

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**  
**FACULDADE DE MEDICINA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS PNEUMOLÓGICAS**

**EFEITOS ADVERSOS DA EXPOSIÇÃO AO FORMALDEÍDO**  
**EM CABELEIREIROS**

**Silvia Lorenzini**

Porto Alegre

2012

## CIP - Catalogação na Publicação

Lorenzini, Silvia

Efeitos adversos da exposição ao formaldeído em  
cabeleireiros / Silvia Lorenzini. -- 2012.  
77 f.

Orientadora: Marli Maria Knorst.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio  
Grande do Sul, Faculdade de Medicina, Programa de Pós-  
Graduação em Ciências Pneumológicas, Porto Alegre, BR-  
RS, 2012.

1. Cabeleireiros. 2. Alisamento capilar. 3.  
Formaldeído. I. Knorst, Marli Maria, orient. II.  
Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**  
**FACULDADE DE MEDICINA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS PNEUMOLÓGICAS**

**EFEITOS ADVERSOS DA EXPOSIÇÃO AO FORMALDEÍDO**  
**EM CABELEIREIROS**

Silvia Lorenzini

Orientadora: Profa. Dra. Marli Maria Knorst

Trabalho apresentado como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Doutor junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Pneumológicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.

Porto Alegre

2012

## Resumo

**INTRODUÇÃO:** Cabeleireiros estão expostos a um grande número de produtos químicos no ambiente de trabalho. Um destes produtos é o formaldeído, que causa irritação das vias respiratórias, sensibilidade imunológica imediata, mutagênese e carcinogênese.

**OBJETIVOS:** Avaliar a exposição de cabeleireiros ao formaldeído e estudar os efeitos agudos e prolongados da exposição sobre os sintomas e a função pulmonar.

**MÉTODOS:** Estudamos prospectivamente 41 cabeleireiros antes, após a exposição imediata ao formaldeído durante procedimento de alisamento capilar e após 6 meses. Foram coletados dados sobre sintomas e realizada espirometria no ambiente de trabalho. As concentrações de formaldeído no ar e de ácido fórmico na urina foram determinadas.

**RESULTADOS:** A média da idade foi de  $39 \pm 11$  anos, 70,7% eram mulheres e 70,7% eram não tabagistas. Cada procedimento durou de 30 a 90 minutos, 81% foram realizados com equipamentos de proteção. A concentração de formaldeído no ambiente de trabalho variou de 0,1 ppm a 5,0 ppm (md=0,4 ppm). A concentração de ácido fórmico na urina aumentou após a exposição ( $1,31 \pm 0,91$  mg/L *versus*  $1,96 \pm 0,90$  mg/L;  $p < 0,001$ ). Observou-se uma associação entre a concentração de formaldeído no ambiente de trabalho e os níveis de ácido fórmico na urina após a exposição ( $r_s = 0,33$ ;  $p = 0,03$ ). Sintomas pré-exposição estiveram presentes em 29% e após exposição ao formaldeído em 71% dos cabeleireiros. Lacrimejamento, irritação ocular e nasal, coriza, irritação na garganta, tosse seca, espirros simples, dispneia e cefaleia aumentaram imediatamente após a exposição ( $p < 0,05$ ). Não houve alteração dos valores da espirometria após a exposição ( $p > 0,05$ ). No período de seguimento, os cabeleireiros utilizaram produtos contendo formaldeído 48 vezes (3-192), com tempo de exposição de 45 horas (4,5-225). Após 6 meses da primeira avaliação, houve um aumento adicional na frequência e intensidade da maioria dos sintomas. Mais da metade da amostra referiu apresentar lesões de mucosa nasal. Houve associação entre o tempo de exposição ao formaldeído no seguimento e o aumento da intensidade da irritação nasal ( $r_s = 0,309$ ;  $p = 0,050$ ). Não houve mudança nos parâmetros da espirometria no seguimento ( $p > 0,05$ ).

**CONCLUSÕES:** A exposição aguda e crônica ao formaldeído causou efeitos adversos à saúde dos cabeleireiros, porém sem impacto sobre a função pulmonar. A exclusão do formaldeído do ambiente de trabalho pode melhorar a saúde desses trabalhadores.

**Palavras-chave:** Formaldeído, cabeleireiros, exposição ocupacional, efeitos adversos à saúde.

## Abstract

### Adverse effects of the exposure of hairdressers to formaldehyde

**BACKGROUND:** Hairdressers are exposed to a large number of chemicals in the workplace. One of these products is formaldehyde, which causes respiratory irritation, immediate immunological sensitivity, mutagenesis and carcinogenesis. **OBJECTIVES:** To evaluate the exposure of hairdressers to formaldehyde and to study the short and long term exposure on symptoms and lung function. **METHODS:** We studied 41 hairdressers before, immediately after exposure to formaldehyde in the procedure of hair straightening and after 6 months. Data on symptoms were collected and spirometry was performed in the workplace. Concentrations of formaldehyde in the workplace and formic acid in the urine were determined. **RESULTS:** The mean age was  $39 \pm 11$  years, 70.7% were women and 70.7% were nonsmokers. The procedures lasted between 30 and 90 minutes, 81% were performed with protective equipment. The formaldehyde concentration in the working environment ranged from 0.1 ppm to 5.0 ppm (md=0.4 ppm). The concentration of formic acid in the urine increased after exposure ( $1.31 \pm 0.91$  mg/L versus  $1.96 \pm 0.90$  mg/L,  $p < 0.001$ ). There was an association between the formaldehyde concentration in workplace and the levels of formic acid in urine after exposure ( $r_s = 0.33$ ,  $p = 0.03$ ). Symptoms were present in 29% of the hairdressers before and in 71% and after exposure to formaldehyde. Lacrimation, nasal and eye irritation, runny nose, sore throat, dry cough, sneezing, dyspnea and headache increased after exposure ( $p < 0.05$ ). There was no change in spirometric values after exposure ( $p > 0.05$ ). During follow-up the hairdressers used products containing formaldehyde 48 times (3-192) with an estimated exposure time of 45 hours (4.5-225). After 6 months of the first assessment there was a further increase in frequency and intensity of most symptoms. More than half of the sample reported lesions of the nasal mucosa. An association between length of exposure to formaldehyde in the follow-up and increased intensity of nasal irritation was observed ( $r_s = 0.309$ ,  $p = 0.050$ ). There was no change in spirometry after 6 months ( $p > 0.05$ ). **CONCLUSIONS:** Short and long term occupational exposure of hairdressers to formaldehyde was associated with adverse health effects, with no impact on lung function. The exclusion of the substance of the work environment can improve worker health.

**Keywords:** Formaldehyde, hairdressers, occupational exposure, adverse health effects.

## **Dedicatória**

Ao Senhor meu Deus e  
Salvador, que tem sido a  
minha fortaleza e inspiração.

## **Agradecimentos**

A Deus, Senhor e Salvador, e a todas as pessoas que Ele tem usado para auxiliar-me a atingir este propósito.

Em especial:

A todos da minha família (mãe, pai, esposo, filhos, irmã, irmão e sobrinhos) que de alguma forma me incentivaram e auxiliaram.

À minha orientadora, Profa. Dra. Marli Maria Knorst, pelas contribuições dadas para a execução e conclusão deste trabalho.

Ao Prof. Dr. José da Silva Moreira, que acreditou no meu desempenho e possibilitou o meu ingresso no Programa de Pós-Graduação em Ciências Pneumológicas.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências Pneumológicas, que foram tão importantes para meu crescimento acadêmico.

Ao Marco Aurélio, Secretário do Programa de Pós-Graduação em Ciências Pneumológicas, pela disposição com que sempre me atendeu.

À amiga e colega Cecília Lopes Couto, pelo apoio constante.

Aos cabeleireiros e proprietários dos salões de beleza, pela colaboração e consentimento na participação desta pesquisa.



## Sumário

<b>Resumo</b>	<b>iv</b>
<b>Abstract</b>	<b>vi</b>
<b>Dedicatória</b>	<b>vii</b>
<b>Agradecimentos</b>	<b>viii</b>
<b>Lista de figuras</b>	<b>xi</b>
<b>Lista de tabelas</b>	<b>xii</b>
<b>Lista de símbolos e abreviaturas</b>	<b>xiii</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>3</b>
2.1 Saúde ocupacional dos cabeleireiros	3
2.2 Formaldeído	5
2.2.1 Química e metabolismo	5
2.2.2 Utilização, legislação e biomonitoramento	7
2.2.3 Efeitos adversos à saúde	11
2.2.3.1 Efeitos sobre o sistema respiratório	11
2.2.3.2 Efeitos sobre a pele	14
2.2.3.3 Efeitos sobre o sistema neurológico	14
2.2.3.4 Mutagênese e carcinogênese	15
2.3 Formaldeído no processo de alisamento capilar	16
<b>3 JUSTIFICATIVA</b>	<b>19</b>
<b>4 OBJETIVOS</b>	<b>21</b>
4.1 Objetivo geral	21
4.2 Objetivos específicos	21
<b>5 REFERÊNCIAS DA REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>22</b>
<b>6 ARTIGO ORIGINAL</b>	<b>28</b>
Resumo	29
Abstract	30
Introdução	31
Material e métodos	31

Resultados .....	34
Discussão .....	37
Referências do artigo .....	43
<b>7 CONCLUSÕES.....</b>	<b>54</b>
<b>8 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>55</b>
<b>9 ANEXOS .....</b>	<b>56</b>
ANEXO A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PROFISSIONAL .....	57
ANEXO B - FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO PESQUISADO.....	60
ANEXO C - INTENSIDADE DOS SINTOMAS INFORMADOS ANTES DA EXPOSIÇÃO (0 – AUSENTE, 3 – INTENSO).....	62
ANEXO D - INTENSIDADE DOS SINTOMAS INFORMADOS APÓS A EXPOSIÇÃO (0 – AUSENTE, 3 – INTENSO).....	63
ANEXO E - AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO PULMONAR DO PROFISSIONAL .....	64

