



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - LICENCIATURA

DAVID DA SILVEIRA

**EFEITOS DELETÉRIOS DO FORMALDEÍDO NA SAÚDE DE COLABORADORES
E ESTUDANTES DE ÁREAS DA SAÚDE - REVISÃO DE LITERATURA**

Florianópolis

2022

DAVID DA SILVEIRA

**EFEITOS DELETÉRIOS DO FORMALDEÍDO NA SAÚDE DE COLABORADORES
E ESTUDANTES DE ÁREAS DA SAÚDE - REVISÃO DE LITERATURA**

Trabalho de conclusão de curso submetido ao Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para obtenção do título de licenciado.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Daniella Serafin Couto Vieira

Florianópolis

2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

da Silveira, David
EFEITOS DELETÉRIOS DO FORMALDEÍDO NA SAÚDE DE
COLABORADORES E ESTUDANTES DE ÁREAS DA SAÚDE - REVISÃO DE
LITERATURA / David da Silveira ; orientadora, Daniella
Serafin Couto Vieira , 2022.
34 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências
Biológicas, Graduação em Ciências Biológicas, Florianópolis,
2022.

Inclui referências.

1. Ciências Biológicas. 2. Câncer. 3. Exposição
Ocupacional. 4. Biossegurança. I. , Daniella Serafin Couto
Vieira. II. Universidade Federal de Santa Catarina.
Graduação em Ciências Biológicas. III. Título.

David da Silveira

**EFEITOS DELETÉRIOS DO FORMALDEÍDO NA SAÚDE DE COLABORADORES
E ESTUDANTES DE ÁREAS DA SAÚDE - REVISÃO DE LITERATURA**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de Licenciado e aprovado em sua forma final pelo Curso de Graduação em Ciências Biológicas.

Florianópolis, 01 de dezembro de 2022.

Insira neste espaço
a assinatura

Coordenação do Curso

Banca examinadora

Insira neste espaço
a assinatura

Prof.^a Dr.^a Daniella Serafin Couto Vieira, MD, MSc, PhD

Orientadora

Insira neste espaço
a assinatura

Prof. Dr. Felipe Perozzo Daltoé, DDS, MSc, PhD

Universidade Federal de Santa Catarina

Insira neste espaço
a assinatura

Dr.^a Lisléia Golfetto, PharmD, MSc, PhD

Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis, 2022.

Dedico esse estudo a cada profissional da saúde que trabalhou ao meu lado no laboratório de anatomia patológica do Hospital Universitário Polydoro Ernani de São Thiago na UFSC e a cada estudante que teve ou terá sua saúde afetada pela exposição ao formaldeído.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha irmã Juliana da Silveira por ser minha motivação diária para ser uma pessoa melhor e evoluir cada vez mais, fazendo com que eu busque sempre me aperfeiçoar para fornecer a ela um futuro grandioso, alegre e sem dificuldades, para que ela possa se dedicar exclusivamente aos estudos, caso queira, e não precise dividir a rotina com um trabalho exaustivo.

A minha ex-esposa e grande amiga Larissa Silva de Souza que me acompanhou nesses longos cinco anos de graduação e me apoiou em cada obstáculo que tive nessa jornada, agradeço por me apoiar e não deixar que eu desistisse em momentos que eu achava que não conseguiria mais dar continuidade a rotina exaustiva de faculdade e trabalho.

A minha prima Michelle Cilene da Silveira que em meus momentos de crises depressivas e de ansiedade, me apoiou psicologicamente e me mostrou caminhos que na minha visão não existiam, me fez não desistir do curso, do trabalho e acima de tudo, da vida.

Ao meu falecido pai Timóteo David da Silveira, que entre altos e baixos, me ensinou a ser quem sou hoje e fez de mim uma pessoa mais forte e, minha mãe Simone Celina da Silva que mesmo com muitos problemas entre nós, ainda assim me deu apoio necessário para seguir meu caminho.

Aos profissionais que trabalharam ao meu lado no Hospital Universitário da UFSC, em especial a servidora Renata Ceolato Parracho que foi minha supervisora de estágio nos anos de 2018 e 2019, me dando a chance de conhecer esse mundo que é um laboratório de anatomia patológica em um hospital escola ainda na segunda fase do curso.

A Doutora Daniella Serafin Couto Vieira que me apoiou em todas as fases do curso, me mostrando que ajudar as pessoas é o ato mais grandioso que podemos fazer em vida e que devemos exercer a profissão que escolhermos com o maior amor possível, e que inclusive veio a se tornar minha orientadora, dispondo do seu tempo e dedicação para que pudéssemos executar essa pesquisa com excelência.

Aos meus amigos pessoais e virtuais, em especial Rafael Navarro, Bruno de Paulo e Danilo Satti, que me deram todo apoio necessário em momentos de fraqueza, me animando com conversas e jogando comigo em momentos que eu precisava de descontração e esquecer um pouco o mundo real.

A minha professora supervisora de estágio e também companheira, Mayana Lacerda Leal, por me mostrar um mundo que eu não imaginava existir dentro da docência, me apoiando em cada passo dessa etapa final do curso, fazendo com que eu conseguisse dar um último gás para terminar a graduação com excelência e ânimo para mudar todo meu projeto de vida.

Por fim, aos meus gatos Cookie, Gina, Wanda, Harry, Frederico e Rony, que me deram apoio emocional mesmo não tendo compreensão disso, foram importantes para que eu conseguisse enfim finalizar mais essa caminhada.

“ Se a educação sozinha não transforma a sociedade, sem ela tampouco a sociedade muda. ” - Paulo Freire

RESUMO

Introdução: O formaldeído é um produto químico incolor, com odor forte, conhecido também como aldeído fórmico, formol ou formalina. É utilizado para preservar peças anatômicas e cadáveres, com ações bactericidas e anti-sépticas. A exposição ocorre devido a substância ter alta volatilidade e liberar gases no ambiente laboratorial, que atingem diretamente os profissionais da área de saúde, professores e estudantes. Os efeitos mais comuns relacionados à exposição a curto prazo são: irritação ocular, seguida da percepção do odor e, então, a irritação das mucosas do nariz e da garganta, que ocorrem acompanhados por lacrimejamento, espirros, tosse, náuseas e dificuldades para respirar. O formaldeído é genotóxico, isso é, pode induzir alterações cromossômicas nas células corporais. Estudos têm analisado a associação entre o formaldeído e o câncer. A mais recente avaliação da IARC classificou o formaldeído como carcinogênico para humanos e animais, com evidências de que pode ser causador de diferentes tipos de câncer, como câncer de nasofaringe, leucemia, cavidade nasal, seios paranasais, pulmão e hematológicos. A concentração de formaldeído em laboratórios de anatomia é muito variável. Mesmo em condições apropriadas, com níveis abaixo do tolerável, podem gerar sintomas oculares ou respiratórios. Deste modo, considerando as condições dos laboratórios de anatomia patológica presentes em hospitais universitários e laboratórios de anatomia presentes nas universidades, e o número de profissionais e estudantes que frequentam os mesmos, faz-se necessária a avaliação dos riscos da exposição contínua ao formaldeído. **Objetivo:** Identificar registros de efeitos deletérios causados pelo formaldeído nos estudantes e profissionais que atuam em laboratórios de anatomia patológica e laboratórios de anatomia. **Método:** Foi realizada revisão de literatura em bases de dados, livros e artigos para identificar efeitos deletérios do formaldeído à saúde dos colaboradores e estudantes e a relação com o tempo de exposição e as condições dos laboratórios. **Conclusão:** Os principais efeitos deletérios do formaldeído foram: tumores como câncer de nasofaringe, leucemia, câncer de cavidade nasal e de seios paranasais, câncer de pulmão e outros cânceres hematológicos. A prevenção da exposição dos colaboradores e estudantes que frequentam laboratórios de anatomia e que fazem uso de formaldeído para conservação das peças anatômicas faz-se necessária em âmbito mundial.

