

EXPOSIÇÃO AO FORMALDEÍDO E O ACOMETIMENTO DO SISTEMA RESPIRATÓRIO

Gabriela dos Reis Ohnesorge¹, Jhoyce Gervásio¹, Kamila Friedrich Klippel¹, Diego Roncete Ramos², Jessica Fabia Polese³, Gustavo Rossoni Carnelli³, Nathalia de Paula Doyle Maia Marchesi³, Luiz Gustavo Ribeiro de Carvalho Murad³

¹ Discente do Curso de Biomedicina do Centro Universitário Multivix Vitória, Vitória – ES

² Mestre em Oncologia. Docente do Curso de Biomedicina do Centro Universitário Multivix Vitória, Vitória – ES

³ Docente do Curso de Medicina do Centro Universitário Multivix Vitória, Vitória – ES

RESUMO

O formaldeído é um contaminante do ar ambiente, sendo classificado como agente carcinogênico do grupo B1 pela International Agency for Research on Cancer (IARC), apresentando potencial carcinogênico de médio risco aos profissionais expostos. O formol é uma das técnicas de conservação mais utilizadas em laboratórios de anatomia, devido a sua alta capacidade de conservação de peças anatômicas e baixo custo. Também é empregado indiscriminadamente em técnicas de alisamento permanente em salões de beleza, através de produtos de alisamento capilar. A exposição aguda e crônica ao composto causa perturbações e edemas no Aparelho Respiratório Superior e Inferior, acometendo seriamente as vias aéreas de profissionais expostos de forma ocupacional ao composto. Através das pesquisas realizadas foi possível correlacionar o desenvolvimento de irritações, edemas e neoplasias no trato respiratório de profissionais de saúde e beleza com a exposição ao formaldeído.

Palavras-chave: Formaldeído, Pulmões, Sistema Respiratório.

INTRODUÇÃO

O formaldeído é um composto químico ubíquo, utilizado no âmbito comercial, hospitalar e laboratorial. Sua apresentação aquosa possui compostos químicos associados, como metanol, resinas uréicas e fenólicas. Por outro lado, a forma presente em temperatura ambiente é extremamente volátil, possui odor pungente e é altamente irritativo para as mucosas (VERONEZ *et.al.*, 2006). Também nomeado como formol, formalina ou aldeído fórmico, o composto possui vasta aplicação em laboratórios de anatomia, graças a sua alta capacidade de preservação, sendo utilizada nos procedimentos de fixação de cadáveres e tecidos anatômicos (SILVEIRA, 2022).

Entre os expostos estão inclusos os profissionais das áreas de embelezamento, como cabeleireiros. Estes profissionais têm utilizado, de forma indiscriminada, cremes e soluções de alisamento permanente com concentrações de formol acima do recomendado pela legislação vigente (FILGUEIRA; MENDES, 2018). A exposição ocupacional acontece devido à alta volatilidade da substância. Os principais sintomas minutos pós-exposição são perturbações no Sistema Respiratório, como irritação das mucosas do nariz, faringe e laringe, seguidos de espirros, tosse e principalmente falta de ar (SILVEIRA, 2022).

O formaldeído não se acumula no organismo, porém o ácido fórmico, produto da metabolização da substância possui efeito cumulativo. Dessa forma, o ácido fórmico

pode provocar de forma crônica alta toxicidade no corpo do indivíduo exposto. Os sintomas crônicos aparecem após exposições contínuas ao composto e por longos períodos de tempo, ocasionando sequelas irreversíveis no organismo humano, lesões graves e em casos extremos a morte (FILGUEIRA; MENDES, 2018). O comprometimento crônico também é capaz de afetar o sistema imunológico e os órgãos internos, devido ao risco de desenvolvimento de câncer. De acordo com o Instituto Nacional do Câncer (INCA), a exposição crônica ao formol está correlacionada diretamente com o desenvolvimento de bronquite asmática, espasmos, tosse, chiado e edemas pulmonares. Além dos efeitos respiratórios, o composto possui propriedades tóxicas capazes de causar diversos tipos de cânceres, como o de nasofaringe, leucemia, cavidade nasal e seios paranasais, pulmão e também outras formas de câncer hematológico. O formol é enquadrado como uma substância cancerígena para humanos na Lista Nacional de Agentes Cancerígenos para Humanos (FILGUEIRA; MENDES, 2018).

Além das irritações leves e instantâneas causadas no Sistema Respiratório Superior, organizações de referência como o Instituto Nacional de Segurança e Saúde Ocupacional (NIOSH) alertam para o potencial genotóxico do formaldeído, que causa a alteração cromossômica em células do corpo humano, apresentando risco carcinogênico correlacionado ao desenvolvimento de cancro nasofaríngeo em pessoas expostas de forma frequente a altas concentrações (VERONEZ *et.al.*, 2006). A concentração encontrada em laboratórios patológicos e anatômicos é variável, podendo ser encontrada em acúmulos altos e baixos. Entretanto, mesmo em baixas concentrações, a formalina é capaz de induzir perturbações no aparelho respiratório (SILVEIRA, 2022). Em salões de beleza acontece a exposição de profissionais embelezamento e clientes, devido ao uso de alisantes e relaxantes contendo formaldeído, pois, devido ao baixo custo do composto e resultados satisfatórios, o formol é inserido em produtos capilares (SILVA, J *et.al.*, 2017).

A exposição de forma aguda ou crônica ao formol é capaz de causar diversas lesões no aparelho respiratório inferior e superior, dessa forma, uma sequência de complicações respiratórias acomete indivíduos em contato com a substância, tornando necessária a adesão de medidas capazes de diminuir os impactos causados pelo formaldeído.

Casos de desenvolvimento de patologias respiratórias vêm tomando destaque no âmbito hospitalar, principalmente em profissionais patologistas e embalsamadores nos laboratórios de anatomia devido a exposição a altas concentrações de formol. As características genotóxicas e citotóxicas do composto estão diretamente relacionadas ao desenvolvimento de patologias que acometem o sistema respiratório (LADEIRA, 2009).

Com o estudo aprimorado do composto é possível associar a ocorrência de casos de irritação das mucosas nasais e vias aéreas superiores, bem como a diminuição da função pulmonar em profissionais expostos.

Dessa forma é necessário conhecer os potenciais de risco do formol, assim como estudos mais amplos sobre o composto, visando promover mais segurança em hospitais, bem como laboratórios anatômicos, patológicos e salões de beleza, os

quais profissionais de saúde, como médicos, enfermeiros, laboratoristas e cabeleireiros são expostos diariamente a altas concentrações de formaldeído.

Quais são as principais lesões respiratórias ocasionadas pela exposição ocupacional ao formaldeído? A inalação do formol pode trazer complicações no trato respiratório, tanto na exposição aguda como na exposição crônica ao composto. A maior preocupação é

relacionada ao risco de desenvolvimento de câncer nos profissionais expostos, como profissionais da saúde e cabeleireiros.

O objetivo do estudo é descrever os riscos da exposição ao formol, ocasionados pelo uso irregular e indiscriminado da substância, sendo capaz de ocasionar lesões agudas como tosse e irritações no aparelho respiratório superior e lesões crônicas graves como o desenvolvimento edema pulmonar e câncer.

MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa de natureza básica foi realizada através de uma revisão bibliográfica do tipo qualitativa, buscando questões subjetivas sobre o formaldeído, bem como a procura por informações de caráter exploratório e descritivo, objetivando na busca por problemas conhecidos ou não e curiosidades, assim como descrever o composto e suas principais características, além de estudar de forma aprofundada seus impactos fisiológicos à saúde humana, enfatizando a exposição ocupacional de profissionais da saúde em laboratórios de anatomia, hospitais e laboratórios de anatomia patológica e profissionais de embelezamento.

A pesquisa qualitativa tem a finalidade de apresentar a realidade que não é medida através de números, ou seja, trabalha de forma a esclarecer os significados, motivos, aspirações e até mesmo crença e valores, os quais não podem ser medidos com proporções ou cálculos matemáticos (TAQUETTE; BORGES, 2020). Ademais, a presente pesquisa é de caráter exploratório, buscando encontrar a solução de problemas de assuntos pouco conhecidos ou pouco explorados sobre o formaldeído, associada de pesquisas bibliográficas, com o fornecimento de dados e análises buscando elucidar o tema em questão (MARTELLI *et.al.*, 2020).

Para essa pesquisa foram utilizados materiais bibliográficos, dissertações, teses, TCCs e artigos disponibilizados pelas principais bases de dados, como o Eletronic Library Online (SciELO); Pubmed (Mesh); Google Acadêmico e a National Library Of Medicine (MeDLine), bem como a pesquisa e análise de manuais, normativas e leis emitidas pelos principais Órgãos de Saúde Nacionais competentes, por exemplo a Organização Mundial da Saúde; Agência de Vigilância Sanitária (ANVISA); Instituto Nacional do Câncer (INCA) e o Ministério da Saúde. Além de Agências e Organizações Internacionais, como a International Agency for Research on Cancer (IARC); o Instituto Nacional de Segurança e Saúde Ocupacional (NIOSH) e a Administração de Segurança e Saúde Ocupacional (OSHA).

A análise dos dados foi realizada através da separação da pesquisa bibliográfica em quatro categoriais, considerando respectivamente: 1- artigos e materiais que demonstrem a toxicidade e periculosidade do formaldeído; 2 - teses, TCCs, dissertações e livros que apresentem métodos substitutivos ao uso da formalina em laboratórios anatômico; e 3- bibliografias e artigos que expliquem os tipos de EPI's necessários na manipulação do composto e 4- epidemiologia e fisiopatologia do formaldeído.

DESENVOLVIMENTO

O formol

O formaldeído, também conhecido como formalina, usado no âmbito comercial

corresponde a uma substância aquosa com a concentração de 30 a 56% de formol associado a outros compostos diluídos, como 6 a 15% de metanol, resinas fenólicas e uréicas e associação com substâncias pesadas como chumbo e cádmio (VERONEZ *et.al.*, 2006). Em condições de temperatura ambiente se comporta como um gás extremamente volátil, o qual favorece a fácil evaporação do composto que em casos de inalação sem proteções específicas, como o uso de máscaras para vapores orgânicos e inorgânicos causa sensações de asfixia (RAMOS; JUNIOR 2015).

O produto tem natureza orgânica e propriedades químicas, possui um PH ácido de 2,8% a 4%, aspecto incolor, líquido e é frequentemente utilizado em laboratórios de anatomia patológica, graças ao seu potencial antisséptico e de conservação em peças anatômicas naturais (VERONEZ *et.al.*, 2006). O formol é um aldeído de cadeia simples classificado como Metanal pela International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC), apresentando massa molar de aproximadamente 30 g/mol e fórmula molecular H₂CO. Sua estrutura é composta por um átomo de carbono (C), um de oxigênio (O) (ligados através de uma ligação dupla) e dois de hidrogênio (H), ligados ao carbono por meio de ligações simples (LORENZINI, 2012). Em solução aquosa é polimerizado a paraformaldeído, este sendo medido através da sua concentração em “partes por milhão (ppm)”. Sendo assim, 1 ppm corresponde a aproximadamente 1,248mg/mm³ (VERONEZ *et.al.*, 2006).

O formaldeído está naturalmente no organismo em baixas proporções podendo apresentar concentrações de 0,1 mM na circulação sanguínea de mamíferos, como no homem, ratos e macacos “Paralelamente, o formaldeído intrínseco ao organismo deriva de diversos metabolismos, como os da serina, metionina, glicina, sarcosina, colina, homoserina e da desmetilação de compostos N-metil, S-metil e O-metil.” (VALE, 2019, p.22). Ainda de forma endógena, medicamentos com propriedades antitumorais podem estimular a produção do formaldeído, devido a desmetilação do citocromo P450, além de biotransformações como a desaminação da epinefrina que também resultam na produção endógena do composto (VALE, 2019). Além de fontes naturais, o composto pode ser um produto da oxidação catalítica do metanol, gerado pela combustão de combustíveis fósseis, gases emitidos por plantas e o próprio CO₂ presente na atmosfera (INCA, 2021).

As normas que promovem a regulação e legislação do formol são emitidas por órgãos nacionais e internacionais. A OMS através de um grupo de estudos que regulamenta a exposição de poluentes em ambientes internos determina que concentrações menores que 0,05 ppm podem ser aceitas, porém concentrados acima de 0,10 ppm requerem atenção (LORENZINI, 2012). A Administração de Segurança e Saúde Ocupacional (OSHA) estabeleceu que o limite máximo de exposição a concentração de 0,75 ppm é de 8 horas, em casos de concentração de até 2 ppm o tempo não pode exceder 15 minutos (RAMOS; JUNIOR, 2015). Em contrapartida o Instituto Nacional de Segurança e Saúde Ocupacional (NIOSH) orienta que o limite máximo de contato ocupacional com a substância em 8 horas é de 0,016 ppm e 0,1 ppm para 15 minutos (LORENZINI, 2012).

Desde 1993, o Instituto NIOSH considera o formaldeído como fator de risco carcinogênico aos trabalhadores com exposição ocupacional em todas as atividades. Também determina que não é apropriado quantificar níveis mínimos de contato com o composto. No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) mediante as

propriedades tóxicas do formol, proibiu através da RDC 36/09, a comercialização da substância em farmácias, drogarias, supermercados, empórios e armazéns, ou seja, em todos os estabelecimentos de fácil acesso popular (VERONEZ *et.al.*, 2006).

A produção em larga escala do composto para comercialização iniciou no ano de 1988, devido a reação de oxidação catalítica do composto químico gás metano. Desde então, o formol é amplamente produzido e comercializado por todo o mundo, principalmente no continente europeu (VALE, 2019). A caracterização de risco em aplicações indevidas do formaldeído é relacionada diretamente com a concentração e tempo de exposição, sendo os riscos associados a inalação de gases e contato direto com a pele (JESUS *et.al.*, 2013).

Em um Simpósio realizado pela Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES) foram apresentados dados de que a concentração do formaldeído em salas internas de hospitais pode alcançar até 0,5 ppm, expondo, dessa forma, todos os profissionais de saúde e pacientes presentes no compartimento. A exposição de profissionais atuantes em laboratórios acontece devido a inalação dos gases emitidos pelo composto, bem como a absorção cutânea acidental ao ter contato com os líquidos conservadores das peças anatômicas (ABES-RS, 2014).