## Lista de figuras

### Tese

- Figura 1.** Estrutura do formaldeído ou metanal<sup>22</sup> ..... 5
- Figura 2.** Formação do metanal (formaldeído) a partir do metanol<sup>22</sup> ..... 5
- Figura 3.** Biotransformação do formaldeído<sup>7</sup> ..... 7

### Artigo

- Figura 1.** A) Bomba utilizada para a coleta de formaldeído no ar ambiente durante o procedimento. B) Posicionado do equipamento na cabeleireira..... 51
- Figura 2.** Distribuição da concentração de formaldeído no ar ambiente do local de trabalho de 41 cabeleireiros. Cada círculo representa uma medida em um salão de beleza diferente..... 52
- Figura 3.** Concentrações de ácido fórmico na urina antes e após a exposição de 41 cabeleireiros ao formaldeído durante procedimento de alisamento capilar..... 53

## Lista de tabelas

### Artigo

<b>Tabela 1.</b> Caracterização da amostra <sup>#</sup> e do ambiente de trabalho .....	47
<b>Tabela 2.</b> Frequência dos sintomas antes e após exposição de 41 cabeleireiros ao formaldeído durante procedimento de alisamento capilar e após 6 meses da primeira avaliação.....	48
<b>Tabela 3.</b> Comparação da intensidade dos sintomas, em escala de zero a três, imediatamente antes e após exposição de 41 cabeleireiros ao formaldeído durante procedimento de alisamento capilar e após 6 meses da primeira avaliação. ....	49
<b>Tabela 4.</b> Comparação dos dados da espirometria antes, imediatamente após a exposição de 41 cabeleireiros ao formaldeído durante procedimento de alisamento capilar e após 6 meses da primeira avaliação.....	50

## Lista de símbolos e abreviaturas

ACGIH	<i>American Conference of Governmental Industrial Hygienists</i>
ADH3	Álcool desidrogenase 3
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância em Saúde
C	Carbono
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
CVF	Capacidade vital forçada
cys	Cisteína
EPI	Equipamento de proteção individual
FDA	<i>Food and Drug Administration</i>
FDH	Formaldeído desidrogenado
FEF25-75%	Fluxo expiratório forçado entre 25 e 75%
FM	Formaldeído
glu	Glutamina
gly	Glicina
H	Hidrogênio
HCOO	Ácido formic
IARC	<i>International Agency for Research on Cancer</i>
IUPAC	<i>International Union of Pure and Applied Chemistry</i>
NAD	Adenina dinucleótido na forma reduzida
NAD <sup>+</sup>	Nicotinamida adenosina dinucleotídeo
O	Oxigênio
PFE	Pico de fluxo expiratório
ppm	Partes de contaminante por milhão de partes de ar
SFGH	S. formil glutationa hidrolase
SH	Glutationa
TLV	<i>Threshold limit value</i>
VEF1	Volume expiratório forçado no primeiro segundo
XRCC3	<i>X-ray cross-complementation 3</i>

# 1 INTRODUÇÃO

As doenças ocupacionais resultam de atividades desenvolvidas pelos trabalhadores ou da exposição a diferentes produtos no seu ambiente de trabalho. Elas assumem uma dimensão importante na área de pneumologia, uma vez que o aparelho respiratório, além de propiciar as trocas gasosas, mantendo a oxigenação e eliminando o gás carbônico, também serve de porta de entrada para inúmeras substâncias potencialmente tóxicas encontradas no ambiente de trabalho. Assim, partículas orgânicas, inorgânicas, sintéticas, vapores, gases ou agentes infecciosos podem ser inalados<sup>1</sup>. A intensidade dos efeitos produzidos por essas substâncias depende de suas características físicas, como o tamanho da partícula, concentração e solubilidade na água<sup>2</sup>, assim como da integridade dos mecanismos de defesa do indivíduo.

Os cabeleireiros, profissionais na área de estética e beleza, são expostos a diversos agentes reativos com efeitos potencialmente danosos e sensibilizantes às vias aéreas<sup>3</sup>. Uma das substâncias encontradas no ambiente de trabalho em salões de beleza é o formaldeído, substância presente em grande parte dos produtos utilizados no processo de alisamento capilar<sup>4</sup>. Embora sua utilização com essa função seja proibida pela Agência Nacional de Vigilância em Saúde (ANVISA), o formaldeído é usado para alisamento capilar com a justificativa de que proporcionaria um efeito de alisamento mais prolongado. O formaldeído é um agente irritante tanto para a pele como para as mucosas, ocasionando, nos indivíduos expostos e sem proteção, dermatite, sintomas associados à irritação ocular e de vias aéreas superiores<sup>5</sup> e diminuição da função pulmonar<sup>6</sup>. Com níveis de exposição elevados, pode causar irritação das vias aéreas inferiores e queixas como tosse, taquipneia, náuseas e cefaleia<sup>6</sup>. Adicionalmente, efeito carcinogênico, com a indução de diferentes tipos de câncer em animais e humanos, foi descrito em trabalhadores com exposição ocupacional prolongada<sup>7-9</sup>.

Tendo em vista a toxicidade do formaldeído e que cabeleireiros utilizam produtos que contêm diferentes concentrações do mesmo para o procedimento de alisamento capilar, o risco da contaminação do ar, no ambiente de trabalho, se torna altamente lesivo aos indivíduos que se mantêm no recinto por muito tempo. Assim sendo, é necessário ampliar e disseminar os conhecimentos sobre o formaldeído e entender os efeitos da inalação em curto e longo prazo sobre a saúde de cabeleireiros. Essas informações poderão ser úteis em campanhas educativas direcionadas a esses profissionais e às usuárias do procedimento de

alisamento capilar, assim como contribuir para reforçar as políticas regulatórias relacionadas à utilização do produto.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Saúde ocupacional dos cabeleireiros**

O trabalho pode provocar acidentes ou doenças que interferem na saúde de forma mais frequente do que se imagina. O trabalhador, às vezes, não tem informações mínimas sobre os riscos que encontra no seu ambiente de trabalho. Isso acaba contribuindo para o aparecimento de doenças ocupacionais, como as lesões por esforços repetitivos, assim como as doenças decorrentes do contato e inalação de substâncias químicas presentes nos ambientes de trabalho<sup>10</sup>.

Segundo a Classificação Brasileira de Ocupações do Ministério do Trabalho<sup>11</sup>, o profissional cabeleireiro é responsável pelo tratamento estético solicitado pelo seu cliente, assim desenvolvido em alisamentos, ondulamentos e colorimento capilar, massagens, manicuro e pedicuro, e cuidados atentos quanto aos aparelhos utilizados em qualquer função. Ainda de acordo com o Ministério do Trabalho<sup>12</sup>, o trabalho tende a requerer profissionais polivalentes, capazes de executar diversas tarefas. Em salões de estética, geralmente, se encontram equipes de trabalho em horários irregulares e em posições desconfortáveis, durante longos períodos. As atividades frequentemente são executadas sem supervisão, exceto para os que trabalham em grandes redes de institutos de beleza. Há um grande número de profissionais que, por serem proprietários do negócio, acumulam atividades burocráticas.

Dos procedimentos realizados nos salões de beleza, resulta uma contaminação do ar ambiental por diferentes produtos. Essas substâncias encontradas no ambiente de trabalho, segundo o Manual de Doenças Relacionadas ao Trabalho<sup>13</sup>, podem causar alterações na pele e mucosas e têm como principal porta de entrada no organismo a via respiratória. A quantidade inalada pode ser influenciada pelo modo de respirar do trabalhador, se pelo nariz ou pela boca, e pelo tipo de atividade, uma vez que o trabalho mais pesado requer maior ventilação pulmonar. Sendo assim, a Fundação Nacional de Saúde Brasileira<sup>14</sup> determina que, na avaliação da exposição profissional aos agentes químicos, seja realizada avaliação da qualidade do ar no ambiente de trabalho. O impacto das doenças de pele e do aparelho



respiratório em cabeleireiros, reduzindo a capacidade de trabalho e levando à incapacidade permanente para o trabalho, foi descrito previamente<sup>15</sup>.

Os produtos inalados pelos cabeleireiros podem ser altamente reativos, apresentar efeitos potencialmente irritantes e sensibilizantes sobre as vias aéreas, causando efeitos indesejáveis à saúde<sup>3,15</sup>. Em um estudo com 355 cabeleireiros, foi descrito que os sintomas respiratórios mais comumente referidos foram rinite (39,9%), rouquidão (19,7%), tosse (18,8%) e dispneia (9,7%). Grande parte desses produtos químicos é conhecida ou suspeita de ser alergênica e carcinogênica<sup>16</sup>.

Entre os produtos utilizados pelos cabeleireiros, estão os aerossóis para cabelo, que podem desencadear obstrução das vias aéreas<sup>17</sup>, o formaldeído presente nas formulações de cosméticos, considerado cancerígeno pela Organização Mundial de Saúde<sup>18</sup>, além dos persulfatos. Hytönen et al.<sup>19</sup> reportaram a existência de inúmeros relatos sobre a ocorrência de asma ocupacional, laringite e rinite, causados por persulfatos existentes em descolorantes capilares. Além dos sintomas respiratórios, essas substâncias podem causar problemas alérgicos na pele. Nos estudos de Moscato et al.<sup>20</sup>, os persulfatos também são os principais agentes causais de asma e rinite ocupacional em cabeleireiros. Os autores ressaltam a importância do mecanismo imunológico na patogênese da doença.