Palavras-chave: Exposição Ocupacional, Câncer, Biossegurança.

ABSTRACT

Introduction: Formaldehyde is a colorless chemical with a strong odor, also known as formaldehyde or formalin. It is used to preserve anatomical parts and corpses, with bactericidal and antiseptic actions. Exposure occurs because the substance has high volatility and releases gases in the laboratory environment, which directly affect health professionals, teachers and students. The most common effects related to short-term exposure are: eye irritation, followed by the perception of odor and then irritation of the mucous membranes of the nose and throat, which occur accompanied by tearing, sneezing, coughing, nausea and difficulty breathing. Formaldehyde is genotoxic, that is, it can induce chromosomal alterations in body cells. Studies have analyzed the association between formaldehyde and cancer. The most recent assessment by the IARC classified formaldehyde as a carcinogen for humans and animals, with evidence that it can cause different types of cancer, such as nasopharyngeal cancer, leukemia, nasal cavity, paranasal sinuses, lung and hematological cancers. The concentration of formaldehyde in anatomy laboratories is very variable. However, even under appropriate conditions, with levels below the tolerable level, they can generate ocular or respiratory symptoms. Considering the conditions of pathological anatomy laboratories present in university hospitals and anatomy laboratories present in universities, and the number of professionals and students who attend them, it is necessary to assess the risks of continuous exposure to formaldehyde. **Objective:** To identify records of deleterious effects caused by formaldehyde in students and professionals who work in pathological anatomy laboratories and anatomy laboratories. **Method:** A literature review was carried out in databases, books and articles to identify the deleterious effects of formaldehyde on the health of employees and students and the relationship with exposure time and laboratory conditions. **Conclusion:** The main deleterious effects of formaldehyde were: tumors such as nasopharyngeal cancer, leukemia, cancer of the nasal cavity and paranasal sinuses, lung cancer and other hematological cancers. Preventing the exposure of employees and students who attend anatomy laboratories and who use formaldehyde to preserve anatomical specimens is necessary worldwide.

Keywords: Occupational Exposure, Cancer, Biosafety.

LISTA DE QUADROS

- Quadro 1 - Artigos sobre os efeitos toxicológicos do formaldeído entre os anos de 2001 a 2012. 21
- Quadro 2 - Artigos sobre os efeitos toxicológicos do formaldeído entre os anos de 2013 e 2021. 22
- Quadro 3 - Efeitos relacionados à exposição leve: relação entre um órgão ou sistema orgânico, concentração medida em ppm (Partes por milhão) e efeitos deletérios relacionados ao manuseio e exposição ao formaldeído. 23
- Quadro 4 - Efeitos relacionados à exposição grave: relação entre um órgão ou sistema orgânico, concentração medida em ppm (Partes por milhão) e efeitos deletérios relacionados ao manuseio e exposição ao formaldeído. 23
- Quadro 5 - Efeitos relacionados à exposição severa: relação entre um órgão ou sistema orgânico, concentração medida em ppm (Partes por milhão) e efeitos deletérios relacionados ao manuseio e exposição ao formaldeído. 24
- Quadro 6 - Efeitos relacionados à exposição e manejo diários: relação entre um órgão ou sistema orgânico, concentração medida em ppm (Partes por milhão) e efeitos deletérios relacionados ao manuseio e exposição ao formaldeído. 24

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACGIH	Conferência Americana de Higienistas Industriais Governamentais
AIPC	Agência Internacional de Pesquisa em Câncer
APA	Agência de Proteção Ambiental
ASSO	Associação de Saúde e Segurança Ocupacional
BLS	<i>U.S. Bureau of Labor Statistics</i>
EPC	Equipamento de Proteção Coletiva
EPI	Equipamento de Proteção Individual
IARC	<i>International Agency for Research on Cancer</i>
INCA	Instituto Nacional do Câncer
MDS	<i>Material Safety Data Sheet</i>
NIC	<i>National Cancer Institute</i>
NIH	<i>National Institutes of Health</i>
NIOSH	<i>National Institute for Occupational Safety and Health</i>
OMS	Organização Mundial de Saúde
OSHA	<i>Occupational Safety and Health Administration</i>
ppm	Partes Por Milhão

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO DE LITERATURA	15
3. OBJETIVOS	18
3.1 Objetivo geral	18
3.2 Objetivos específicos	18
4. MATERIAIS E MÉTODOS	19
4.1 Delineamento do estudo	19
4.2 Metodologia	19
4.3 Critérios de Inclusão e exclusão	20
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
6. CONCLUSÕES	28
6.1 Os efeitos deletérios do formaldeído na saúde ocupacional de pessoas expostas em laboratórios e instituições de ensino foram divididos em: leves, graves e severos	28
6.2 Os riscos e as medidas preventivas pelos gestores aos trabalhadores e estudantes incluem	28
6.3 Para alertar sobre os riscos e informar sobre medidas de prevenção pelos gestores responsáveis pela saúde ocupacional dos trabalhadores e da população exposta incluindo discentes é necessário	28
6.4 As informações de maior relevância sobre o formaldeído e a toxicidade foram	29
6.5 Comparação danos agudos e crônicos	29
6.6 Opções alternativas de conservação	29
6.7 Alerta e considerações finais	30
REFERÊNCIAS	31

1. INTRODUÇÃO

O formaldeído é um produto químico incolor, com odor forte, conhecido também como aldeído fórmico, formol ou formalina. Entre as diferentes aplicações do formaldeído, sabe-se que o uso deste como fixador de peças anatômicas é uma de suas principais utilidades. A aplicação mais comum é nos laboratórios de anatomia patológica, públicos ou privados, e laboratórios de anatomia e morfologia humana para ensino nas escolas superiores de educação, sendo sua principal função a fixação de peças anatômicas e corpos (SILVA, 2010).