O formol realiza a desnaturação de proteínas resultando em maior resistência a processos de decomposição realizados por bactérias, devido a isso possui grande aplicação nos processos de embalsamento e conservação de tecidos e vísceras de organismos humanos (JESUS *et.al.*, 2013). Devido a sua ação conservatória frente a tecidos e componentes da anatomia humana, o formol é a técnica mais empregada na conservação de peças anatômicas e cadáveres. Apesar do potencial tóxico da substância para os seres humanos e o Meio Ambiente, a formalina continua sendo utilizada pelos laboratórios anatômicos por apresentar satisfação nos procedimentos de conservação (ABES-RS, 2014).

Nos laboratórios hospitalares o composto é utilizado em uma solução de 37%, que para ser empregue em processos de fixação é diluído a uma concentração de 10%, após isso o material biológico é mergulhado na solução e se mantém conservado. Possui boa ação desinfectante e não provoca enrijecimento total dos tecidos, sendo um meio favorável para conservação de biópsias e peças cirúrgicas (VIEGAS; PRISTA, 2009).

Em salões de beleza o formaldeído é utilizado como alisante capilar. A forma de alisamento é mais conhecida popularmente como “escova progressiva”. De acordo com a Agência de Vigilância Sanitária (Anvisa) os métodos alisantes não são registrados, visto que possuem compostos químicos como formol e glutaraldeído (LORENZINI, 2012).

Apesar das inúmeras aplicações do formol, a sua principal utilização é nos laboratórios de anatomia, resultando na exposição ocupacional a este composto por docentes, pesquisadores, bem como técnicos de forma frequente. As altas concentrações presentes nos laboratórios podem alcançar até 10 ppm, sendo estas extremamente prejudiciais à saúde das pessoas que o manipulam. Ambientes hospitalares também estão entre os principais locais de utilização do composto, sendo assim profissionais da saúde, como médicos, enfermeiros e laboratoristas possuem alto risco potencial de contaminação (VERONEZ *et.al.*, 2006).

Impactos fisiológicos na saúde humana

A International Agency for Research on Cancer (IARC) caracterizou o formaldeído como agente carcinogênico do grupo B1, apresentando potencial carcinogênico de médio risco. Estudos e pesquisas realizados em animais de laboratório comprovam a evidência do potencial carcinogênico apresentado pelo formaldeído, assim como estudos epidemiológicos em humanos evidenciam sintomas de irritação, corrimentos e congestão nasais; tosse; falta de ar, além de dores no peito; tontura; dores de cabeça; diarreia, entre outros (JESUS *et.al.*, 2013).

Os efeitos agudos causados pelo formaldeído podem se apresentar através da irritação nos olhos, perturbações nas membranas das mucosas presentes nas vias respiratórias e irritações no trato gastrointestinal (INCA, 2023).

Tabela 1 – Relação da exposição aguda local

Exposição Aguda Local	Perturbações Relacionadas
Inalação	Irritação do trato respiratório; dispnéia; dificuldade para respirar; tosse e espasmos.
Contato com os olhos	sensibilidade (irritação e queimação da conjuntiva ocular); dor; inflamação
Contato com a pele	eritema da pele; necrose da epiderme.

Fonte: VERONEZ *et.al.* (2006).

Tabela 2 – Exposição aguda sistêmica

Exposição Aguda Sistêmica	Perturbações Relacionadas
Funcional	Redução da capacidade olfativa, edema pulmonar, broncoconstricção; edema das mucosas.
Neuronal	Apatia, perda da consciência, coma; óbito.

Fonte: SILVEIRA (2022); PINA (2010).

Em contrapartida, os efeitos crônicos estão correlacionados com o desenvolvimento de asma, tosse, chiados e edema pulmonar. A principal preocupação da exposição continuada ao composto é o desenvolvimento de câncer de nasofaringe, cavidade nasal, seios paranasais e pulmão, além de leucemia e outros cânceres hematológicos (INCA, 2023).

Tabela 3 – Exposição crônica local

Exposição Crônica Local	Perturbações Relacionadas
Inalação	Tosse; espasmos; asma; chiados; edema pulmonar
Contato com a pele	Sensibilização e dermatites

Fonte: INCA, 2023; PINA, 2010

Tabela 4 – Exposição crônica sistêmica

Exposição Crônica Sistêmica	Perturbações Relacionadas
Inalação SRS	Displasia; metaplasia escamosa
Inalação SRI	Broncoespasmo; pneumonite; câncer de nasofaringe, seios paranasais, pulmão e leucemias

Fonte: INCA, 2023; PINA, 2010

Figura 1 – Nódulos pulmonares representando câncer de pulmão

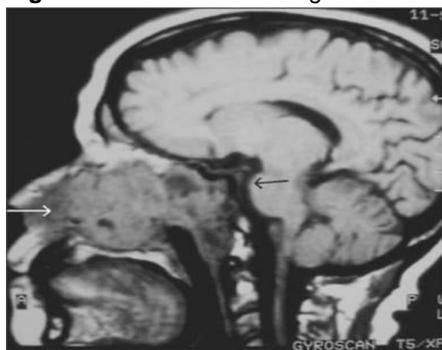


Fonte: DIONÍSIO *et. al.* (2008).

O formaldeído é uma grande preocupação no âmbito hospitalar, principalmente em salas de cirurgia e emergência onde as concentrações podem alcançar até 0,5 ppm. Além do risco atenuante em laboratórios de anatomia patológica ou necropsia, com concentrados altíssimos da solução, podendo alcançar até 20 ppm nas salas, este perigo pode é acentuado pela exposição diária e frequente de até 12 horas diárias e 44 horas semanais (RAMOS; JUNIOR 2015).

Em um estudo foi constatado que a exposição ao formol é considerada um dos fatores de risco mais prevalentes em laboratórios de anatomia patológica, dada a correlação com o desenvolvimento de cancro nasofaríngeo através da inalação frequente da substância. A realização se deu através de uma técnica de fotoionização (PID) sendo inserido nas vias aéreas dos trabalhadores durante a manipulação da substância em diversas atividades, objetivando avaliar as concentrações máximas em que os profissionais estão expostos (JESUS *et.al.*, 2013).

Figura 2 – Cancro nasofaríngeo sinalizado através de setas na imagem



Fonte: YAMASHIRO; SOUZA (2007).

A apresentação dos resultados demonstrou que todos os profissionais estavam expostos a substâncias que ultrapassavam o valor de referência recomendado, sendo este o valor de 0,3 ppm. Na pesquisa existiram níveis de exposição de até 3,19 ppm, sendo estes extremamente prejudiciais à saúde humana. Cerca de 62% dos valores obtidos na pesquisa ultrapassaram a concentração máxima permitida (JESUS *et.al.*, 2013). A exposição de anatomistas e patologistas ao formaldeído está relacionada com o aumento no desenvolvimento de câncer de faringe, nasofaringe e cérebro nesta

área profissional, os sintomas mais frequentes associados ao contato inicial com a substância são irritações do sistema respiratório e glândulas lacrimais, estes em concentrações de 0,4 até 3 ppm (RAMOS; JUNIOR, 2015).

A partir do ano de 2000, o formol começou a ser introduzido na composição de produtos utilizados nos processos de alisamento capilar e redução do volume nos fios de cabelo. Sendo assim, a categoria profissional de cabeleireiros e os clientes são um grupo de risco para a exposição ao formaldeído (INCA, 2021).