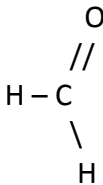
A utilização de substâncias não permitidas ou em concentrações inadequadas em salões de beleza pode causar doenças ocupacionais, que geram afastamento de atividades ou doenças crônicas e potencialmente fatais. De acordo com uma metanálise realizada por Takkouche et al.<sup>21</sup>, os cabeleireiros têm um risco maior que a população geral de desenvolver câncer de pulmão, bexiga, laringe e mieloma múltiplo. Os autores propõem que uma melhoria no sistema de ventilação nos salões de beleza e medidas de proteção, que visam à redução da exposição de potenciais agentes cancerígenos durante o trabalho, poderiam reduzir o risco da doença.

Segundo dados divulgados pelo Centro Estadual de Vigilância em Saúde/RS, no ano de 2008, as doenças ocasionadas pelo trabalho na população geral corresponderam a 8,31% das notificações, sendo as respiratórias responsáveis por 2,85%. Dados específicos sobre a saúde ocupacional de cabeleireiros, principalmente em relação a sintomas respiratórios, não estão disponíveis no nosso meio.

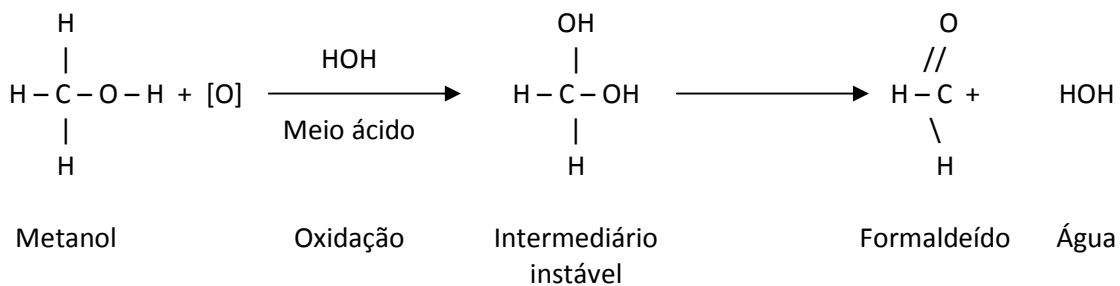
## 2.2 Formaldeído

### 2.2.1 Química e metabolismo

O formaldeído é o aldeído mais simples e abundante na natureza, de fórmula molecular  $\text{H}_2\text{CO}$  (Figura 1). Possui um átomo de carbono (C), um de oxigênio (O) (ligados por uma ligação dupla – grupo carbonilo) e dois de hidrogênio (H), ligados ao carbono por ligações simples. Nome oficial metanal, de acordo com a *International Union of Pure and Applied Chemistry* (IUPAC)<sup>22</sup>, e obtido através da oxidação de um álcool primário, o metanol (Figura 2).



**Figura 1.** Estrutura do formaldeído ou metanal<sup>22</sup>



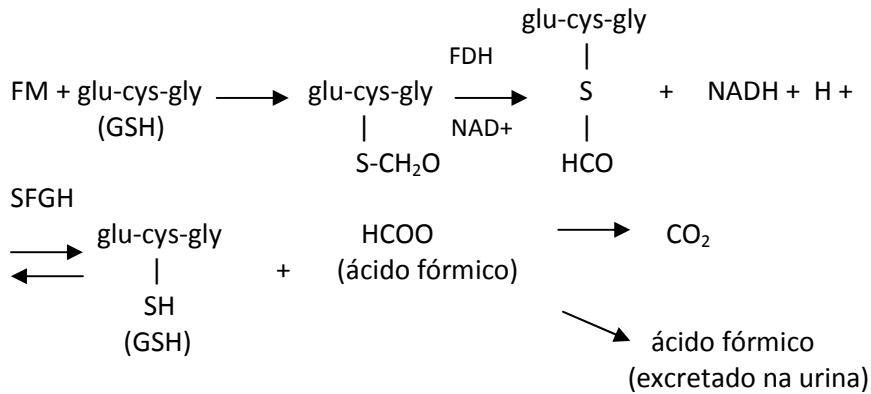
**Figura 2.** Formação do metanal (formaldeído) a partir do metanol<sup>22</sup>

O formaldeído pode ser encontrado no ar, em ambientes abertos, em casa ou no trabalho, nos alimentos e em produtos cosméticos<sup>23</sup>. Nas residências, o formaldeído é produzido por cigarros e outros produtos do tabaco, fogões a gás, lareiras e móveis. Na

atmosfera, é produzido como um produto intermediário da oxidação do metano e outros hidrocarbonetos<sup>24</sup> sendo que a principal fonte no ar deve-se ao escapamento dos automóveis de veículos sem catalisador.

O formaldeído encontra-se em condições ambientais normais sob a forma gasosa, é incolor, apresentando um odor pungente e bastante característico, é solúvel na água, produz um hidrato e possui alta reatividade química, sendo, na forma gasosa, inflamável e podendo formar com o ar misturas explosivas<sup>25,26</sup>. Diversos termos são utilizados como sinônimos de formaldeído, como formol, formalina, formalit, ivalon, karsan, lysoform, oxometano, oximetileno, metanal, óxido de metileno e metilaldeído<sup>27</sup>. O formol ou formalina é uma solução aquosa de formaldeído a 35-50%, contendo metanol como preservativo contra a polimerização<sup>28</sup>.

O formaldeído exógeno pode ser absorvido em quantidade mínima pelo organismo sem prejudicá-lo. É um produto metabólico normal proveniente do metabolismo de aminoácidos como serina, glicina, metionina e colina. Após a oxidação do formaldeído a formiato, através da enzima formaldeído desidrogenase, o átomo de carbono é oxidado a dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) ou incorporado à purina, timidina e aminoácidos por meio de um carbono biossintético tetrahidrofolato dependente. Por serem componentes normais do metabolismo intermediário, nem o formaldeído nem o formiato são armazenados de forma significativa por qualquer tecido do nosso organismo. Em quantidades maiores, o formiato é tóxico para o homem, sendo responsável pelas manifestações sistêmicas observadas na intoxicação por formaldeído. O formiato, ou é excretado na urina (principalmente como ácido fórmico), incorporado a outras moléculas celulares, ou é oxidado a dióxido de carbono exalado (Figura 3)<sup>23</sup>.



FM = formaldeído; glu = glutamina; cys = cisteína; gly = glicina; GSH = glutathiona; CO<sub>2</sub> = dióxido de carbono; NAD<sup>+</sup> = nicotinamida adenosina dinucleotídeo; NAD = adenina dinucleotídeo na forma reduzida; SFGH = S. formil glutathiona hidrolase; FDH = formaldeído desidrogenado; HCOO = ácido fórmico.

**Figura 3.** Biotransformação do formaldeído<sup>7</sup>

O metabolismo é semelhante em todas as espécies de mamíferos estudadas. Em seres humanos, parte do formaldeído inalado pode depositar-se no trato respiratório inferior. As concentrações no sangue podem variar entre 2 e 3 mg/L e não aumentam após a ingestão ou inalação, sendo rapidamente absorvido a partir das vias aéreas e gastrointestinal, sendo pouco absorvido através da pele intacta<sup>23</sup>.

Quando o formaldeído é absorvido após inalação ou ingestão, uma pequena quantidade atinge a circulação sistêmica, pois é rapidamente metabolizado pela enzima formaldeído glutathiona desidrogenase e S. formil glutathiona hidrolase, é excretado sob a forma de ácido fórmico ou oxidado como carbono exalado<sup>7</sup>.

### 2.2.2 Utilização, legislação e biomonitoramento

O formaldeído é um produto importante para a economia global, sendo a China o maior produtor e consumidor no mundo. É um produto amplamente utilizado na fabricação de móveis, carpetes, indústria têxtil e indústria química<sup>29</sup>. Também é utilizado na produção de resinas fenólicas, ureia, melamina, poliacetal e látex, adesivos de madeira, material isolante, borracha, filmes fotográficos, couro, cosméticos, fumegantes, como líquido para embalsamamento e como fixador em laboratórios de anatomia patológica<sup>28</sup>.

No Brasil, é utilizado como conservante, desinfetante, antisséptico, para embalsamar cadáveres, na confecção de seda artificial, celulose, tintas, corantes, soluções de ureia, resinas, vidros, espelhos e explosivos. Ainda é empregado no endurecimento de gelatinas, albuminas e caseínas. Na área de produtos cosméticos, o formol (ou solução de formaldeído) é usado como conservante e como agente endurecedor de unhas<sup>27</sup>.

O nível de formaldeído no estado gasoso, presente em ambientes fechados, pode ser medido, visando o monitoramento e acompanhamento da exposição de trabalhadores e permitindo a coleta de dados para quantificar o grau de exposição<sup>30</sup>. O valor limite recomendável de formaldeído, que separa as condições de ausência e de presença do risco de agressão à saúde humana, deve ser determinado a partir de evidências científicas. Esses valores são preestabelecidos pela legislação e conhecidos como padrões de referência ou de tolerância<sup>31</sup>. Uma das unidades que tem sido utilizada pela legislação brasileira e vários órgãos internacionais é a medida de concentração denominada ppm, que significa partes do contaminante por milhão de partes de ar.

A regulação e a legislação para o uso e os níveis de exposição ao formaldeído são estabelecidos por órgãos nacionais e internacionais. Dessa forma, o grupo de estudos da OMS responsável pela regulamentação de exposição para poluentes em ambientes internos concluiu que concentrações de formaldeído menores que 0,05 ppm são aceitáveis, enquanto que concentrações maiores que 0,10 ppm são preocupantes<sup>32</sup>.