O formaldeído é tóxico quando inalado, ingerido ou quando entra em contato com a pele. Em concentrações elevadas, segundo o Instituto Nacional do Câncer (INCA), é classificado como um produto carcinogênico e os principais efeitos agudos são: irritações nos olhos, trato gastrointestinal ou nas membranas das mucosas das vias respiratórias. Como principais efeitos crônicos, estão listados a tosse, o chiado, o edema pulmonar e tumores como câncer de nasofaringe, leucemia, câncer de cavidade nasal e de seios paranasais, câncer de pulmão e outros cânceres hematológicos (INCA, 2021).

Quatro instituições internacionais de pesquisa apontam o formaldeído como composto de potencial carcinogênese (INCA, 2021). A primeira delas foi a Agência Internacional de Pesquisa em Câncer (AIPC) em 1995, que classificou este composto como sendo carcinogênico para humanos, tumorigênico e teratogênico por produzir efeitos na reprodução para humanos. Em estudos experimentais, demonstraram ser tóxicos também para algumas espécies de animais (INCA, 2021). Segundo a Agência de Proteção Ambiental (APA) dos Estados Unidos da América: “O composto foi avaliado pelo grupo de avaliação de carcinogenicidade da Conferência Americana de Higienistas Industriais Governamentais (ACGIH) e foi considerado suspeito de causar câncer em humanos” (INCA, 2021). A Associação de Saúde e Segurança Ocupacional (ASSO), dos Estados Unidos da América, considera que o agente é suspeito de causar câncer em humanos (INCA, 2021) e o Programa Nacional de Toxicologia dos Estados Unidos da América (*Fourth Annual Report on Carcinogens*, 1984) considerou que o formaldeído é um agente carcinogênico nas seguintes doses para ratos: por via oral, 1170 mg/kg; por via dérmica 350 mg/kg e por via inalatória em uma concentração de 15,0 ppm por 6 horas diárias.

Medições das concentrações de formaldeído em laboratórios de anatomia têm apontado níveis entre 0,07 e 2,94 ppm (INCA, 2021). A exposição repetida a baixas concentrações de substâncias presentes no ar do ambiente laboratorial pode levar à “sensibilização múltipla”, na qual o indivíduo afetado passa a reagir a concentrações cada vez mais baixas. A Organização Mundial de Saúde contabilizou a contribuição de vários fatores de riscos a doenças e determinou que a poluição do ar interno (Quantidade de resíduos presentes no ar) por formaldeído é o oitavo fator de risco mais importante, responsável por 2,7% de casos de doenças no mundo (OMS, 2002).

A finalidade deste estudo é apresentar de uma forma didática e comparativa os efeitos deletérios do formaldeído na saúde ocupacional dos colaboradores de laboratórios de anatomia patológica, utilizando dados de diferentes estudos e análises realizados por instituições de pesquisa nacionais e internacionais.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A exposição ao formaldeído pelos profissionais e estudantes é constante. A consequência mais comum à saúde do ser humano que o maneja, são irritações nas vias respiratórias e nos olhos. Entretanto, ele é considerado um agente carcinogênico pelo instituto nacional de segurança e saúde ocupacional (SILVA, 2010).

Na prática, o formaldeído reage com tecidos e previne a sua degradação. É o produto mais empregado na conservação de peças anatômicas e cadáveres. Apesar da toxicidade do formaldeído para os seres humanos, bem como sua agressividade ao meio ambiente, a maioria dos laboratórios de anatomia fazem uso dessa substância. O uso torna o ambiente dos laboratórios de patologia de ensino e pesquisa como um dos locais de maior nocividade ambiental dentro de uma Universidade (OLIVEIRA & ZAIAT, 2005).

Vários fatores são levados em consideração para escolher a melhor forma de conservação de peças anatômicas. Os custos, a toxicidade, a técnica, o manuseio das peças após o preparo, a manutenção da morfologia e coloração mais próximas possíveis do estado real da peça e o odor são os principais fatores a serem avaliados (SANTANA & GUIMARÃES, 2014).

O odor do formaldeído é detectável entre 0,5 e 1,0 ppm. Entre 1,0 e 3,0 ppm surge irritação nas vias respiratórias e olhos, acima de 10 ppm os sintomas são intoleráveis para a maioria das pessoas. As exposições acima de 50 ppm causam danos graves, podendo levar a óbito (OLIVEIRA, 2001). A percepção de formaldeído pelo odor ou irritação dos olhos torna-se menos intensa à medida que o indivíduo se adapta à substância, podendo levar ao risco de uma maior exposição. A inalação pode causar irritação da garganta, tosse e falha na respiração. Concentrações de 25,0 ppm a 30,0 ppm causam danos severos no trato respiratório, levando a edema pulmonar e outras doenças pulmonares (OLIVEIRA, 2001).

Na legislação trabalhista, a norma regulamentadora nº 15 do Ministério do Trabalho de 1978, estabelece limites de exposição ocupacional ao formaldeído em ambientes de trabalho. O limite de exposição ocupacional permitido no Brasil é de 1,6 ppm até 48h por semana e nos Estados Unidos da América, por exemplo, é de 0,75 ppm em 8h diárias de trabalho, contudo, as medições das concentrações de formaldeído em laboratórios de anatomia têm apontado níveis entre 0,07 e 2,94 ppm, acima do permitido por lei no Brasil (INCA, 2021).

Embora os níveis permitidos aqui sejam inferiores aos da norma norte americana delimitada pela Administração de Segurança e Saúde Ocupacional (OSHA, 2002), questiona-se o cumprimento da mesma pelos órgãos de fiscalização do Brasil, bem como a informação e compreensão por parte dos trabalhadores de que se trata de um agente carcinogênico (INCA, 2021).

Nos ambientes internos de hospitais, níveis de concentração acima de 0,5 ppm de formaldeído têm sido reportados na literatura. Pelo seu uso comum nos ambientes de trabalho, profissionais da saúde ficam continuamente expostos a essa substância química, através da inalação do gás liberado ou por absorção cutânea. Um grande volume de trabalhos sobre formaldeído, descritos nos quadros 1 e 2, preocupa-se com a saúde dos alunos, professores e principalmente técnicos de laboratório que constantemente utilizam peças anatômicas fixadas em formaldeído para ensino. (SILVA, 2010).

Nos ambientes internos de um laboratório de anatomia patológica, o formaldeído é um contaminante comum do ar. Segundo a OMS, a qualidade do ar no interior dos laboratórios para formaldeído seria inferior a 0,081 ppm (período de 30 minutos) para efeitos de curto prazo como irritação nos olhos, nariz, mucosas e trato respiratório superior e para respostas a longo prazo como câncer de nasofaringe, leucemia, cavidade nasal e de seios paranasais, pulmão e outros cânceres hematológicos (OMS, 2010).