Após a realização de um estudo com usuárias de alisantes de cabelo foi possível identificar a presença de ardência, irritação e lacrimação nos olhos de grande parte das profissionais nas mais distintas faixas etárias. A faixa com maior exposição ao composto se dá em pessoas de 20 a 29 anos, as quais apresentam um alto consumo do produto, apresentando sintomas como tosse, dispneia, cefaleia, irritação nos olhos e descamação do couro cabeludo. Apesar das normas e limites de concentração de formol em produtos e ambientes serem bem esclarecidos e regulamentados pela ANVISA, muitas mulheres em função da vaidade não se importam com as consequências causadas no organismo, ou até mesmo desconhecem a capacidade tóxica e carcinogênica do formaldeído (LORENZINI, 2012).

Os resultados obtidos na pesquisa de LORENZINI. S foram expressos em partículas por milhão no ar ambiente de salões de beleza. A exposição ocupacional de cabeleireiros foi confirmada através de concentrações elevadas de formol no ambiente de trabalho, bem como pela presença de ácido fórmico na urina dos profissionais. Durante a avaliação do ar ambiente foram encontradas concentrações entre 0,1 ppm e 5 ppm, representando significativa exposição ao composto, além de ultrapassar os limites de concentração preconizados pelos órgãos de saúde nacionais, devido a isso, os procedimentos de alisamento capilar podem causar efeitos deletérios a saúde dos profissionais.

De acordo com relatório da ANVISA sobre produtos com formol, publicado em 2001, os sintomas são diretamente relacionados com a concentração do composto no ambiente (LORENZINI, 2012).

Tabela 5 – Sintomas de acordo com a concentração de formol

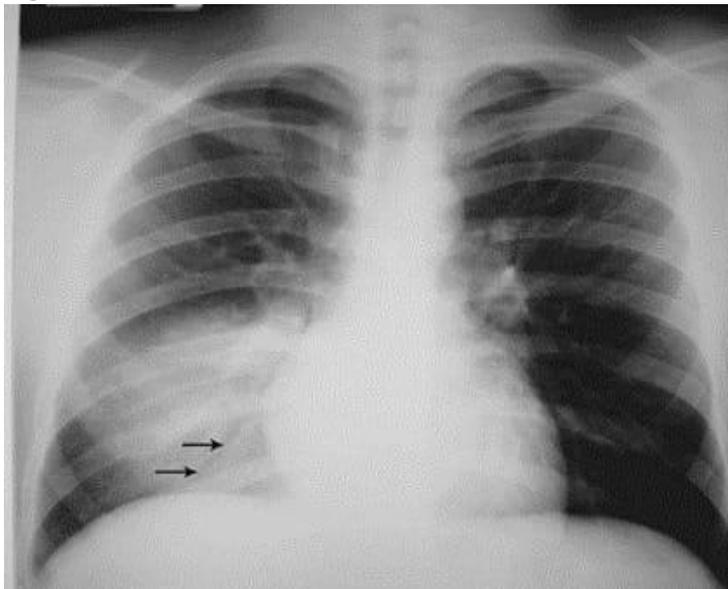
Concentração	Sintomas
0,1 a 0,3 ppm	Menor concentração em que foi reportada irritação
0,8 ppm	Limiar para o odor (exala cheiro forte)
1 a 2 ppm	Limiar de irritação leve
2 a 3 ppm	Sintomas de irritação do nariz, garganta e olhos
10 a 20 ppm	Lacrimejamento constante, sensação de queimação severa, tosse.
50 a 100 ppm	mana em pouco tempo de exposição, em média 5 a 10 minutos

Fonte: LORENZINI (2012).

Quanto maior a frequência e o grau de exposição, maior o acometimento do sistema respiratório, podendo gerar sequelas permanentes que vão se agravando a cada contato com a substância, principalmente nas áreas da cabeça e pescoço. Ao ter contato com o formaldeído a 0,1 ppm, o sistema respiratório tem reflexos de tosse, irritação, dispneia e espasmos na laringe, podendo em casos mais graves acometer o funcionamento dos cílios do trato respiratório superior. Em concentrados acima de 20 partículas por milhão, é possível observar o aparecimento de bronquites asmáticas,

lesões pulmonares e pneumonias (RAMOS; JUNIOR, 2015).

Figura 3 – Pneumonia em lobo inferior direito



Fonte: PNEUMOIMAGEM (2023).

A percepção da presença do formaldeído no ar devido ao forte odor emitido tende a ser menos intensa mediante exposição frequente a substância, pois o indivíduo se acostuma com o cheiro exalado, o que ocasionalmente leva a superexposição do profissional, pois o mesmo só sente irritação nos olhos ou mucosas nasais em altas concentrações, sendo fatais em alguns casos (SILVEIRA, 2022). A falta de sensibilidade ao odor exalado pelo formol pode ser causada pela morte de células ciliadas do trato respiratório, pois com o contato frequente com a substância são desenvolvidas diversas lesões respiratórias (RAMOS; JUNIOR, 2015). Estudos e pesquisas relacionados a exposição em concentrações máximas são prevalentes na atualidade, pois a exposição elevada acomete a capacidade funcional de tecidos e órgãos internos, com a alteração do metabolismo e sobrecarga de mecanismos atuantes na reparação e proteção, resultando em uma maior resposta tecidual

Níveis elevados de exposição num curto período de tempo podem estar implicados na etiologia de doenças crônicas ocupacionais que tradicionalmente estão associadas a exposições cumulativas por períodos de longa duração (LADEIRA *et.al.*, 2012, p.19). sendo assim, os efeitos deletérios para a saúde humana em altas concentrações estão relacionados diretamente com a intensidade dos períodos de exposição ao formaldeído.

Tabela 6 – Efeitos de acordo com a concentração de formol no sistema respiratório

Órgão ou Sistema Orgânico	Concentração em ppm	Efeitos
Sistema respiratório	Acima de 0,1 ppm (leve)	Tosse Irritação do Trato Respiratório Dispnéia Espasmos
	0,1 a 2,0 ppm (grave)	Bronquite asmática Edema Pulmonar Pneumonia

Fonte: SILVEIRA (2022).

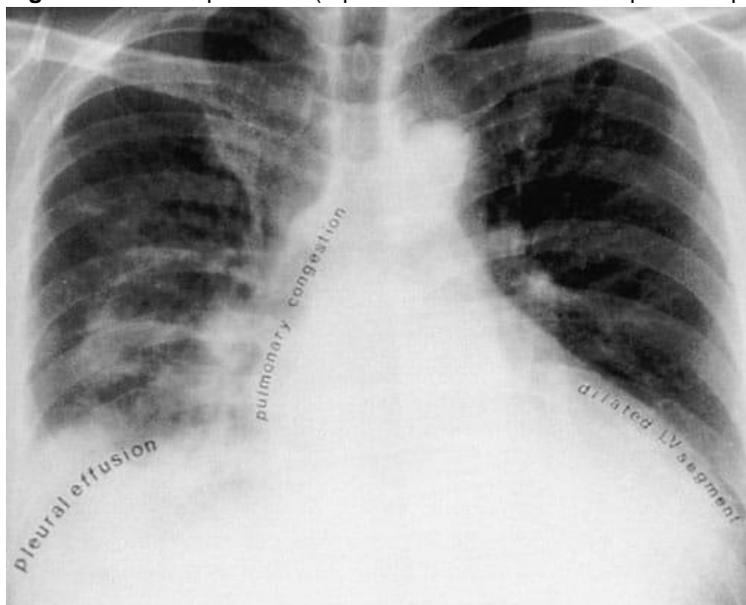
Tabela 7 – Efeitos deletérios de acordo com a concentração em outros sistemas

Órgão ou Sistema Orgânico	Concentração em ppm	Efeitos Deletérios
Sistema imunológico	Acima de 0,1 ppm	Hipersensibilidade Bronquite asmática Dermatite alérgica Carcinogênico
os dos sistemas orgânicos	Manejo e exposição diária	Teratogênico Tumorigênico

Fonte: SILVEIRA (2022).