A *Occupational Safety and Health Administration*<sup>33</sup> (OSHA) estabelece como limite máximo de exposição ao formaldeído o valor de 0,75 ppm para um tempo de 8 horas de exposição e de 2 ppm para um tempo de 15 minutos. O *National Institute for Occupational Safety and Health*<sup>34</sup> (NIOSH) recomenda um limite máximo de exposição ocupacional de 0,016 ppm por 8 horas e de 0,1 ppm por 15 minutos. Já a *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH) estabeleceu um limite máximo de exposição para profissionais (*threshold limit value* [TLV]) de 0,4 ppm<sup>23</sup>. Assim, como se observa, os limites de exposição para o formaldeído da OSHA são superiores aos da ACGIH e do NIOSH.

Segundo Bendino<sup>35</sup>, os limites de exposição da OSHA seriam sempre maiores do que todos os outros órgãos governamentais, pois pretendem equilibrar os riscos *versus* o fator econômico das empresas. Já os padrões determinados pela ACGIH são baseados nos resultados de estudos científicos, levando em conta numerosos fatores de exposição e impacto, bem com efeitos adversos à saúde.

No Brasil, a Portaria nº 3.214/78<sup>12</sup> estabelece como limite de tolerância para trabalhadores expostos ao formaldeído o valor de 1,6 ppm para uma jornada de até 48 horas semanais, sendo considerado um agente químico cujos limites de tolerância não podem ser ultrapassados em momento algum na jornada de trabalho. O grau de insalubridade a ser considerado no caso de sua caracterização é máximo. Observa-se que, na legislação brasileira, o limite de exposição do trabalhador ao formaldeído foi estabelecido em 1978, estando acima do aceitável pelas organizações internacionais de saúde, não levando em consideração os vários estudos já realizados em relação à concentração de formaldeído no ambiente e os efeitos adversos à saúde.

Segundo a Resolução nº 162, de 2001, da ANVISA<sup>27</sup>, na área da indústria de produtos cosméticos, o formol, ou solução de formaldeído, é matéria-prima com uso permitido somente nas funções de conservante (limite máximo de uso permitido = 0,2%) e como agente endurecedor de unhas (limite máximo de uso permitido = 5%). Nesses dois casos, o formaldeído deve ser adicionado durante a fabricação do produto cosmético, nunca após o seu término. A Resolução nº 215/05<sup>36</sup> da ANVISA aprova uma lista de substâncias que os produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes não devem conter, exceto nas condições e com restrições estabelecidas. Para o uso do formaldeído como agente endurecedor de unhas, essa resolução exige a utilização de óleos para proteger as cutículas antes da utilização do mesmo nessa função.

A ANVISA ainda esclarece que todos os produtos utilizados com a sua permissão apresentam o formol na sua composição com as concentrações da substância dentro dos limites previstos na legislação vigente. Qualquer utilização além das permitidas pode acarretar danos gravíssimos à saúde. Ainda se ressalta que o uso dessa substância em alisantes capilares pode resultar em irritação e queimação da pele, ferimentos nas vias respiratórias e danos irreversíveis aos olhos e cabelos<sup>37</sup>.

De acordo com relatório da ANVISA sobre escova progressiva, alisantes e formol publicado em 2001, existe uma relação direta entre a concentração e os sintomas provocados pela exposição ao formaldeído, sendo essa relação:

- 0,1 a 0,3 ppm: menor nível no qual tem sido reportada irritação;
- 0,8 ppm: limiar para o odor (começa a sentir o cheiro);
- 1 a 2 ppm: limiar de irritação leve;
- 2 a 3 ppm: irritação dos olhos, nariz e garganta;

- 3 a 5 ppm: aumento da irritação de membranas mucosas e lacrimejamento significativo;
- 10 a 20 ppm: lacrimejamento abundante, grave sensação de queimação, tosse, podendo ser tolerada por apenas alguns minutos (15 a 16 ppm podem matar camundongos e coelhos após 10 horas de exposição);
- 50 a 100 ppm: causa danos graves em 5 a 10 minutos (a exposição de camundongos a 70 ppm pode ser fatal em duas horas).

Em relação à proteção do trabalhador no ambiente de trabalho, a legislação brasileira<sup>37</sup> determina ser imprescindível a utilização de equipamentos de proteção individual (EPIs) por profissionais que manipulam produtos contendo formaldeído em sua composição, não sendo recomendada a autoaplicação por usuários sem que tomem as seguintes precauções:

- Caso houver derramamento, utilizar papel absorvente para retirada do líquido;
- Retirar toda a roupa contaminada e colocá-la em ambiente adequado para descontaminação;
- Caso haja contato com a pele, lavar a superfície com água e sabão;
- Usar luvas SEMPRE que manipular o produto;
- Máscaras de proteção são recomendadas para evitar inalação dos vapores;
- Aplicar o produto em um local arejado e longe de compostos inflamáveis.

A Resolução da Diretoria Colegiada nº 36 da ANVISA<sup>38</sup>, de 17 de junho de 2009, proibiu a comercialização do formol em estabelecimentos como drogarias, farmácias, supermercados, empórios, lojas de conveniências e drogarias. A finalidade dessa resolução foi de restringir o acesso da população ao formol, coibindo o desvio de uso do formol como alisante capilar, com a finalidade de proteger a saúde de cabeleireiros e consumidores. Essa resolução foi tomada depois que a ANVISA recebeu dados que demonstravam notificações de danos causados por produtos para alisamento capilar, triplicados no primeiro semestre de 2009 em comparação com todo o ano de 2008, sendo que na maioria dos casos havia suspeita do uso indevido de formol<sup>39</sup>.

### 2.2.3 Efeitos adversos à saúde

Uma série de estudos sobre níveis de exposição ao formaldeído e efeitos adversos à saúde têm sido realizados em diversos países. A importância da exposição ambiental ao formaldeído e o interesse pelo tema vem aumentando a cada dia uma vez que o formaldeído se apresenta nas fases, sólida, líquida e gasosa, o que resulta na formação de poluentes secundários e efeitos tóxicos à saúde humana<sup>23</sup>.

Esses efeitos podem ser de três tipos: irritação aguda das mucosas e do trato respiratório superior, sensibilidade imunológica alérgica na pele e mutagênese ou carcinogênese<sup>26</sup>. Em 2004, a IARC considerou o formaldeído como causa de câncer nasal e de nasofaringe em humanos, com base em evidências epidemiológicas e toxicológicas. Esse conceito foi reforçado e ampliado recentemente no relatório final sobre carcinogênese do formaldeído do *National Toxicology Program* americano<sup>9</sup>.

A gravidade e a extensão da resposta fisiológica, bem como os efeitos adversos à saúde, dependem da concentração do formaldeído inalado no ar inspirado e da susceptibilidade do indivíduo<sup>40</sup>. A toxicidade do formaldeído é uma preocupação para os que trabalham com essa substância, como anatomistas, técnicos de laboratórios, estudantes de medicina e veterinários<sup>41</sup>.

De acordo com Bulhões<sup>42</sup>, vapores ou gases de formaldeído constituem agentes de risco ocupacional. São irritantes para as mucosas do nariz, boca e olhos, podendo produzir sintomas de mal-estar, dermatites, edema ou espasmo da laringe, bronquite e, ocasionalmente, edema de pulmão, mesmo em baixas concentrações.

#### 2.2.3.1 Efeitos sobre o sistema respiratório

O efeito mais facilmente detectável da exposição aos vapores de formaldeído reside no seu odor desagradável e na sua ação irritante sobre as mucosas dos olhos e aparelho respiratório superior. A maioria dos indivíduos pode detectar o odor da substância inalada em concentrações consideradas baixas, como 0,05 ppm<sup>43</sup>. A intensidade dos sintomas está relacionada com a dose de exposição, e as queixas mais comuns incluem a irritação do nariz e da garganta e o aumento do lacrimejar, que podem se manifestar em concentrações entre 0,4 e 3 ppm<sup>44</sup>.



Segundo Andersen & Proctor<sup>45</sup>, os efeitos irritantes do formaldeído sobre a mucosa das vias aéreas superiores estão relacionados com a alta solubilidade desse gás na água. Durante a respiração pelo nariz, a maior parte do formaldeído inalado será absorvida pela mucosa nasal, ocasionando irritação nas membranas mucosas do nariz, da faringe e da laringe, sendo que apenas uma pequena quantidade chegará às vias aéreas inferiores. Entretanto, o efeito do formaldeído sobre as vias aéreas inferiores pode ser potencializado nas situações em que há aumento da concentração da substância no ar inalado e quando há respiração bucal.

Apesar de os efeitos imediatos da exposição ao formaldeído serem bem conhecidos, existe um grande número de indivíduos expostos. A inalação de concentrações altas de formaldeído pode causar broncoconstrição, dispneia ou uma sensação de asfixia<sup>46</sup>, levando a um aumento da demanda ventilatória<sup>5</sup>. Uma segunda categoria de efeitos no sistema respiratório é o dano celular, que pode produzir a liberação de líquidos para o espaço intersticial, ocasionando edema, que aparece depois da exposição subaguda ou crônica<sup>46</sup>.

De acordo com Mendes<sup>28</sup>, o formaldeído raramente é agente causador de asma. Já Ling et al.<sup>47</sup> demonstraram, em seu estudo, que o formaldeído pode desencadear asma do tipo alérgica. Os resultados do estudo McGwin et al.<sup>48</sup>, uma revisão sistemática que reuniu sete estudos publicados sobre associação entre asma e formaldeído, sugerem uma relação positiva entre a exposição e asma na infância, porém estudos prospectivos epidemiológicos são necessários para confirmar e elucidar o mecanismo biológico envolvido.