Além da percepção pelo odor, há também outros riscos relacionados à exposição ao formaldeído. A ingestão acidental da substância poderá causar dores abdominais severas, vômitos, dor de cabeça e diarreia. Doses altas devem causar uma queda de temperatura corporal, dificuldades respiratórias, taquicardia e perda de consciência, seguido de morte em casos extremos. Além disso, o formaldeído é tóxico quando em contato com a pele, podendo causar irritação, dor, vermelhidão e queimaduras. A absorção cutânea pode causar os mesmos sintomas da ingestão e, o contato do metanol presente na formalina via membrana ocular pode afetar o nervo óptico, vindo a causar cegueira temporária e em casos extremos, permanente. (MSDS, 2019).

O produto gerado pela metabolização do formol, conhecido como ácido fórmico ou ácido metanóico é muito utilizado na indústria farmacêutica, têxtil e na medicina, empregado como acaricida, catalisador químico na produção do PVC, cafeína, adoçantes e antibióticos.

Sendo um ácido corrosivo e solúvel em água, o ácido fórmico é extremamente tóxico e inflamável e, é um importante biomarcador para a exposição ao formaldeído, podendo ser detectado através da coleta e exames de urina. Associando essa técnica às normas de biossegurança, pode-se auxiliar na fiscalização em prol da saúde dos trabalhadores e estudantes que têm contato com a substância. (CRIPPA et. al., 2018).

A percepção do formaldeído presente no ar pelo odor ou irritação nos olhos tende a ser menos intensa à medida que o indivíduo é exposto e se adapta a tal substância. Isso poderá levar a uma superexposição, fazendo com que o indivíduo passe a ter essa percepção apenas em altas concentrações, concentrações essas que podem ser fatais a longo prazo. (MSDS, 2019).

Em relação ao câncer, ressalta-se que não há limites seguros de exposição a agentes carcinogênicos, mesmo utilizando corretamente os equipamentos de proteção individual, apesar disso o estabelecimento e cumprimento dos limites de exposição são importantes para evitar/reduzir o quadro de intoxicação aguda por formol (INCA, 2021).

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Identificar através de revisão de literatura os principais efeitos deletérios do formaldeído na saúde ocupacional de pessoas expostas em laboratórios de anatomia patológica, laboratórios de anatomia e morfologia humana e instituições de ensino, alertando sobre os riscos e orientando sobre medidas preventivas e ações que podem ser tomadas pelos gestores responsáveis pela saúde ocupacional dos trabalhadores e da população exposta incluindo discentes.

3.2 Objetivos específicos

- Descrever as informações de maior relevância sobre o formaldeído e a toxicidade.
- Comparar os dados analisados na literatura a fim de compreender a relação de múltiplos órgãos e sistemas com danos agudos e reversíveis a danos crônicos.
- Buscar novas opções para conservação de peças anatômicas e cadáveres.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Delineamento do estudo

Estudo descritivo e exploratório com análise documental.

A coleta dos dados foi realizada em plataformas de bases de dados nacionais e internacionais. Foram identificados trabalhos com experiências em animais, colaboradores de indústrias onde é realizado o processo de embalagem, colaboradores de hospitais, estudantes, técnicos e profissionais de laboratórios de anatomia e laboratórios de anatomia patológica.

4.2 Metodologia

Foi utilizado como critério de busca na literatura, estudos indexados nas bases de dados nacionais e internacionais, tais como: Periódicos CAPES, coleção *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), *National Library of Medicine* (MEDLINE) e órgãos competentes envolvidos com saúde ocupacional, como: Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), Instituto Nacional do Câncer (INCA), *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA), *National Cancer Institute* (NIC), *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH) e *International Agency for Research on Cancer* (IARC).

As palavras chaves utilizadas foram: formaldeído, formol, anatomia patológica, toxicidade, exposição ocupacional, laboratório, câncer, formaldehyde, toxicity, laboratory, cancer e occupational exposure.

Foram selecionados 20 artigos relacionados ao formaldeído do período de 2001 a 2021 e em seguida, analisados criticamente, através de leitura exploratória e seletiva. Desta forma, foi possível obter uma visão global do material, considerando-o de interesse e inclusão, ou não, à pesquisa em questão.

4.3 Critérios de Inclusão e exclusão

Foram incluídos trabalhos publicados e disponíveis integralmente em bases de dados científicas ou em versões impressas publicados a partir do ano de 2001 e trabalhos que abordem os contextos acima citados na íntegra.

Foram excluídos trabalhos que avaliem exclusivamente a utilização do formaldeído em produtos capilares, trabalhos publicados como artigos curtos ou pôsteres, trabalhos que apresentem avaliações quantitativas sem demonstrar a metodologia utilizada e trabalhos que não trouxeram resultados conclusivos acerca da toxicidade do formaldeído.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram selecionados 20 trabalhos, sendo 13 nacionais e 7 internacionais, do total, os que foram publicados até o ano de 2012 foram distribuídos no Quadro 1 e os documentos publicados nos últimos 10 anos, foram incluídos no Quadro 2.

Quadro 1 - Artigos sobre os efeitos toxicológicos do formaldeído entre os anos de 2001 a 2012.

Artigo	Autor e ano	Conclusão
1	OLIVEIRA, 2001.	Os achados indicaram problemas ambientais encontrados em atividades não industriais, com grande geração de resíduos tóxicos.
2	OMS, 2002.	Os efeitos do formaldeído foram observados principalmente na pele e estão relacionados ao nível de exposição.
3	OSHA, 2002.	A ficha técnica determina que os funcionários e ex-funcionários de empresas (incluindo professores e alunos que manipulam espécimes biológicos preservados com formaldeído) e que trabalhem utilizando formaldeído devem ter seus registros de exposição disponibilizados por pelo menos 30 anos, pela exposição por longos períodos de tempo, resultando em riscos potencialmente altos.
4	OLIVEIRA e ZAIAT, 2005.	Recomendaram a realização de gerenciamento de solução de fixação de cadáveres em laboratórios de anatomia a fim de reduzir significativamente a utilização do formaldeído e os impactos que ele pode causar no meio ambiente.
5	FREEMAN, et. al. 2009.	Recomendaram a avaliação dos riscos ao longo do tempo, sugerindo uma possível ligação entre a exposição ao formaldeído e neoplasias hematológicas, em especial a leucemia mielóide.
6	COELHO, 2009.	Foram detectadas diferenças significativas entre grupo controle e o grupo de trabalhadores expostos, comprovando relevância na utilização dos valores de ácido fórmico como biomarcador da exposição ao formaldeído na urina.
7	PINA, 2010.	O estudo apontou que os profissionais de laboratórios de anatomia patológica estão expostos a níveis elevados de formaldeído, superiores ao limite estabelecido a nível nacional e internacional, demonstrando dano genético significativamente mais elevado no grupo exposto em comparação ao grupo não exposto.
8	SILVA, 2010.	O estudo apontou sinais presentes de efeitos deletérios coincidentes com os da literatura e concluiu que é fundamental a utilização de equipamentos de proteção e devida capacitação profissional.
9	ROMAN, et al, 2010.	O estudo apontou toxicidade ao formaldeído através de análise enzimática nos ratos Wistar e a análise histológica tecidual hepática mostrou alterações significativas, destacando a infiltração celular e necrose.
10	IARC, 2012.	Apresentou evidências de que o formaldeído é carcinogênico para humanos, em especial associado ao câncer de nasofaringe.
11	ALVES e ACIOLE, 2012.	O estudo apontou que o formaldeído é um dos poluentes em ambientes escolares, em altas concentrações e a relação com efeitos negativos na saúde dos estudantes.