A irritação causada nas vias aéreas superiores acontece devido à alta solubilidade do formaldeído em fase gasosa na água. Sendo assim, ao respirar pelo nariz a substância é absorvida pela mucosa nasal, levando a irritação do trato respiratório superior, como no nariz, faringe e laringe. Ademais, esta substância pode chegar aos membros do sistema respiratório inferior em concentrações mais baixas, porém a respiração bucal e o aumento acentuado do nível de exposição podem acometer as vias aéreas inferiores gravemente, causando broncocronstricção, dispneia ou sensações de asfixia. Além disso, nas fases de exposição subaguda e crônica, o composto pode ocasionar danos celulares que acarretam a produção de líquido no espaço intersticial, ocasionando edemas no sistema respiratório (LORENZINI, 2012).

Figura 4 – Edema pulmonar (representando excesso de líquido nos pulmões)



Fonte: PATEL (2022).

O formaldeído não se acumula no organismo, entretanto a exposição contínua e prolongada a altas concentrações causa lesões cada vez mais graves ao organismo exposto, sendo assim, a exposição a baixas concentrações com medidas de controle eficientes permitem a regeneração dos danos, mas a exposição prolongada durante os anos de profissão pode causar lesões irreparáveis e severas nas vias de inalação, sendo diretamente correlacionadas com o desenvolvimento de ulcerações e hiperplasias, além de favorecer metaplasias que facilitam o desenvolvimento de câncer (RAMOS; JUNIOR, 2015). Dessa forma, os efeitos tóxicos do formaldeído e

apresentação de sintomas advém imediatamente após sua inalação. Entretanto, todos os sintomas a curto e longo prazo são dependentes da tolerância e sensibilidade individual (ALVES; ACIOLE, 2012).

Fisiopatologia e efeito tóxico do formol

O formol age na interação de macromoléculas, como de DNA e proteínas em seres vivos. O metabolismo do composto endógeno e exógeno acontece com a ação da enzima desidrogenase citosólica (ADH1), posteriormente oxidado a metanol. A presença da enzima glutationa (GSH) forma um aduto conhecido como S-hidroximetilglutationa e esse composto é reduzido ao ácido fórmico, por meio das desidrogenases ALDH2 E ADH3, através das vias mitocondrial e citosólica (INCA, 2021).

O formaldeído é altamente volátil em temperatura ambiente e solúvel em água, sendo assim, a principal forma de absorção acontece nas mucosas do trato respiratório superior e dos olhos. Na absorção respiratória, o composto pode causar broncocronstricção através do nervo vago, com a atuação das fibras nervosas sensoriais presentes no nervo trigêmeo, o que ocasiona doenças respiratórias, como a asma. Além disso, o composto possui a capacidade de precipitar proteínas, o que pode ocasionar a necrose nos tecidos expostos (INCA, 2021).

A metabolização acontece principalmente no fígado e no sangue. O ácido fórmico (HCOOH) é metabolizado através da enzima formaldeído desidrogenase. O HCOOH pode seguir várias vias metabólicas, como ser transformado em dióxido de carbono e água. A eliminação do composto acontece através da urina em forma de sal não tóxico, denominado formato de sódio (NaHCOO), também pode ser excretado através da respiração como dióxido de carbono, o qual pode ser utilizado em diversos processos metabólicos, como a ligação com moléculas de DNA ou proteína (ACOSTA, *et.al.*, 2014).

O formol gera mecanismos de hipersensibilidade no trato respiratório superior, estes podem ser explicados pelo seu alto potencial de sensibilizador químico. Portanto, para atuar como um antígeno, o composto possui a necessidade de aderir a um transportador de alta afinidade. Na região nasal, o formaldeído radiomarcado tem afinidade de ligação pela albumina. A associação gera o complexo denominado como F-HSA (Formaldeído-humanoalbumina sérica), sendo reconhecido por receptores necrófagos presentes na superfície de células apresentadoras de antígenos. Com o reconhecimento dos antígenos acontece a endocitose do composto, bem como o reconhecimento através do sistema imunológico (ACOSTA, *et.al.*, 2014). O formaldeído é um composto que origina processos inflamatórios no pulmão, de forma ocupacional e ambiental. Pessoas expostas ao composto possuem sintomas similares aos de indivíduos asmáticos. Ainda, a substância causa o aumento do influxo de eosinófilos nas vias aéreas e sua exposição continuada favorece a redução do fluxo expiratório forçado. Sendo assim, a exposição ao formol causa asma ocupacional não mediada por anticorpos igE (FRANCO, 2008).

Figura 5 – representação da inflamação ocasionada nos brônquios pela asma



Fonte: TELLES (2007).

Culturas de mastócitos peritoneais incubados com FA por 30 minutos geram proteínas que podem ser correlacionadas ao desenvolvimento do estresse celular. Sendo assim, os mastócitos podem ser um importante alvo para ações do formol. A explosão inflamatória pulmonar pode ser acometida por mastócitos ativados diretamente pelo formaldeído ou indiretamente, devido a estimulação do sistema nervoso sensorial. Além disso, o formol tem ação sobre efeitos sistêmicos, sendo estes nas células migradas ao pulmão e em células migradas para a medula óssea (FRANCO, 2008).

Equipamentos de proteção individual

Os Equipamentos de Proteção Individual (EPI's) são ferramentas utilizadas para garantir a biossegurança em laboratórios e locais com exposição a agentes químicos, físicos ou biológicos

A biossegurança pode ser definida como o conjunto de ações voltadas para a prevenção, minimização ou eliminação de riscos inerentes às atividades de pesquisa, produção, ensino, desenvolvimento tecnológico e prestação de serviços (SANTOS *et.al.*, 2019, p.213)

O intuito é garantir a saúde do homem e animais, do mesmo modo que promova a conservação do meio ambiente e qualidade nos resultados. As empresas são obrigadas a fornecerem, de forma gratuita, os Equipamentos de Proteção Individual adequados aos riscos do ambiente de trabalho e em perfeito estado de conservação

O uso de EPIs confere proteção à integridade física e psíquica das pessoas durante a manipulação dos instrumentais de trabalho e contribui para prevenção de acidentes. Os ambientes de trabalho, pela natureza das atividades, expõem os trabalhadores a riscos e perigos, os quais podem ser minimizados ou eliminados se houver utilização de EPIs (PIMENTEL, 2019, p.6)

além de protegerem partes do corpo, estes equipamentos protegem os sentidos do corpo humano, como podemos evidenciar óculos de segurança, máscaras faciais e luvas.

EPI's podem ser definidos como todo e qualquer dispositivo que de forma individual promova a segurança do trabalhador, garantindo a proteção a saúde humana mesmo em situações de risco. Podem ser listados para manipulação do formol os seguintes equipamentos: luvas de cloreto de vinila (PVC), pois são indicadas para o manuseio de produtos químicos; máscaras específicas com filtros para vapores orgânicos para garantir a proteção das vias respiratórias e mucosa oral durante a manipulação do formol; óculos de proteção para evitar o contato com aerossóis ou respingos de substâncias químicas; jaleco de algodão ou material sintético, sendo utilizado como protetor para pele, tórax e braços. Este deve possuir colarinho alto e mangas longas

para conferir proteção aos membros e calçados fechados para a proteção dos pés (SANTOS *et.al.*, 2019).