Bernstein et al.<sup>5</sup> descreveram a sensibilização de mediadores imunológicos em indivíduos expostos ao formaldeído, ocasionando dermatite e inflamação da membrana da mucosa nasal. Já Kilburn et al.<sup>6</sup> relataram que o nível de exposição ao formaldeído pode causar irritação das vias aéreas inferiores, e que, adicionalmente, a exposição demasiada pode causar sensação de queimação e de tensão no tórax e sintomas como cefaleia, náuseas, irritabilidade, tosse e taquipneia.

No estudo de Holmström et al.<sup>49</sup>, o efeito do formaldeído foi demonstrado com a utilização de um rinomanômetro, que revelou obstrução nasal pronunciada com a exposição. Os autores também observaram uma diminuição da CVF de indivíduos expostos. Do mesmo modo, Kriebel et al.<sup>50</sup> avaliaram o pico de fluxo expiratório (PFE) em estudantes expostos ao formaldeído em um laboratório de anatomia, sendo observado que durante as primeiras semanas de exposição, o PFE foi menor quando comparado ao PFE medido anteriormente à exposição, estando esse efeito relacionado ao tempo de exposição e sugerindo um possível efeito cumulativo do formaldeído.

Em um estudo experimental realizado em laboratório, Flo-Neyret et al.<sup>51</sup> constataram que em concentrações de 2,5 e 5,0 ppm, com tempo de exposição de 60 minutos, o formaldeído diminui a atividade mucociliar, que é a principal defesa do organismo contra a poluição atmosférica.

Nunn et al.<sup>52</sup>, em um estudo longitudinal de 6 anos de exposição ao formaldeído, compararam trabalhadores expostos e não expostos, não encontrando evidências quanto ao aumento de sintomas respiratórios ou declínio na função pulmonar no grupo de indivíduos expostos ao formaldeído.

Já Norback et al.<sup>53</sup> relataram aumento significativo da dispneia noturna em 88 indivíduos com idade entre 20-45 anos expostos a concentrações ambientais elevadas de compostos orgânicos voláteis e formaldeído. Os autores sugeriram que, mesmo em baixas concentrações, o formaldeído é um composto volátil que induz à irritação das vias aéreas e pode causar asma.

Em estudo transversal comparativo, realizado entre trabalhadores de fábricas de madeira compensada expostos ao formaldeído (até 0,27 ppm) e à poeira da madeira (0,27 mg/m<sup>3</sup>) e trabalhadores não expostos da indústria do petróleo, foi observado nos sujeitos expostos uma redução maior do volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF<sub>1</sub>) e da CVF, além de maiores queixas de sintomas respiratórios e de asma<sup>54</sup>.

No estudo duplo-cego de Witek et al.<sup>55</sup>, com 15 voluntários asmáticos, divididos entre expostos ao formaldeído (2,0 ppm por 40 minutos) e não expostos, o grupo de asmáticos expostos relatou sentir odor, dor na garganta e irritação nos olhos. Entretanto, os sintomas respiratórios não foram frequentes.

Green et al.<sup>56</sup> utilizaram um protocolo de exposição ao formaldeído em câmara fechada com concentração de 3 ppm durante 1 hora. Os autores avaliaram a função pulmonar e os sintomas respiratórios de 22 indivíduos normais submetidos a exercícios máximos intermitentes e de 16 indivíduos asmáticos realizando exercícios moderados intermitentes. No primeiro grupo, após 55 minutos de exposição, foi observada uma diminuição da função pulmonar de 3,8% do VEF<sub>1</sub> e 2,6% da CVF. O grupo de asmáticos não apresentou redução significativa da função pulmonar antes e após a exposição quando comparado ao grupo dos indivíduos normais. Ambos os grupos apresentaram aumento do odor, irritação na garganta e irritação nos olhos.

Em estudo para avaliar a resposta pulmonar aguda à exposição ao formaldeído a 3ppm, realizado com nove pacientes asmáticos não fumantes expostos por um período de 3 horas, foram avaliados a função pulmonar, a reatividade das vias aéreas e sintomas

respiratórios antes e após a exposição, não sendo observadas alterações significativas na função pulmonar [CVF, VEF<sub>1</sub>, fluxo expiratório forçado entre 25 e 75% (FEF<sub>25-75%</sub>) e CVF] ou na reatividade das vias aéreas, porém houve um aumento significativo na irritação do nariz e garganta aos 30 minutos, irritação dos olhos em 60 minutos e 180 minutos<sup>57</sup>. Por outro lado, a pré-exposição com baixas concentrações de formaldeído aumentou significativamente a responsividade brônquica a alérgenos em pacientes asmáticos em estudo conduzido por outros autores<sup>58</sup>.

#### 2.2.3.2 Efeitos sobre a pele

O formaldeído é um irritante dérmico. As alterações dermatológicas após contato direto com a pele são frequentes, podendo as mesmas variar de irritação leve a dermatite alérgica grave. Normalmente, o formaldeído não é absorvido pela pele íntegra, porém a absorção do mesmo pode ser intensificada pela umidade e nos casos de lesões prévias do tegumento cutâneo<sup>33</sup>.

O quadro de dermatite secundário à exposição ao formaldeído é reconhecido como de etiologia imunológica, fazendo com que o corpo desenvolva anticorpos. Essa reação pode ocorrer logo após o início da exposição ou vários anos após o início do contato do formaldeído com a pele<sup>28</sup>.

Conforme Kieć-Świerczyńska et al.<sup>59</sup>, a dermatite ocupacional é um importante problema de saúde nos cabeleireiros. Nesse estudo, em 69,7% dos profissionais, foi observada reação alérgica durante os testes, sendo que, destes, 9,8% apresentaram alergia ao formaldeído.

#### 2.2.3.3 Efeitos sobre o sistema neurológico

Kilburn<sup>60</sup>, em estudo randomizado sobre exposição ao formaldeído em técnicos de histologia do sexo feminino, encontrou uma frequência significativa de sintomas neurocomportamentais, como falta de concentração e perda de memória, alterações do sono, diminuição do equilíbrio, variações de humor e irritabilidade no grupo de expostos. O tempo que estiveram em contato com o produto variou de 2 a 37 anos, com média de 12,8 anos. Na

análise do ar do ambiente de trabalho, a concentração de formaldeído variou entre 0,2 e 1,9 ppm.

Um estudo sobre causas e consequências de doenças neurológicas degenerativas ocorridas em idade avançada foi realizado por Tong et al.<sup>61</sup>. O objetivo foi relacionar o grau de demência senil e o nível de formaldeído na urina. Os autores sugerem que a determinação dos níveis urinários do formaldeído poderia ser útil em pacientes com problemas neurológicos, como um método não invasivo para a investigação e diagnóstico de demência senil. Adicionalmente, o formaldeído endógeno poderia estar relacionado ao envelhecimento e com a patogênese da doença de Alzheimer. Nesse estudo, foram observados níveis significativamente superiores de formaldeído na urina de pacientes com grau moderado a grave de demência em relação aos níveis determinados em controles saudáveis.

#### 2.2.3.4 Mutagênese e carcinogênese

As afecções crônicas e os efeitos mutagênicos do formaldeído têm sido demonstrados *in vitro*, e os efeitos carcinogênicos, em experimentos com animais<sup>5</sup>. Existem também evidências do efeito teratogênico do formaldeído para roedores (ratos) e para seres humanos, uma vez que o formaldeído pode atravessar a placenta e atingir o embrião<sup>60,61</sup>.

Estudos epidemiológicos realizados com trabalhadores de uma variedade de indústrias que fabricam ou usam formol, incluindo a química, plásticos, fibra de vidro, resinas e indústrias da madeira, bem como construção, vestuário, fundição de ferro, e os trabalhadores de curtume, avaliaram a relação entre a exposição ao formaldeído e a carcinogenicidade em seres humanos<sup>9</sup>.

Hauptmann et al.<sup>62</sup> avaliaram 265 agentes funerários e observaram aumento significativo de morte por leucemia mieloide, sendo o risco de morte maior com o aumento dos anos de exposição. Picos de exposição ao formaldeído  $\geq 4$  ppm foram relacionados com maior risco de neoplasias linfo-hematopoiéticas e leucemia mieloide<sup>63</sup>, além de risco de câncer sinusal, especialmente de adenocarcinoma<sup>64</sup>.

No estudo de Ladeira<sup>8</sup>, realizado em trabalhadores expostos ao formaldeído nos laboratórios de anatomia patológica, foi observada a associação entre a exposição ao formaldeído e a presença de alterações nos núcleos celulares, sendo que o hábito tabágico e o consumo de álcool potencializaram o dano celular. O estudo encontrou associação significativa entre o polimorfismo do gene do álcool desidrogenase 3 (ADH3) e a presença de

micronúcleos em linfócitos periféricos e do polimorfismo do gene *X-ray cross-complementation 3* (XRCC3) nas profusões nucleares. Assim, a exposição ao formaldeído é um fator de risco que atua no aumento desses biomarcadores genotóxicos que refletem a concentração do agente químico no ambiente.

Na análise da IARC<sup>65</sup>, o formaldeído foi considerado como carcinógeno do grupo 1 para humanos, com base em observações experimentais e estudos epidemiológicos de grupos expostos na indústria de manufaturas e funerais. Uma revisão recente de registros de câncer, de estudos de coorte (históricos ou de base populacional) ou de caso/controle baseados na ocupação reforça a associação entre exposição ao formaldeído e câncer sinonasal, nasofaríngeo, do sistema hematopoiético e do sistema nervoso central em humanos<sup>9</sup>.