Legenda - Artigos de 2001 a 2012. Artigo 1 - Avaliação da degradação e toxicidade de formaldeído em reator anaeróbio horizontal de leito fixo; **Artigo 2** - Formaldehyde; **Artigo 3** - Formaldehyde; **Artigo 4** - Gerenciamento de solução de formol em laboratórios de anatomia; **Artigo 5** - Mortality From Lymphohematopoietic Malinancies Among Workers in Formaldehyde Industries: The National Cancer Institute Cohort; **Artigo 6** - O formaldeído em ambiente laboral: determinação do ácido fórmico em urina de trabalhadores de uma fábrica produtora de formaldeído; **Artigo 7** - Avaliação da Exposição Profissional ao Formaldeído: Efeito Genotóxico; **Artigo 8** - A importância da biossegurança nos laboratórios de anatomia patológica dos hospitais públicos diante do manuseio do formol; **Artigo 9** - Toxicidade animal por formaldeído e complucad® em ratos Wistar: Exposição aguda; **Artigo 10** - Chemical agents and related occupations: a review of human carcinogens; **Artigo 11** - Formaldeído em escolas: Uma revisão.

Quadro 2 - Artigos sobre os efeitos toxicológicos do formaldeído entre os anos de 2013 e 2021.

Artigo	Autor e ano	Conclusão
1	VIEIRA, et. al. 2013.	Indicaram a necessidade de analisar outras formas de conservação de cadáveres, pela toxicidade alta para conservação cadavérica, acarretando danos a longo prazo à população exposta.
2	SANTANA e GUIMARÃES, 2014.	Descrevem como agente químico mais perigoso na conservação de cadáveres, com atividade tóxica e genotóxica aos profissionais e alunos. Relatam ineficiência de outros métodos para a fixação em tecidos.
3	SWENBERG, et al. 2014.	Avaliaram a complexidade da exposição fisiológica do formaldeído estimulando a avaliação do risco de câncer e o papel carcinogênico de DNA e seu potencial de mutagênese.
4	SINTRA, 2014.	Apontou a necessidade de mais estudos a poluentes do ar em ambientes laboratoriais. Destacou a necessidade de tomada de providências ao uso indiscriminado do formaldeído nas universidades para minimizar o contato de discentes e docentes a essa substância tóxica.
5	SANTOS, et. al. 2017.	O estudo apontou o baixo custo do formaldeído como fator mais relevante na escolha da técnica para a preservação de tecidos. Métodos de fixação como o de Giacomini (Glicerinação) e a plastinação apresentam ótimos resultados, mas o alto custo é um fator limitante.
6	NIH. 2018.	Publicou um protocolo que aponta medidas de biossegurança para minimizar os danos ocupacionais relacionados ao formaldeído, utilizando EPI e EPC. Incluindo monitoramento aos funcionários expostos.
7	CRIPPA et. al. 2018.	Descreveu o formaldeído como um produto químico de alta toxicidade, com riscos à saúde ocupacional.
8	INCA. 2021.	Descreveu o formaldeído como carcinogênico, reagindo com macromoléculas do DNA e de proteínas presentes em organismos vivos. Categorizou como substância do Grupo 1 (agente comprovadamente cancerígeno a seres humanos), com evidências suficientes que comprovam o risco de desenvolvimento de câncer de nasofaringe, leucemias, câncer de cavidade nasal e de seios paranasais, câncer de pulmão e cânceres hematológicos através de bioensaios em animais.
9	INCA. 2021.	O estudo apontou o formaldeído como sendo carcinogênico para humanos, absorvido principalmente pelas mucosas do nariz, do trato respiratório superior e olhos. É uma substância possivelmente causadora de danos ao DNA. Destacou ainda que não houve limites seguros para a utilização da substância.

Legenda - Artigos de 2013 a 2021. - **Artigo 1** - Efeitos da utilização de formaldeído em laboratórios de anatomia; **Artigo 2** - Análise do potencial tóxico e genotóxico das substâncias fixadoras para cadáveres e peças anatômicas; **Artigo 3** - Formaldehyde Carcinogenicity Research: 30 Years and Counting for Mode of Action, Epidemiology, and Cancer Risk Assessment; **Artigo 4** - Gestão e monitoramento ambiental do ar ambiente – O problema dos laboratórios de anatomia: O formol; **Artigo 5** - Principais métodos de fixação de peças para estudo anatômico: Uma revisão de literatura; **Artigo 6** - Formaldehyde Surveillance Program; **Artigo 7** - Efeitos toxicológicos do formaldeído: Revisão bibliográfica; **Artigo 8** - Ambiente, trabalho e câncer: Aspectos epidemiológicos, toxicológicos e regulatórios; **Artigo 9** - Formol.

A relação com experimentos apontou que o formaldeído possui uma alta taxa mutagênica e potencialmente carcinogênico para humanos e animais, reagindo com macromoléculas do DNA, sendo o uso de EPI e EPC essenciais para a manutenção e minimização de danos da saúde ocupacional dos profissionais expostos. O formaldeído é um produto químico de alta toxicidade e responsável por efeitos deletérios à saúde dos

profissionais que são expostos e o manejam. Os efeitos deletérios podem ser classificados em três tipos: irritação, sensibilização imunológica imediata e carcinogênese (Quadro 3; Quadro 4; Quadro 5 e Quadro 6) (INCA, 2021).

Quadro 3 - Efeitos relacionados à exposição leve: relação entre um órgão ou sistema orgânico, concentração medida em ppm (Partes por milhão) e efeitos deletérios relacionados ao manuseio e exposição ao formaldeído.

Órgão ou Sistema Orgânico	Concentração em ppm	Efeitos:
Sistema Respiratório	Acima de 0,1 ppm	<ul style="list-style-type: none"> ● Tosse ● Irritação do trato respiratório ● Dispnéia ● Espasmos
Olhos	0,1 a 2,0 ppm	<ul style="list-style-type: none"> ● Irritação da conjuntiva ocular ● Dor ● Inflamação ocular ● Visão parcialmente comprometida ● Visão turva ● Perda da nitidez visual ● Reação alérgica ● Conjuntivite

Legenda - Sistema Respiratório: Cavidade nasal, seios da face, faringe, laringe, traqueia, brônquios e pulmões. **Olhos:** Conjuntiva e globo ocular. **Níveis de concentração por ppm:** Equivale a parte por milhão ou 1 mg de soluto por litro de solução aquosa. **Efeitos:** São efeitos clínicos relacionados a humanos.