A presença de sistemas de ventilação também é extremamente necessária para minimizar os riscos à saúde ocupacional de indivíduos expostos ao formaldeído em laboratórios de anatomia e de anatomia patológica. Com a devida utilização dos Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC's), como exaustores e capelas para manuseio das peças fixadas com o composto, assim como a devida utilização de equipamentos de proteção individual, como luvas, jaleco e óculos de proteção, tais riscos podem ser minimizados (SILVEIRA, 2022).

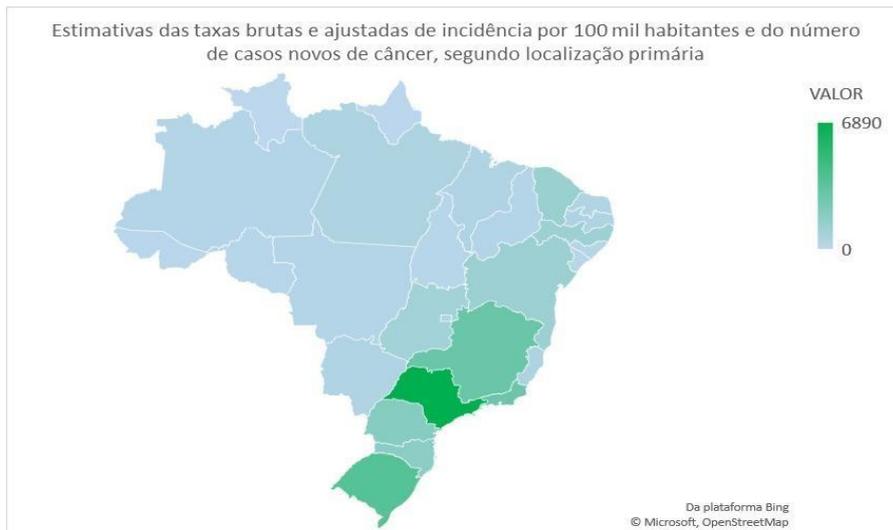
Epidemiologia das principais neoplasias respiratórias

A exposição ambiental ocasionada pelo formol acontece, principalmente, em grandes cidades e centros urbanos, devido a emissão de gases após a combustão de combustíveis fósseis realizada pelos veículos automotores. Os motores a diesel são um exemplo de emissão do formol, que após a combustão se volatiliza e permanece na atmosfera (INCA, 2021).

SILVA, A *et.al.*, 2022 buscando avaliar a exposição ambiental e ocupacional entre pacientes com câncer no Mato Grosso realizou um levantamento epidemiológico das pessoas e profissionais expostos a compostos com potencial carcinogênico. A análise foi realizada através do número de internações constatados pelo Registro Hospitalar do Câncer, em pacientes com 20 anos ou mais. Após o estudo dos pacientes portadores de câncer foi possível afirmar que a exposição ao formaldeído acomete principalmente profissionais do sexo feminino, pois é amplamente utilizado em cosméticos capilares com ação alisante e estes são utilizados principalmente por mulheres.

Entre os mais diversos tipos de cânceres que acometem o sistema respiratório, o câncer de laringe é o mais frequente, acometendo cerca de 25% dos tumores malignos de cabeça e pescoço e 2% do total de neoplasias malignas. No Brasil, as capitais de Porto Alegre (RS) e São Paulo (SP) estão entre as cidades com maior incidência de câncer laríngeo no mundo. Esta neoplasia acomete principalmente pessoas do sexo masculino (INCA, 2021). De acordo com o Observatório de Oncologia, os estados que mais apresentam câncer do aparelho respiratório são os mais industrializados, em evidência o Estado de São Paulo, seguido de Minas Gerais, Rio Grande do Sul e por fim, o Rio de Janeiro. Nos últimos três anos tais regiões relataram mais de 30 mil casos de câncer com acometimento respiratório.

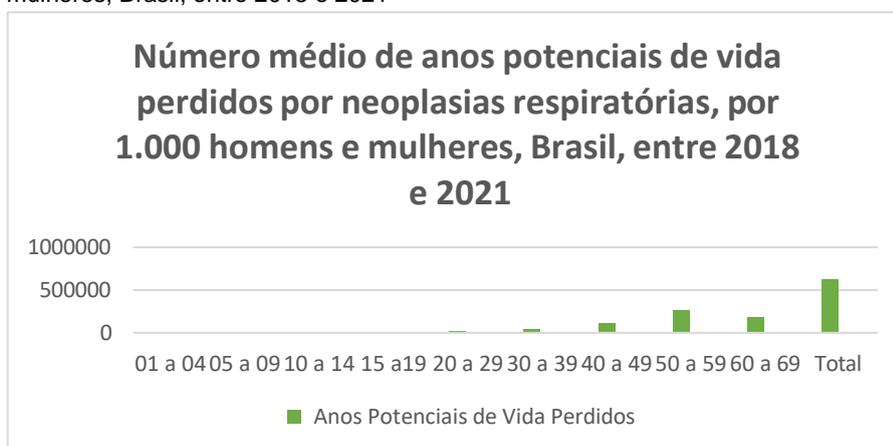
Gráfico 1 – Estados brasileiros com maior incidência de neoplasias respiratórias



Fonte: OBSERVATÓRIO DE ONCOLOGIA.

De acordo com o Atlas On-line de Mortalidade desenvolvido pelo INCA, o número médio de anos potenciais de vida perdidos por neoplasias do sistema respiratório, em especial na nasofaringe, tranqueia, brônquios e pulmões, por 1.000 homens e mulheres, no Brasil, entre 2018 e 2021, partindo da premissa que o limite superior é 70 anos é de um total 617, 826, 5. A idade com maior acometimento é de pessoas entre 40 e 69 anos.

Gráfico 2 – Número médio de anos potenciais de vida perdidos por neoplasias respiratórias, por 1.000 homens e mulheres, Brasil, entre 2018 e 2021



Fonte: Atlas de Mortalidade (2020).

O câncer de pulmão é um dos mais incidentes do mundo, a faixa etária mais acometida é a de 50 a 70 anos, em geral, a população masculina é mais afetada pela patologia. O tabagismo é o principal fator de risco relacionado ao desenvolvimento de câncer no pulmão, entretanto fatores como a exposição ambiental ou ocupacional a compostos voláteis como o diesel, que durante a combustão libera formaldeído no ar ambiente, favorecem o aumento do risco de desenvolvimento de câncer nas vias respiratórias. O formaldeído é um contaminante do ar ambiente e é frequentemente estudado. A maior dificuldade em estimar uma fração de pessoas atribuídas aos riscos ocupacionais, principalmente em países subdesenvolvidos, é a deficiência de informações relacionadas aos níveis de exposição a substâncias cancerígenas no local de trabalho (INCA, 2021).

Importantes organizações de saúde, como a International Agency for Research on Cancer (IARC) definiram o formaldeído como agente cancerígeno. Órgãos nacionais como a ANVISA definem quantidades de exposição por ppm, capazes de amenizar ou excluir o risco ocupacional ocasionado pelo formol.