Uma vez que o formaldeído é classificado como irritante e como potencial cancerígeno, recomenda-se a utilização de luvas e máscaras com filtro especial durante a manipulação do produto<sup>28</sup>.

### **2.3 Formaldeído no processo de alisamento capilar**

A técnica de alisamento capilar, também conhecida como escova progressiva ou escova definitiva, é utilizada indiscriminadamente em diversos salões de beleza. Concentrações variáveis de formaldeído têm sido empregadas nas formulações utilizadas no procedimento de alisamento capilar no Brasil e em outros países. O uso de formulações contendo formaldeído nesse tipo de procedimento é proibido pelas agências de vigilância sanitária. O alerta sobre a utilização do formaldeído em técnicas de alisamento capilar no Brasil foi dado por Sodré et al.<sup>4</sup> depois que 332 mulheres do Rio de Janeiro procuraram a vigilância sanitária da cidade para reclamar de reações causadas pela técnica de escova progressiva. As queixas se referiam a queda de cabelo, ardência nos olhos, queimaduras no couro cabeludo e problemas respiratórios; dois salões foram interditados, e 36, multados.

Nesse sentido, a ANVISA vem mostrando sua preocupação ao alertar a população sobre os riscos do uso de produtos que não estejam registrados e que podem causar graves problemas   saúde. As vigilâncias sanitárias estaduais e municipais vêm encontrando produtos sem registro da ANVISA ou do Ministério da Saúde, utilizados sem um controle rígido e com altas dosagens de formol em sua composição, o que tem proporcionado o surgimento dos problemas de saúde citados acima. Morte secundária a choque anafilático também pode ser induzida pelo formaldeído.

Segundo Mazzei et al.<sup>66</sup>, apesar das recomendações oficiais, o uso inadequado de cremes de alisamento para o cabelo tornou-se uma prática popular no Brasil. Através do método de análise por espectrofotometria, os autores mostraram concentrações altas de formaldeído em três diferentes produtos usados no procedimento de escova progressiva, variando entre 1,6 e 10,5%. No estudo de Beloto & Bertolini<sup>67</sup>, os produtos com grande concentração de formaldeído foram citados como desencadeadores de sintomas como espirros, dispneia, tosse e irritação do trato respiratório por 23% dos cabeleireiros pesquisados.

Um estudo realizado com usuárias de alisantes capilares indicou que irritação ocular, ardência e lacrimejamento foram os sintomas e sinais que tiveram maior incidência em todas as faixas etárias. Todavia, entre 20-29 anos, faixa etária que mais consome o produto, se observa maior porcentagem, respectivamente, de cefaleia, tosse, dispneia, coceira e descamação do couro cabeludo, irritação nasal e prurido nos olhos. Entretanto, a toxicidade aguda e subaguda decorrente do uso do formaldeído parece ser tolerada pelas usuárias em nome da vaidade<sup>39</sup>.

Como salientado, o formaldeído é considerado cancerígeno pela OMS<sup>18</sup>, e sua inalação pode causar câncer no aparelho respiratório, dor de garganta, irritação do nariz, tosse, diminuição da frequência respiratória, irritação e sensibilidade do sistema respiratório. Pode ainda causar graves ferimentos nas vias aéreas, levando ao edema pulmonar, sendo fatal em altas concentrações.

Apesar da proibição do uso de formaldeído em produtos cosméticos e da determinação de concentração máxima, definida pela legislação vigente, editadas pela ANVISA, muitas usuárias desconhecem os potenciais riscos de genotoxicidade do produto. A base de evidências relacionando o risco para a saúde com a exposição ao formaldeído está bem estabelecida. Entretanto, faz-se necessária uma maior divulgação desses resultados entre as consumidoras, assim com uma maior fiscalização em salões de beleza e estabelecimentos afins, monitorando ou coibindo essa utilização.

Embora a técnica que usa o formaldeído no processo de alisamento capilar tenha sido inicialmente empregada no Brasil, ela é atualmente utilizada em diversos países do mundo. Nos Estados Unidos da América, entre maio de 2009 e abril de 2011, a agência *Food and Drug Administration* (FDA, EUA) recebeu 46 relatos de eventos adversos após procedimento de escova progressiva utilizando uma técnica de alisamento capilar brasileira (*Brazilian Blowout Treatment*). Entre os relatos, estavam cheiro desagradável e alterações do olfato, perda de cabelos, lesões e queimaduras no escalpo, sintomas de irritação ocular e de mucosas,

cefaleia, náuseas, tonturas, tosse, dor torácica e dificuldade respiratória. Uma pesquisa entre 41 salões de beleza (selecionados entre os *top 100* dos EUA) mostrou que 28 salões, distribuídos em 18 estados americanos, utilizavam formulações contendo formaldeído em concentrações variando entre 0,93 e 11,8% em procedimentos de escova progressiva. Em 15 de 16 produtos usados para alisamento capilar de diversas companhias, disponíveis em salões de beleza dos EUA, não constava formaldeído na descrição da formulação, ou a presença do mesmo estava descrita de forma evasiva, como, por exemplo, “contém um aldeído”<sup>68</sup>.

Do mesmo modo, agências de saúde de outros países – Austrália, Irlanda, Canadá, França e Chipre – anunciaram na mesma época *recalls* de produtos para alisamento capilar contendo formaldeído<sup>68</sup>.

### 3 JUSTIFICATIVA

Os cabeleireiros estão sujeitos a desenvolver doenças ocupacionais relacionadas com o tipo de atividade que desenvolvem ou decorrentes do contato com produtos químicos no ambiente laboral. Uma grande variedade de produtos é usada em diferentes procedimentos. Muitas dessas substâncias são potencialmente tóxicas e podem causar danos à saúde. O problema da exposição ocupacional de cabeleireiros pode ser intensificado por desinformação, pelo uso de produtos adulterados e de qualidade duvidosa, pela realização de múltiplos procedimentos simultaneamente por diferentes profissionais, pela cronicidade da exposição, pela ventilação inadequada nos ambientes de trabalho e também por medidas regulatórias frouxas e falta de fiscalização.

Uma técnica de alisamento capilar chamada escova progressiva, que usa como base produtos contendo diferentes concentrações de formaldeído, tem sido empregada com grande frequência nos salões de beleza nos últimos anos. Segundo a legislação brasileira, o uso do formaldeído na indústria cosmética só é permitido em baixas concentrações, como agente conservante ou como endurecedor de unhas. Apesar dos alertas da vigilância sanitária sobre o uso abusivo de formulações adulteradas contendo formaldeído na técnica de alisamento capilar e sobre os efeitos danosos do produto sobre a saúde, o procedimento de alisamento capilar com formaldeído continua a ser utilizado diariamente. Simultaneamente, cresce o número de reclamações sobre lesões no couro cabeludo, problemas oculares (irritação, ardência) e respiratórios após a aplicação da substância em centros estéticos.

As evidências científicas disponíveis indicam que o formaldeído causa dermatite ao contato e apresenta efeitos irritativos sobre os olhos e mucosas de vias aéreas superiores. Os efeitos adversos da exposição ao formaldeído foram somente parcialmente estudados, e os resultados disponíveis ainda são limitados. Por outro lado, a exposição crônica ao formaldeído tem sido associada com alterações mutagênicas e carcinogênicas.

Considerando a extensão e a disseminação do uso do formaldeído em salões de beleza, os efeitos potenciais do mesmo sobre a saúde humana e a escassez de dados sobre o impacto desse tipo de exposição, estudos que contribuam para a elucidação desse tema podem ser muito úteis. A compreensão dos mecanismos e efeitos do uso do formaldeído no contexto



estético pode resultar em ações educativas que reduzam os níveis de exposição e tenham um impacto positivo sobre a saúde e a qualidade de vida dos cabeleireiros.

## **4 OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivo geral**

Avaliar os efeitos adversos da exposição de cabeleireiros ao formaldeído, durante processo de alisamento capilar.

### **4.2 Objetivos específicos**

- Estudar os efeitos agudos da exposição ao formaldeído sobre os sintomas e a função pulmonar.
- Mensurar as concentrações de formaldeído no ar ambiente dos salões de beleza.
- Determinar a concentração de ácido fórmico na urina antes e após a exposição dos cabeleireiros ao formaldeído.
- Estudar o impacto da exposição repetida ao formaldeído durante 6 meses sobre os sintomas e a função pulmonar.

## 5 REFERÊNCIAS DA REVISÃO DE LITERATURA

1. Mendes R, Carneiro AP, Souza AJ. Doenças respiratórias ocupacionais. In: Tarantino AB, editor. Doenças pulmonares. 5 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2002. p. 827-54.
2. Fung F. Asfixiantes simples e irritantes pulmonares. In: Ling L, editor. Segredos em toxicologia: respostas necessárias ao dia-a-dia em rounds, no serviço de emergência, em exames orais e escritos. Porto Alegre: Artmed; 2005. p. 259-64.
3. Albin M, Rylander L, Mikoczy Z, Lillienberg L, Dahlman Hoglund A, Brisman J, et al. Incidence of asthma in female Swedish hairdressers. *Occup Environ Med.* 2002;59:119-23.
4. Sodré ED, Corrêa SM, Arbilla G, Marques M. Principais carbonilas no ar de locais públicos no Rio de Janeiro. São Paulo: Química Nova; 2005.
5. Bernstein RS, Stayner LT, Elliott LJ, Kimbrough R, Falk H, Blade L. Inhalation exposure to formaldehyde: an overview of its toxicology, epidemiology, monitoring, and control. *Am Ind Hyg Assoc J.* 1984;45:778-85.
6. Kilburn KH, Warshaw R, Boylen CT, Johnson SJ, Seidman B, Sinclair R, et al. Pulmonary and neurobehavioral effects of formaldehyde exposure. *Arch Environ Health.* 1985;40:254-60.
7. World Health Organization, International Agency for Research on Cancer (IARC). IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Volume 6: Wood dust and formaldehyde. Lyon: IARC; 1995.
8. Ladeira CAF. Biomarcadores genotóxicos e polimorfismos genéticos em trabalhadores expostos a formaldeído [mestrado]. Lisboa: Universidade de Lisboa Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa; 2009.
9. National Toxicology Program. Final report on carcinogens. Background document for formaldehyde Washington: U.S. Department of Health and Human Services; 2010.
10. Dias LP, Andriola AE, Almeida MA, Moreira KL. Relato das principais alergias em profissionais cabeleireiros no bairro dos bancários em João Pessoa - PB. Livro de Memórias do IV Congresso Científico Norte-Nordeste - CONAFF. Santos: Centro de Estudos e Pesquisas Sanny; 2007. p. 47-52.