Fonte: INCA (2021)

Quadro 4 - Efeitos relacionados à exposição grave: relação entre um órgão ou sistema orgânico, concentração medida em ppm (Partes por milhão) e efeitos deletérios relacionados ao manuseio e exposição ao formaldeído.

Órgão ou Sistema Orgânico	Concentração em ppm	Efeitos:
Sistema Respiratório	Acima de 20 ppm	<ul style="list-style-type: none"> ● Bronquite asmática ● Edema pulmonar ● Pneumonia

Legenda - Sistema Respiratório: Cavidade nasal, seios da face, faringe, laringe, traqueia, brônquios e pulmões. **Níveis de concentração por ppm:** Equivale a parte por milhão ou 1 mg de soluto por litro de solução aquosa. **Efeitos:** São efeitos clínicos relacionados a humanos.

Fonte: INCA (2021)

Quadro 5 - Efeitos relacionados à exposição severa: relação entre um órgão ou sistema orgânico, concentração medida em ppm (Partes por milhão) e efeitos deletérios relacionados ao manuseio e exposição ao formaldeído.

Órgão ou Sistema Orgânico	Concentração em ppm	Efeitos:
Sistema Nervoso Central	Acima de 50 ppm	<ul style="list-style-type: none"> ● Apatia ● Perda de consciência ● Coma ● Óbito
Olhos	Acima de 2,0 ppm	<ul style="list-style-type: none"> ● Danos à córnea ● Danos à íris ● Danos à pálpebra ● Perda de visão ● Agressão da retina e nervo óptico

Legenda - Sistema Nervoso Central: Encéfalo e Medula Espinal. **Olhos:** Conjuntiva, globo ocular e nervo óptico. **Níveis de concentração por ppm:** Equivale a parte por milhão ou 1 mg de soluto por litro de solução aquosa. **Efeitos:** São efeitos clínicos relacionados a humanos.

Fonte: INCA (2021)

Quadro 6 - Efeitos relacionados à exposição e manejo diários: relação entre um órgão ou sistema orgânico, concentração medida em ppm (Partes por milhão) e efeitos deletérios relacionados ao manuseio e exposição ao formaldeído.

Órgão ou Sistema Orgânico	Concentração em ppm	Efeitos:
Pele e anexos	Acima de 0,1 ppm	<ul style="list-style-type: none"> ● Irritação ● Ressecamento ● Alteração na tonalidade das unhas ● Aparecimento de fissuras ● Dermatite por contato ● Necrose epidérmica
Sistema Imunológico	Acima de 0,1 ppm	<ul style="list-style-type: none"> ● Hipersensibilidade ● Bronquite asmática ● Dermatite alérgica
Conjunto dos sistemas orgânicos	Manejo e exposição diária	<ul style="list-style-type: none"> ● Carcinogênico ● Teratogênico ● Tumorigênico

Legenda - Pele e anexos: Epiderme, derme, hipoderme, unha e glândulas. **Sistema imunológico:** Leucócitos, anticorpos e órgãos linfóides. **Conjunto dos sistemas orgânicos:** Sistema respiratório, circulatório, muscular, nervoso, digestório, sensorial, endócrino, excretor, urinário, esquelético, reprodutor, imunológico e tegumentar. **Níveis de concentração por ppm:** Equivale a parte por milhão ou 1 mg de soluto por litro de solução aquosa. **Efeitos:** São efeitos clínicos relacionados a humanos.

Fonte: INCA (2021)

Nota-se escassez de material para uma possível análise do potencial de risco do formaldeído na saúde ocupacional de pesquisadores, docentes, discentes e técnicos de anatomia expostos à substância. É importante salientar que a exposição ao formaldeído ocorre devido a absorção cutânea por contato acidental e através da inalação dos gases liberados por sua alta volatilidade. O gás liberado possui forte odor e a inalação acima de 0,1 ppm podem ocasionar em efeitos como tosse, irritação do trato respiratório, dispneia e espasmos da laringe. Exposições acima de 20 ppm podem causar efeitos graves como pneumonia, edema pulmonar e bronquite asmática. Exposições acima de 50 ppm podem causar efeitos severos como apatia, perda da consciência e até óbito (INCA, 2021).

Com base nessas informações, vale ressaltar a necessidade da presença de ventilação adequada nos laboratórios de anatomia patológica e laboratórios de anatomia, utilizando exaustores e capelas ao manusear peças conservadas em formaldeído, a fim de minimizar os riscos à saúde ocupacional dos profissionais que manuseiam e se expõe a agentes químicos em seus ambientes de trabalho, além do uso de EPIs como luvas, jaleco e óculos de proteção.

Nos ambientes internos de um laboratório de anatomia patológica, o formaldeído é um contaminante comum do ar. Segundo a OMS, a qualidade do ar interior para formaldeído seria em valores inferiores a 0,081 ppm (período de 30 minutos) para efeitos de curto prazo como irritação nos olhos, nariz, mucosas e trato respiratório superior e de longo prazo como câncer de nasofaringe, leucemia, cavidade nasal e de seios paranasais, pulmão e outros cânceres hematológicos (OMS, 2010).

Estudos do Laboratório de Bureau de estatística do trabalho (U.S. Bureau of Labor Statistics) apontam que a exposição da pele a produtos químicos tem se manifestado como um problema significativo e que merece devida atenção, foram relatadas 41.400 ocorrências de doenças cutâneas em indivíduos que tiveram contato com formaldeído (BLS, 2009).

Ressalta-se a importância do uso de equipamentos de proteção individual e coletiva por parte dos profissionais, a fim de diminuir e até impedir lesões ocasionadas por contato direto a produtos químicos, visto que o formaldeído em específico, possui fatores preocupantes por possuir propriedades mutagênicas e carcinogênicas.

Estudos para avaliar a capacidade carcinogênica do formaldeído vem sendo realizados desde 1980 pelo Instituto Nacional do Câncer dos Estados Unidos da América (NIC), os

resultados obtidos têm fornecido a Occupational Safety and Health Administration (OSHA, 2002) informações importantes para avaliar os potenciais efeitos deletérios à saúde ocupacional dos profissionais expostos a essa substância química.

Estudos desenvolvidos com animais demonstraram que o formaldeído produziu uma elevada incidência de danos à saúde. Em análise histopatológica do tecido hepático, foram notadas alterações, com destaque para infiltração celular, perda da arquitetura e necrose celular, estatisticamente significativas. Diante das alterações apresentadas através da avaliação enzimática e histopatológica pode-se concluir que o formaldeído pode ser considerado uma substância tóxica (ROMAN et al, 2010).