Após a realização de pesquisas minuciosas sobre o composto em plataformas de referência, é possível afirmar que o formaldeído tem o potencial de causar diversos efeitos deletérios ao sistema respiratório, estes correlacionados ao desenvolvimento agudo de irritações nas vias aéreas, sensação de asfixia, perda da sensibilidade ao odor exalado pelo formol, dispneia e espasmos na laringe, além de possuir a capacidade de ocasionar a perda das células ciliadas da traqueia. Por outro lado, a exposição crônica ao formaldeído é a forma mais preocupante, pois, mesmo que a substância não possua caráter cumulativo no organismo, os danos respiratórios são acentuados mediante a exposição frequente e diária ao composto. Profissionais e pessoas expostas cronicamente ao formol estão propensos a desenvolver lesões mais graves, como a bronquite asmática, edemas pulmonares, pneumonia, chiados, câncer de nasofaringe, pulmão e cânceres hematológicos, principalmente a leucemia.

Para resumir os dados obtidos pelas pesquisas apresentando os riscos e efeitos deletérios ocasionados pelo formaldeído ao organismo, a tabela a seguir representa os principais sintomas leves e graves no sistema respiratório ocasionados pelo formaldeído.

Tabela 8 – Sintomas dos efeitos Leves e Graves no Sistema Respiratório

Efeitos no Sistema Respiratório	Sintomas
Leves	Tosse Irritação nas vias aéreas Espasmos Dispneia Perda das células ciliadas
Graves	Bronquite asmática Edema pulmonar Pneumonia

Fonte: Produzida pelos autores

As lesões mais leves relacionadas ao sistema respiratório são registradas a partir de concentrações de 0,1 ppm, ocasionando as irritações, espasmos e reflexos de tosse. Por outro lado, as consequências mais severas são registradas em concentrações acima de 20 ppm, sendo, respectivamente, as bronquites asmáticas, edema pulmonar e pneumonia. Todavia, a exposição continua a concentrações diversas de formol é uma problemática, devido a tolerância de odor desenvolvida pelo manejo diário pelos profissionais, causando lesões mais graves e menos chances de reparação pelo organismo.

As patologias respiratórias ocasionadas pelo formol vão muito além de irritações e acometimentos respiratórios reversíveis, principalmente em exposições crônicas onde o risco é acentuado pelo tempo de profissão, exposição e a falta do uso de Equipamentos de Proteção Individual. O desenvolvimento de neoplasias respiratórias também é incidente em profissionais expostos de forma continuada a substância, tornando o formaldeído um dos principais causadores de lesões e edemas no aparelho respiratório superior e inferior. De acordo com RAMOS; JÚNIOR, 2015, a exposição

prolongada ao formaldeído é comprovadamente causadora de tumores na nasofaringe, algumas formas de adenocarcinomas nas células do trato respiratório, assim como, existe uma correlação com o desenvolvimento de leucemias das linhagens linfóide e mielóide.

CONCLUSÃO

Os profissionais expostos ao formol muitas vezes não possuem conhecimento sobre os reais impactos ocasionados pelo composto, levando em consideração o baixo índice de pesquisas relacionadas ao potencial tóxico, genotóxico e cancerígeno da exposição ocupacional ao formaldeído, tornando necessária a conscientização dos profissionais anatomistas, patologistas, cabelereiros e clientes expostos nos casos de alisamento em salões de beleza, bem como empresas que atuam com tais profissionais.

É evidente que o uso de EPI'S e EPC'S é capaz de atenuar os impactos ocasionados pela exposição ao formol, entretanto a melhor forma de sanar os impactos é a exclusão da substância, através da substituição por outros métodos de conservação de peças anatômicas e embalsamento e técnicas de alisamento sem compostos químicos tóxicos a saúde humana. Ademais, os órgãos competentes podem intervir através da intensificação das fiscalizações, reformulação de normas e leis relacionadas ao limite de concentração em ppm, especialmente no Brasil, onde os concentrados considerados inseguros ainda são mais altos que em outros países com normas rígidas.

A conscientização e a realização de mais pesquisas que comprovem a capacidade tóxica do formaldeído são necessárias para esclarecer aos profissionais e pessoas expostas as consequências e lesões ocasionadas a curto e longo prazo em altas e baixas concentrações, dessa forma, protegendo profissionais de saúde, cabeleireiros e outras diversas profissões que manejam o formol diariamente.

REFERÊNCIAS

ACOSTA, N; ACEVEDO, J; AFANADOR, L. Sintomatología causada por la exposición al formaldehído en estudiantes de medicina y sus posibles mecanismos fisiopatológicos. **Revista Latreia**, v. 27, n. 4, p. 428-438, 1 out. 2014. Disponível em:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180532151006>. Acesso em: 16 ago. 2023

ALVES, C; ACIOLE, S. Formaldeído em escolas: uma revisão. **Química nova**, Portugal, v.35, n.10, p. 2025-2039, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422012001000024>. Acesso em: 16 de ago. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL (ABES/RS). Gestão e monitoramento ambiental do ar ambiente- o problema dos laboratórios de anatomia: o formol, In IX SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE QUALIDADE AMBIENTAL, 2014, Porto Alegre-RS, Hotel Plaza São Rafael. **Anais dos trabalhos completos publicados**, precedidos em Porto Alegre, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2014, p. 1-6. Disponível em: <https://docplayer.com.br/39760358-Gestao-e-monitoramento-ambiental-do-ar-ambiente-o-problema-dos-laboratorios-de-anatomia-o-formol.html>. Acesso em: 10 de ago. 2023.

DIONÍSIO, J; ALMODÔVAR, T; MATIAS, D; FERREIRA, P; MOTA, P; COSTA, J. Doentes com neoplasia do pulmão de não pequenas células submetidos a tratamento com erlotinib: Casos clínicos. **Revista Portuguesa de Pneumologia**, v. 14, p. 65-70, 8 out. 2008. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0873-2159\(15\)30324-X](https://doi.org/10.1016/S0873-2159(15)30324-X).

Acesso em: 20 de out. 2023.

FILGUEIRA, G; MENDES, L. **Avaliação clínica e toxicológica de cabeleireiros expostos diretamente ao formaldeído**. 2018. 15 p. Dissertação de Pós-Graduação em Análises Clínicas — Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras do Alto São Francisco (FASF), Luz, MG, 2018. Disponível em: <http://revista.fasf.edu.br/index.php/conecta/article/view/95>. Acesso em: 20 out. 2023.

FRANCO, A. **Estado funcional de fagócitos após a exposição de ratos ao formaldeído**: relevância para a inflamação alérgica pulmonar. Tese (Doutor em Ciências Biomédicas) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/42/42136/tde-11092008-113116/pt-br.php>. Acesso em: 15 de out. 2023.

INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER (Brasil). **AMBIENTE, TRABALHO E CÂNCER: ASPECTOS EPIDEMIOLÓGICOS, TOXICOLÓGICOS E REGULATÓRIOS**. Rio de Janeiro: Instituto Nacional do Câncer (INCA), 2021. 293 p. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/publicacoes/livros/ambiente-trabalho-e-cancer-aspectos-epidemiologicos-toxicologicos-e-regulatorios>. Acesso em: 19 out. 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER (Brasil). **Atlas on-line de mortalidade**. Rio de Janeiro: INCA, 2020a. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/MortalidadeWeb>. Acesso em: 18 out. 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER (Brasil). **Formol**. Rio de Janeiro: INCA, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/inca/pt-br/assuntos/causas-e-prevencao-do-cancer/exposicao-no-trabalho-e-no-ambiente/solventes/formol>. Acesso em: 19 out. 2023.