11. Brasil, Ministério do Trabalho e Emprego. Classificação brasileira de ocupações: trabalhadores nos serviços de embelezamento e higiene. 2010 [cited 2011 05 nov] Disponível em: <http://www.mtecbo.gov.br>.
12. Brasil, Ministério do Trabalho. Portaria 3.214, de 8 de junho de 1978. Norma regulamentadora nº 15. Dispõe sobre atividades e operações insalubres. Diário Oficial da União, Brasília, 6 jul. 1978. [cited 2010 17 jul] Disponível em: [http://www.mte.gov.br/legislacao/normas\\_regulamentadoras/nr\\_15.pdf](http://www.mte.gov.br/legislacao/normas_regulamentadoras/nr_15.pdf).
13. Brasil, Ministério da Saúde, Organização Pan-Americana de Saúde. Doenças relacionadas a trabalho: manual de procedimentos para os serviços de saúde. Brasília: Ministério da Saúde; 2001. (Normas e Manuais Técnicos).
14. Fundação Nacional de Saúde (FUNASA). Textos de epidemiologia para vigilância ambiental em saúde. Brasília: Ministério da Saúde; 2002.
15. Leino T. Epidemiology of skin and respiratory diseases among hairdressers. Helsinki: University of Helsinki; 2001.
16. Hollund BE, Moen BE, Lygre SH, Florvaag E, Omenaas E. Prevalence of airway symptoms among hairdressers in Bergen, Norway. *Occup Environ Med*. 2001;58:780-5.
17. Rico-Méndez FG, Huizar-Hernández V, Alba-Cabrera MD, Ochoa-Jiménez LG. Obstrucción de la vía aérea en asmáticos asociada al uso de aerosol para el cabello. *Rev Inst Nal Enf Resp Mex*. 2000;13:18-22.
18. Organização Mundial da Saúde (OMS/OPAS). Funções essenciais de saúde pública. Washinton: OPAS; 2000. (Documento no 126/17).
19. Hytönen M, Leino T, Sala E, Kanerva L, Tupasela O, Malmberg H. Nasal provocation test in the diagnostics of hairdressers' occupational rhinitis. *Acta Otolaryngol Suppl*. 1997;529:133-6.
20. Moscato G, Pignatti P, Yacoub MR, Romano C, Spezia S, Perfetti L. Occupational asthma and occupational rhinitis in hairdressers. *Chest*. 2005;128:3590-8.
21. Takkouche B, Regueira-Mendez C, Montes-Martinez A. Risk of cancer among hairdressers and related workers: a meta-analysis. *Int J Epidemiol*. 2009;38:1512-31.
22. International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC). *Pure Appl Chem*. 2009;81:1131-86.
23. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological profile for formaldehyde. Atlanta: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service; 1999.

24. Lowe D, Schmidt U, Ehhait D, Frischkorn C, Nurnberg H. Determination of formaldehyde in clean air. *Environ Sci Technol.* 1981;15:819-21.
25. Goyer N, Bégin D, Beaudry C, Bouchard M, Carrier G, Lavoué J, et al. Formaldehyde in the workplace: prevention guide. Montreal: Institut de Recherche Robert-Sauve en Sante et en Securite du Travail; 2007.
26. National Research Council (U.S.), Committee on Aldehydes. Formaldehyde and other aldehydes. Washington: National Academy of Science Press; 1981.
27. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC nº 162, Seção 1, págs. 36 a 38, de 11 de setembro de 2001. Brasília: ANVISA; 2001.
28. Mendes R. Patologia do trabalho. 2ª ed. São Paulo: Atheneu; 2003.
29. Tang X, Bai Y, Duong A, Smith MT, Li L, Zhang L. Formaldehyde in China: production, consumption, exposure levels, and health effects. *Environ Int.* 2009;35:1210-24.
30. Pinheiro HLC, Jesus DS, Cruz FF. Importância do monitoramento de formaldeído em ambientes hospitalares utilizando o reagente fluoral P e detecção espectrofluorimétrica. Anais do I Congresso Nacional da ABDEH - IV Seminário de Engenharia Clínica; 2004 [cited 2012 02 maio] Disponível em: [http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/importancia\\_monitoriamento.pdf](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/importancia_monitoriamento.pdf).
31. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RE nº 176, de 24 de outubro de 2000. Brasília: ANVISA; 2000 [cited 2012 02 maio] Disponível em: [http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/176\\_00re.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/176_00re.htm).
32. Hays S, Gobbell RV, Ganick NR. Indoor air quality: solutions and strategies. Boston: McGraw Hill; 1995.
33. Occupational Safety and Health Administration (OSHA). Final rule amending formaldehyde standard in response to federal court of appeals ruling. Washington: U.S. Government; 2009.
34. National Institute for Occupational Safety and Health. Pocket guide to chemical hazards for formaldehyde. Atlanta: NIOSH; 2010.
35. Bendino JH. Formaldehyde exposure hazards and health effects: a comprehensive review for embalmers. Springfield: Champion; 2004.
36. ANVISA. Agencia Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada-RDC nº 215, seção 1, pág. 23, 25 de julho de 2005, (2005).

37. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Material de divulgação: cartilha Alisantes. Brasília: ANVISA; 2007 [cited 2012 02 maio] Disponível em: [http://www.anvisa.gov.br/cosmeticos/alisantes/folder\\_alisantes/alisantes3.htm](http://www.anvisa.gov.br/cosmeticos/alisantes/folder_alisantes/alisantes3.htm).
38. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 36, de 17 de junho de 2009. Brasília: ANVISA; 2009.
39. Macagnan KK, Sartori MR, Castro FG. Sinais e sintomas da toxicidade do formaldeído em usuários de produtos alisantes capilares. *Cad Esc Saude*. 2010;1:46-63.
40. Morgan KT, Patterson DL, Gross EA. Responses of the nasal mucociliary apparatus of F-344 rats to formaldehyde gas. *Toxicol Appl Pharmacol*. 1986;82:1-13.
41. Yodaiken RE. The uncertain consequences of formaldehyde toxicity. *JAMA*. 1981;246:1677-8.
42. Bulhões I. Riscos do trabalho de enfermagem. 2ª ed. Rio de Janeiro: Folha Carioca; 1998.
43. Loomis TA. Formaldehyde toxicity. *Arch Pathol Lab Med*. 1979;103:321-4.
44. U.S. Environmental Protection Agency. Formaldehyde: hazard summary. 2003 [cited 2010 10 mai ] Disponível em: <http://www.epa.gov/ttn/atw/hlthef/formalde.html>.
45. Andersen I, Proctor DF. The rate and effects of inhaled materials. In: Andersen I, editor. *The nose, upper airway physiology and the atmospheric environment*. Amsterdam: Elsevier Biomedical; 1982. p. 423-7.
46. Ferrero L. Formaldehyde: efectos tóxicos y recomendaciones. *Rev Soc Venez Cienc Morfol*. 1998;4:56-61.
47. Ling L, Clark RF, Timothy B, Erickson JH. Segredos em toxicologia: respostas necessárias ao dia-a-dia em rounds, no serviço de emergência, em exames orais e escritos. Porto Alegre: Artmed; 2005.
48. McGwin G, Lienert J, Kennedy JI. Formaldehyde exposure and asthma in children: a systematic review. *Environ Health Perspect*. 2010;118:313-7.
49. Holmstrom M, Wilhelmsson B, Hellquist H. Histological changes in the nasal mucosa in rats after long-term exposure to formaldehyde and wood dust. *Acta Otolaryngol*. 1989;108:274-83.
50. Kriebel D, Myers D, Cheng M, Woskie S, Cocanour B. Short-term effects of formaldehyde on peak expiratory flow and irritant symptoms. *Arch Environ Health*. 2001;56:11-8.