A Agência Internacional de Pesquisa sobre o Câncer (IARC) classificou o formaldeído como um provável fator carcinogênico a humanos, embora tivessem poucas evidências em humanos e baseando-se assim em pesquisas desenvolvidas com animais experimentais (INCA, 2021).

Resultados de uma pesquisa feita pelo Instituto Nacional de Câncer envolvendo 25.619 profissionais expostos ao formaldeído, relataram risco de morte devido ao desenvolvimento de leucemia mieloide (INCA, 2021) e pesquisas feitas pelo National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) envolvendo 11.039 profissionais, identificaram associação entre a exposição ao formaldeído e ocorrências de óbitos por leucemia.

A Agência Internacional de Pesquisa sobre o Câncer dos Estados Unidos da América (IARC) reclassificou, em 2004, o formaldeído como um potencial agente carcinogênico, teratogênico e tumorigênico em humanos. Essa classificação foi dada por um grupo de cientistas após analisar o aumento da mortalidade por câncer nasofaríngeo relatado em trabalhadores industriais dos Estados Unidos da América. Cinco dos sete estudos de caso-controle mostraram que o risco cancerígeno foi aumentado para pessoas expostas ao formaldeído. Eles concluíram que há evidências suficientes de que o formaldeído causa câncer nasofaríngeo em humanos. O aumento de mortes por leucemia, especialmente mieloide, foi encontrado em seis das sete áreas estudadas, sendo os profissionais funcionários de funerárias, patologistas e anatomistas.

Vários estudos de caso-controle associaram a exposição ao formaldeído com adenocarcinoma nasossinusal e carcinoma de células escamosas. Estudos de inalação em ratos mostraram que o formaldeído induz carcinoma de células escamosas da cavidade nasal. Quatro estudos em que o formaldeído foi administrado na água que os ratos bebiam deram resultados mistos, enquanto o formaldeído teve efeitos carcinogênicos quando inalado, ingerido ou aplicado na pele. Estudos in vitro, em animais e em humanos mostraram que o formaldeído é genotóxico. Um número maior de ligações cruzadas de DNA-proteína foi encontrado em trabalhadores expostos - semelhantes aos resultados encontrados em estudos com animais. A proliferação celular aumenta substancialmente em concentrações de formaldeído superiores a 6 ppm, amplificando o efeito genotóxico. O Grupo de Trabalho concluiu que “tanto a genotoxicidade quanto a citotoxicidade têm papéis importantes na carcinogênese do formaldeído nos tecidos nasais” e que o formaldeído é “cancerígeno para humanos”, com base em evidências suficientes em humanos e animais (IARC, 2004).

Freeman et al. (2009) utilizou dados obtidos ao longo de 40 anos, avaliando cerca de 14 mil mortes em 25 mil operários expostos a altos níveis de formaldeído em 10 indústrias produtoras de formaldeído e de resina de formaldeído. Os resultados demonstraram que existe relação entre o tempo de exposição ao formaldeído e o desenvolvimento de carcinomas em órgãos linfóides e hematopoiéticos, com alta incidência de leucemia (Freeman, et al. 2009).

Utilizando-se desses estudos e sabendo que o formaldeído é considerado um agente carcinogênico em humanos, a exposição ocupacional pelos profissionais que atuam em laboratórios de anatomia patológica e universidades deve ser avaliada com mais rigor pelos órgãos competentes de saúde ocupacional.

6. CONCLUSÕES

6.1 Os efeitos deletérios do formaldeído na saúde ocupacional de pessoas expostas em laboratórios e instituições de ensino foram divididos em: leves, graves e severos.

Os principais efeitos deletérios foram:

1. Leves

- Sistema respiratório: tosse, irritação do trato respiratório, dispneia, espasmos.
- Olhos: irritação da conjuntiva, dor ocular, inflamação ocular, visão parcialmente comprometida, visão turva, perda da nitidez visual, reação alérgica, conjuntivite.

2. Graves

- Sistema respiratório: bronquite asmática, edema pulmonar, pneumonia.

3. Severos

- Olhos: danos à córnea, íris e pálpebra, perda de visão, agressão da retina e do nervo óptico.
- Pele e anexos: irritação cutânea, ressecamento, vermelhidão, alteração na tonalidade das unhas, aparecimento de fissuras, dermatites por contato, necrose epidérmica.
- Sistema imunológico: reações de hipersensibilidade e dermatite alérgica.
- Sistema nervoso central: apatia, perda da consciência, coma e óbito.
- Conjunto de sistemas e órgãos relacionados à exposição diária: efeito carcinogênico, teratogênico e tumorigênico.

6.2 Os riscos e as medidas preventivas pelos gestores aos trabalhadores e estudantes incluem:

- Monitorar no uso dos equipamentos de proteção individual e coletivo (EPI e EPC);
- Implantar sistemas de exaustão adequados para o ambiente de trabalho e laboratórios de estudo;
- Realizar cursos de formação e instrução de trabalho em ambientes com formaldeído;
- Monitorar a concentração de ácido fórmico na urina para quantificar o nível de toxicidade.

6.3 Para alertar sobre os riscos e informar sobre medidas de prevenção pelos gestores responsáveis pela saúde ocupacional dos trabalhadores e da população exposta incluindo discentes é necessário:

- As autoridades de saúde ocupacional ao redor do mundo devem estudar medidas de prevenção e fazer cumprir normas rígidas para limitar o tempo de exposição dos profissionais e alunos ao formaldeído.
- Há necessidade de elaborar novas pesquisas para detectar com precisão a quantidade de formaldeído presente no ambiente laboral, nos laboratórios de anatomia patológica e universidades, visando diminuir cada vez mais o grau de exposição ocupacional dos profissionais que nele atuam e nos alunos expostos.

6.4 As informações de maior relevância sobre o formaldeído e a toxicidade foram:

- Alta toxicidade;
- Ausência de nível seguro de limite para exposição;
- Tumorigênico;
- Genotóxico;
- Teratogênico;
- Excelente fixador de tecidos e cadáveres;
- Custo baixo.

6.5 Comparação danos agudos e crônicos:

Ao comparar os dados analisados na literatura identificou-se danos em múltiplos órgãos e sistemas que foram divididos entre agudos e danos crônicos. Os danos agudos podem ser reversíveis ou não. O dano agudo irreversível mais dramático é o óbito, por intoxicação aguda. Outros danos agudos reversíveis comprometem o sistema respiratório, olhos, sistema nervoso central e pele. O comprometimento crônico pela exposição do formol compromete especificamente o sistema imunológico e os órgãos pelo risco de desenvolvimento do câncer.

6.6 Opções alternativas de conservação:

As opções de conservação de peças anatômicas e cadáveres além do formaldeído são escassas, e não possuem a eficiência de fixação para um laboratório de anatomia patológica pois prejudica a análise histológica e pesquisa de proteínas.

Para a conservação de cadáveres e peças de museus didáticos pode ser usado glicerina e plastinação.

