, n.29, p.1608-1615.

D.A.L VERONEZ, et al. Potencial de risco para a saúde ocupacional de docentes, pesquisadores e técnicos de anatomia expostos ao formaldeído. **InterfaCHS**, Curitiba PR, 2006.

ELVERS, B; et al. Formaldehyde. In: ULLMAN'S Encyclopedia of industrial chemistry, 5th ed. Weinheim: Wiley-VHC, p.619-640, 1989.

FICHA DE INFORMAÇÕES SOBRE PRODUTOS QUÍMICOS FORMOL: Kindukern do Brasil e Química Ltda. Re. Fev. 2008. Acesso em: Nov de 2017.

HAUPTMANN, et al. Mortality from solid cancers among workers in formaldehyde industries. **American Journal of Epidemiology.** Baltimore, v.159, n.12, p.1117-1130, 2004.

HAYASAKA, Y; HAYASAKA, S; NAGAKI, Y. Ocular changes alter intravitreal injection of methanol formaldehyde, or formate in rabbits. **Pharmacol Toxicol.** Copenhagen, v.89, n.2, p.74-78, 2008.

INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER (INCA). Formol ou Formaldeído: banco de dados. Disponível em: <<https://www.inca.gov.br>>. Acesso em: Nov de 2017.

KERTON, L.E.P, et al. Mortality among a cohort of garment workers exposed to formaldehyde: an update occupational. **Environmental Medicine.** Denver, v.61, p.193-200, 2004.

LU Z, LI CM, QIAOY, YAN Y, YANG X. Effect of inhaled formaldehyde on learning and memory of mice. **Indoor Air.** 2008 Apr;18(2):77-83.

MONTICELLO, T.M; MORGAN, K.T; EVERIT, J.I; POPP, J.A. Effects of formaldehyde gas on the respiratory tract of rhesus monkeys. Pathology and cell proliferation. **American Journal of Pathology.** Philadelphia, v.134, p.515-527, 1989.

NEYRET, C.M.F. Efeito do formaldeído na atividade mucociliar. **Fisioterapia Universidade de São Paulo**, v.6, p.19-35, 1999.

PRZYBYSZ, C. H; SCOLIN, E. Avaliação do formaldeído como fungicida no laboratório de anatomia humana. **Revista F@ciência**, Apucarana-PR, ISSN 1984-2333, v.5, n. 12, p. 121-133, 2009.

R.F.B SANTOS et al. Toxicidade aguda e histopatológica do fígado de larvas de traíraõ (hoplias lacerdae) expostas à solução aquosa de formaldeído a 10%. **Pesticidas: ecotoxicologia e meio ambiente**, Curitiba, v. 15, p. 21-28, jan./dez. 2005.

RUDA F.B.S, DIAS, H.M, FUJIMOTO, R.Y. Acute toxicity and histopathology in ornamental fish amazon bluespotted corydora (Corydoras melanistius) exposed to formalin. **Anais da Academia Brasileira de Ciências.** 84(4): 1001-1007, 2012.

SWENBERG J.A, MOELLER B.C, LU, K, RAGER K.J, FRY K.C, STARR T.B. Formaldehyde Carcinogenicity Research: 30 Years and Counting for Mode of Action, Epidemiology, and Cancer Risk Assessment. **Society of Toxicologic Pathology.** 00:19,2012.

WOOD, R.W; COLEMAN, J.B. Behavioral evaluation of the irritant properties of formaldehyde. **Toxicol Appl Pharmacol.** New York, v.130, n.1, p.67-72,1995.