JESUS, L; ANDRADE, I; POCINHO, M; GIRÃO, A. Exposição ocupacional ao formaldeído, cov e partículas: impacto na saúde humana. **Revista Interações: sociedade e as novas modernidades**, Coimbra-Portugal, v.12, n. 22, p. 77-92, 2013. Disponível em: <https://interacoes-ismt.com/index.php/revista/article/view/336> Acesso em: 20 de ago. 2023

LADEIRA, C. **Biomarcadores genotóxicos e polimorfismos genéticos em trabalhadores expostos a formaldeído**. Dissertação (Mestrado em Biologia)- Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2009. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10451/1800>. Acesso em: 20 ago. 2023.

LADEIRA, C; VIEGAS, S; CAROLINO, E; GOMES, M; PRISTA, J; GOMES, M, C; BRITO, M. Exposição ocupacional a formaldeído: avaliação da exposição e efeitos genotóxicos. **Revista Saúde e Tecnologia**, Lisboa-Portugal, v.7, p.18-27, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.25758/set.454>. Acesso em: 12 de ago. 2023.

LORENZINI, S. **Efeitos adversos da exposição ao formaldeído em cabeleireiros**. Tese (Doutorado em Ciências Pneumológicas) - Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/60769/000863239.pdf>. Acesso em: 12 de ago. 2023.

MARTELLI, A; FILHO, A; GUILHERME, C; DOURADO, F; SAMUDIO, E. Análise de metodologias para execução de pesquisas tecnológicas. **Brazilian Applied Science Review**, Curitiba-Paraná, v. 4, n. 2, p. 468-477, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.34115/basrv4n2-006>. Acesso em: 15 de ago. 2023.

OBSERVATÓRIO DE ONCOLOGIA. **Indicadores da Oncologia**. 2015. Disponível em: <https://observatoriodeoncologia.com.br/indicadores-da-oncologia>. Acesso em: 1 out. 2023.

PATEL, Bhakti K. Insuficiência respiratória hipoxêmica aguda (IRHA, SARA).

Manuais MSD edição para profissionais. 2 maio 2022. Disponível em: <https://www.msmanuals.com/pt-br/profissional/medicina-de-cuidados-cr%C3%ADticos/insufici%C3%AAncia-respirat%C3%B3ria-e-ventila%C3%A7%C3%A3o-mec%C3%A2nica/insufici%C3%AAncia-respirat%C3%B3ria-hipox%C3%AAmica-aguda-irha,-sara>. Acesso em: 20 out. 2023.

PIMENTEL, R. **Uso de equipamentos de proteção individual-EPI's na educação profissional do IFAM campus parintins:** sensibilizar para prevenir acidentes e promover saúde. Dissertação (Mestrado em Educação Agrícola) - Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <https://tede.ufrj.br/jspui/handle/jspui/5338>. Acesso em: 12 de ago. 2023.

PINA, C. **Avaliação da exposição profissional ao formaldeído:** efeito genotóxico. 2010b. 77 p. Dissertação de Mestrado em Contaminação e Toxicologia Ambientais — Universidade do Porto., Porto, 2010b. disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/26242/2/TeseCarolinaPina.pdf>. Acesso em: 18 de out. 2023.

PNEUMONIA EM LOBO INFERIOR DIREITO: Pneumonia por localização anatômica. **Pneumoimagem:** Portal de imagem, 2023. Disponível em: <https://www.pneumoimagem.com.br/imagem/pneumonia-por-localizacao-anatomica/pneumonia-em-lobo-inferior-direito-132#gsc.tab=0>. Acesso em: 18 out. 2023.

RAMOS, D; JÚNIOR, D. **Exposição ocupacional ao formol e sua relação com leucemias mieloides e linfoides.** Dissertação (Pós-graduação em Oncologia Clínica) – Centro Universitário UNA Campus João Pinheiro, Belo Horizonte, 2015.

SANTOS, H; SANTOS, M; ALMEIDA, T; FIGUEROLA, A; FERREIRA, A. A importância da biossegurança no laboratório clínico de biomedicina. **Revista Saúde em Foco**, n.11, p. 210-225, 2019. Disponível em: https://portal.unisepe.com.br/unifia/wp-content/uploads/sites/10001/2019/02/017_A-IMPORT%C3%82NCIA-DA-BIOSSEGURAN%C3%87A-NO-LABORAT%C3%93RIO-CL%C3%8DNICO-DE-BIOMEDICINA.pdf. Acesso em: 12 de ago. 2023.

SILVA, A; SOARES, M; SILVA, N; CORREA, M; MACHADO, J; PIGNATI, W; ANDRADE, A; GALVÃO, N. Environmental and occupational exposure among cancer patients in Mato Grosso, Brazil. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, Cuiabá- Mato Grosso, v. 25, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1980-549720220018.supl.1>. Acesso em: 18 de out. 2023.

SILVA, J; GOMES, C; GONÇALVES, C; GARRIDO, R. Risco do uso do formol na estética capilar. **Edição Virtual: Medicina Legal de Costa Rica**, Heredia-Costa Rica, 34 (2), 2017. Disponível em: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-00152017000200032. Acesso em: 18 de out. 2023.

SILVEIRA, D. **Efeitos deletérios do formaldeído na saúde de colaboradores e estudantes de áreas da saúde-** revisão de literatura. Graduação (TCC em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/242903>. Acesso em: 16 de ago. 2023.

TAQUETTE, S; BORGES, L. **Pesquisa Qualitativa para Todos.** Petrópolis-Rio de Janeiro, Editora Vozes Ltda, 2020, 208p.

TELLES, P. **Asma brônquica/fisiopatologia da asma:** dr. pierre. 18 maio 2023. Disponível em: <https://www.asmabronquica.com.br/medical/fisiopatologia.html>. Acesso em: 19 out. 2023.

VALE, J. **Toxicidade da exposição profissional a formaldeído e a xilol nos laboratórios de anatomia patológica e patologia forense:** utilização de reagentes

alternativos. Dissertação (Mestrado em Medicina Legal) - Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar, Universidade do Porto, Portugal, 2019. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/124108/2/366571.pdf>. Acesso em: 20 de set. 2023.

VERONEZ, D; FARIAS, E; FRAGA, R; FREITAS, R; PETERSEN, M; SILVEIRA, J. Potencial de risco para a saúde ocupacional de docentes, pesquisadores e técnicos de anatomia expostos ao formaldeído. **Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente (InterfacEHS)**, Curitiba-Paraná, v.5, n.2, 2006. Disponível em: https://www3.sp.senac.br/hotsites/blogs/InterfacEHS/wp-content/uploads/2013/08/4_ARTIGO_vol5n2.pdf. Acesso em: 25 de ago. 2023.

VIEGAS, S; PRISTA, J. Exposição profissional a formaldeído - que realidade em Portugal?. **Revista Saúde & Tecnologia**, Lisboa-Portugal, v.4, p.46-53, 2009. Disponível em: <https://journals.ipl.pt/stecnologia/article/view/713/608>. Acesso em: 25 de ago. 2023.

YAMASHIRO. I; SOUZA. R. Diagnóstico por imagem dos tumores da nasofaringe. **Revista Radiologia Brasileira**, v. 40, n. 1, p. 45-52, fev. 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rb/a/76JdRJ97bGqp6Lrkmb95Xdh/>. Acesso em 20 de out. 2023.