6.7 Alerta e considerações finais:

Instituições nacionais e internacionais de pesquisa em que algum momento se envolveram com a análise toxicológica e de saúde ocupacional relacionada ao formaldeído, como: Agência de Proteção Ambiental (EPA), Occupational Safety and Health Administration (OSHA), Agência Internacional de Pesquisa sobre o Câncer (IARC), National Cancer Institute (NIC), National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) e Instituto Nacional de Câncer (INCA), comprovaram o potencial carcinogênico, teratogênico e tumorigênico da substância em questão.

REFERÊNCIAS

ALVES, Célia; ACIOLE, Sullamy. **Formaldeído em escolas: uma revisão, 2012**. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/TsKGSK5BJXXt8nkRmJRX9Zw/?lang=pt> Acesso em: 01/09/2021.

BRASIL, Ministério da Saúde. Instituto Nacional de Câncer. **Diretrizes para a vigilância do câncer relacionado ao trabalho, 2ª Edição, 2013**. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretrizes_vigilancia_cancer_relacionado_2ed.pdf Acesso em: 20/08/2021.

BRASIL, Ministério da Saúde. Instituto Nacional de Câncer. **Vigilância do câncer relacionada ao trabalho e ao ambiente, 2ª Edição, 2010**. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia_cancer_relacionado_trabalho_2ed.pdf Acesso em: 09/07/2021.

BUREAU OF LABOR STATISTICS. **Banco de dados**. Disponível em: <https://www.bls.gov> Acesso em: 15/08/2021.

COELHO, M.C. **O formaldeído em ambiente laboral: determinação do ácido fórmico em urina de trabalhadores de uma fábrica produtora de formaldeído: dissertação, 2009**. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/20807/2/DISSERTAÇÃO.pdf> Acesso em 10/05/2022.

CRIPPA, Liziane et al. **Efeitos toxicológicos do formaldeído: revisão bibliográfica, 2018**. Disponível em: https://siambiental.ucs.br/congresso/getArtigo.php?id=137&ano=_sexto Acesso em: 28/08/2021

FREEMAN, Laura et al. **Mortality From Lymphohematopoietic Malignancies Among Workers in Formaldehyde Industries: The National Cancer Institute Cohort, 2009**. Disponível em: <https://academic.oup.com/jnci/article/101/10/751/973392?login=true> Acesso em: 04/08/2021.

HAUPTMANN, Michael et al. **Mortality from solid cancers among workers in formaldehyde industries, 2004**. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15191929/>
Acesso em: 10/04/2022.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER JOSÉ ALENCAR GOMES DA SILVA (INCA). **Ambiente, trabalho e câncer: aspectos epidemiológicos, toxicológicos e regulatórios** / Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva. – Rio de Janeiro: INCA, 2021. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/publicacoes/livros/ambiente-trabalho-e-cancer-aspectos-epidemiologicos-toxicologicos-e-regulatorios> Acesso em: 28/08/2021.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER JOSÉ ALENCAR GOMES DA SILVA (INCA). **Formol, 2021**. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/exposicao-no-trabalho-e-no-ambiente/solventes/formol> Acesso em: 28/08/2021.

INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER. **Chemical agents and related occupations: a review of human carcinogens, 2012**. Lyon, France: IARC, 2012. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK304416/> Acesso em: 16/08/2021

MATERIAL SAFETY DATA SHEET. **Formaldehyde, 2019**. Disponível em: <https://www.fishersci.com/store/msds?partNumber=F75P20&productDescription=FORMALDEHYDE+37%25+20L&vendorId=VN00033897&countryCode=US&language=en> Acesso em: 20/08/2021

NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH. Division of Occupational Health and Safety. **Formaldehyde surveillance program**. Bethesda: NIH, 2018. Disponível em: <https://ors.od.nih.gov/sr/dohs/documents/nih%20formaldehyde%20program.pdf> Acesso em: 20/08/2021

OLIVEIRA, Sonia. **Avaliação da degradação e toxicidade de formaldeído em reator anaeróbio horizontal de leito fixo, 2001**. Disponível em: <https://bityli.com/6V8DK> Acesso em: 20/07/2021.

OLIVEIRA, Sonia; ZAIAT, Marcelo. **Gerenciamento de solução de formol em laboratórios de anatomia, 2005.** Disponível em: http://rbciamb.com.br/index.php/Publicacoes_RBCIAMB/article/view/492/419 Acesso em: 02/07/2021.

OSHA. **Formaldehyde, 2002.** Disponível em: <https://www.odu.edu/content/dam/odu/offices/environmental-health-safety/docs/formaldehyde.pdf> Acesso em: 01/08/2021.

PINA, Carolina. **Avaliação da Exposição Profissional ao Formaldeído: Efeito Genotóxico, 2010.** Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/26242/2/TeseCarolinaPina.pdf> Acesso em: 05/07/2021.

ROMAN, Silvane et al. **Toxicidade animal por formaldeído e complucad® em ratos Wistar: Exposição aguda, 2010.** Disponível em: <https://periodicos.ufjf.br/index.php/riee/article/view/23955> Acesso em: 01/07/2021.

SANTANA, Nayara; GUIMARÃES, Nilza. **Análise do potencial tóxico e genotóxico das substâncias fixadoras para cadáveres e peças anatômicas, 2014.** Disponível em: <http://revistas.pucgoias.edu.br/index.php/estudos/article/view/3615/2114> Acesso em: 01/07/2021.

SANTOS, Andressa et al. **Principais métodos de fixação de peças para estudo anatômico: Uma revisão de literatura, 2017.** Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ArqMudi/article/view/36955/pdf> Acesso em: 01/09/2021.

SILVA, Maria. **A importância da biossegurança nos laboratórios de anatomia patológica dos hospitais públicos diante do manuseio do formol, 2010.** Disponível em: http://bdm.unb.br/bitstream/10483/1356/1/2010_MariaZeliadaMotaSilva.pdf Acesso em: 04/07/2021.

SINTRA, Isabel. **Gestão e monitoramento ambiental do ar ambiente – O problema dos laboratórios de anatomia: O formol, 2014.** Disponível em: <https://bitly.com/YV6V1> Acesso em: 03/07/2021.

SWENBERG James et al. **Formaldehyde Carcinogenicity Research: 30 Years and Counting for Mode of Action, Epidemiology, and Cancer Risk Assessment, 2014.** Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3893912/> Acesso em: 25/08/2021.

VIEIRA, Isadora et al. **Efeitos da utilização de formaldeído em laboratórios de anatomia, 2013.** Disponível em: <https://bit.ly/2CFu4N5> Acesso em: 16/07/2021.

OMS. **Formaldehyde, 2002.** Disponível em: <http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42430/a73769.pdf;jsessionid=5DB85E9980D3514F84F289C89694F2BB?sequence=1> Acesso em: 11/08/2021.