51. Flo-Neyret C, Lorenzi-Filho G, Macchione M, Garcia ML, Saldiva PH. Effects of formaldehyde on the frog's mucociliary epithelium as a surrogate to evaluate air pollution effects on the respiratory epithelium. *Braz J Med Biol Res.* 2001;34:639-43.
52. Nunn AJ, Craigen AA, Darbyshire JH, Venables KM, Newman Taylor AJ. Six year follow up of lung function in men occupationally exposed to formaldehyde. *Br J Ind Med.* 1990;47:747-52.
53. Norback D, Bjornsson E, Janson C, Widstrom J, Boman G. Asthmatic symptoms and volatile organic compounds, formaldehyde, and carbon dioxide in dwellings. *Occup Environ Med.* 1995;52:388-95.
54. Herbert FA, Hessel PA, Melenka LS, Yoshida K, Nakaza M. Respiratory consequences of exposure to wood dust and formaldehyde of workers manufacturing oriented strand board. *Arch Environ Health.* 1994;49:465-70.
55. Witek Jr. TJ, Schachter EN, Tosun T, Beck GJ, Leaderer BP. An evaluation of respiratory effects following exposure to 2.0 ppm formaldehyde in asthmatics: lung function, symptoms, and airway reactivity. *Arch Environ Health.* 1987;42:230-7.
56. Green DJ, Sauder LR, Kulle TJ, Bascom R. Acute response to 3.0 ppm formaldehyde in exercising healthy nonsmokers and asthmatics. *Am Rev Respir Dis.* 1987;135:1261-6.
57. Sauder LR, Green DJ, Chatham MD, Kulle TJ. Acute pulmonary response of asthmatics to 3.0 ppm formaldehyde. *Toxicol Ind Health.* 1987;3:569-78.
58. Casset A, Marchand C, Purohit A, le Calve S, Uring-Lambert B, Donnay C, et al. Inhaled formaldehyde exposure: effect on bronchial response to mite allergen in sensitized asthma patients. *Allergy.* 2006;61:1344-50.
59. Kiec-Swierczynska M, Kr cisz B. Occupational allergic contact dermatitis in hairdressers due to glutaraldehyde. *Contact Dermatitis.* 2001;44:185-6.
60. Kilburn KH. Neurobehavioral impairment and seizures from formaldehyde. *Arch Environ Health.* 1994;49:37-44.
61. Tong Z, Zhang J, Luo W, Wang W, Li F, Li H, et al. Urine formaldehyde level is inversely correlated to mini mental state examination scores in senile dementia. *Neurobiol Aging.* 2011;32:31-41.
62. Hauptmann M, Stewart PA, Lubin JH, Beane Freeman LE, Hornung RW, Herrick RF, et al. Mortality from lymphohematopoietic malignancies and brain cancer among embalmers exposed to formaldehyde. *J Natl Cancer Inst.* 2009;101:1696-708.

63. Beane Freeman LE, Blair A, Lubin JH, Stewart PA, Hayes RB, Hoover RN, et al. Mortality from lymphohematopoietic malignancies among workers in formaldehyde industries: the National Cancer Institute Cohort. *J Natl Cancer Inst.* 2009;101:751-61.
64. Luce D, Leclerc A, Begin D, Demers PA, Gerin M, Orlowski E, et al. Sinonasal cancer and occupational exposures: a pooled analysis of 12 case-control studies. *Cancer Causes Control.* 2002;13:147-57.
65. World Health Organization, International Agency for Research on Cancer. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Volume 88: Formaldehyde, 2-Butoxyethanol and 1-tert-Butoxypropan-2-ol. Lyon: IARC; 2006.
66. Mazzei JL, Figueiredo EV, da Veiga LJ, Aiub CA, Guimarães PI, Felzenszwalb I. Mutagenic risks induced by homemade hair straightening creams with high formaldehyde content. *J Appl Toxicol.* 2010;30:8-14.
67. Beloto A, Bertolini GMS. Estudo da capacidade funcional ventilatória dos profissionais cabeleireiros da cidade de Maringá, estado do Paraná, no ano de 2005. *Acta Scient Health Sci.* 2008;28(2). Disponível em: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciHealthSci/article/view/1067/546>.
68. Environmental Working Group (EWG). Top salon survey. 2011 [cited 2012 27 fev] Disponível em: <http://www.ewg.org/hair-straighteners/our-report/salon-survey-brazilian-hair-straightening/>.



## 6 ARTIGO ORIGINAL

**Exposição de cabeleireiros ao formaldeído: efeitos de curto e longo prazo sobre sintomas e função pulmonar**

*Exposure of hairdressers to formaldehyde: short and long term effects on symptoms and lung function*

**Silvia Lorenzini<sup>1</sup>, Marli M. Knorst<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Ciências Pneumológicas, Porto Alegre, RS, Brasil.

<sup>2</sup> Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Porto Alegre, RS, Brasil.

Endereço para correspondência:

Av. Francisco Petuco, 340/602, Boa Vista

CEP 90520-620 - Porto Alegre, RS, Brazil

Endereço de email: [silvialorenzini@ymail.com](mailto:silvialorenzini@ymail.com)

## Resumo

**Introdução:** Cabeleireiros estão expostos a um grande número de produtos químicos no ambiente de trabalho. Um destes produtos é o formaldeído, que causa irritação das vias respiratórias, sensibilidade imunológica imediata, mutagênese e carcinogênese. **Objetivos:** Avaliar a exposição de cabeleireiros ao formaldeído e estudar os efeitos agudos e prolongados da exposição sobre os sintomas e a função pulmonar. **Métodos:** Estudamos prospectivamente 41 cabeleireiros antes, após a exposição imediata ao formaldeído durante procedimento de alisamento capilar e após 6 meses. Foram coletados dados sobre sintomas e realizada espirometria no ambiente de trabalho. As concentrações de formaldeído no ar e de ácido fórmico na urina foram determinadas. **Resultados:** A média da idade foi de  $39 \pm 11$  anos, 70,7% eram mulheres e 70,7% eram não tabagistas. Os procedimentos de alisamento capilar duraram de 30 a 90 minutos, 81% foram realizados com equipamentos de proteção. A concentração de formaldeído no ambiente de trabalho variou de 0,1 ppm a 5,0 ppm ( $md=0,4$  ppm). A concentração de ácido fórmico na urina aumentou após a exposição ( $1,31 \pm 0,91$  mg/L *versus*  $1,96 \pm 0,90$  mg/L;  $p<0,001$ ). Observou-se uma associação entre a concentração de formaldeído no ambiente de trabalho e os níveis de ácido fórmico na urina após a exposição ( $r_s=0,33$ ;  $p=0,03$ ). Sintomas pré-exposição estiveram presentes em 29% e após exposição ao formaldeído em 71% dos cabeleireiros. Lacrimejamento, irritação ocular e nasal, coriza, irritação na garganta, tosse seca, espirros simples, dispneia e cefaleia aumentaram imediatamente após a exposição ( $p<0,05$ ). Não houve alteração dos valores da espirometria após a exposição ( $p>0,05$ ). No período de seguimento, os cabeleireiros utilizaram produtos contendo formaldeído 48 vezes (3-192), com tempo médio de exposição de 45 horas (4,5-225). Após 6 meses da primeira avaliação, houve um aumento adicional na frequência e intensidade da maioria dos sintomas. Mais da metade da amostra referiu apresentar lesões de mucosa nasal. Houve associação entre o tempo de exposição ao formaldeído no seguimento e o aumento da intensidade da irritação nasal ( $r_s=0,309$ ;  $p=0,050$ ). Não houve mudança nos parâmetros da espirometria no seguimento ( $p>0,05$ ). **Conclusões:** A exposição aguda e crônica ao formaldeído causou efeitos adversos à saúde dos cabeleireiros, sem impacto sobre a função pulmonar. A exclusão do formaldeído do ambiente de trabalho pode melhorar a saúde do trabalhador.

**Palavras-chave:** Formaldeído, cabeleireiros, exposição ocupacional, efeitos adversos à saúde.

## Abstract

**Background:** Hairdressers are exposed to a large number of chemicals in the workplace. One of these products is formaldehyde, which causes respiratory irritation, immediate immunological sensitivity, mutagenesis and carcinogenesis. **Objectives:** To evaluate the exposure of hairdressers to formaldehyde and to study the short and long term exposure on symptoms and lung function. **Methods:** We studied 41 hairdressers before, immediately after exposure to formaldehyde in the procedure of hair straightening and after 6 months. Data on symptoms were collected and spirometry was performed in the workplace. Concentrations of formaldehyde in the workplace and formic acid in the urine were determined. **Results:** The mean age was  $39 \pm 11$  years, 70.7% were women and 70.7% were nonsmokers. The procedures lasted between 30 and 90 minutes, 81% were performed with protective equipment. The formaldehyde concentration in the working environment ranged from 0.1 ppm to 5.0 ppm (md=0.4 ppm). The concentration of formic acid in the urine increased after exposure ( $1.31 \pm 0.91$  mg/L versus  $1.96 \pm 0.90$  mg/L,  $p < 0.001$ ). There was an association between the formaldehyde concentration in workplace and the levels of formic acid in urine after exposure ( $r_s = 0.33$ ,  $p = 0.03$ ). Symptoms were present in 29% of the hairdressers before and in 71% and after exposure to formaldehyde. Lacrimation, nasal and eye irritation, runny nose, sore throat, dry cough, sneezing, dyspnea and headache increased after exposure ( $p < 0.05$ ). There was no change in spirometric values after exposure ( $p > 0.05$ ). During follow-up the hairdressers used products containing formaldehyde 48 times (3-192) with an estimated exposure time of 45 hours (4.5-225). After 6 months of the first assessment there was a further increase in frequency and intensity of most symptoms. More than half of the sample reported lesions of the nasal mucosa. An association between length of exposure to formaldehyde in the follow-up and increased intensity of nasal irritation was observed ( $r_s = 0.309$ ,  $p = 0.050$ ). There was no change in spirometry after 6 months ( $p > 0.05$ ). **Conclusions:** Short and long term occupational exposure of hairdressers to formaldehyde was associated with adverse health effects, with no impact on lung function. The exclusion of the substance of the work environment can improve worker health.

**Keywords:** Formaldehyde, hairdressers, occupational exposure, adverse health effects.

## **Introdução**

Cabeleireiros são expostos a um grande número de produtos químicos no ambiente de trabalho, incluindo diversos agentes reativos com efeitos potencialmente irritantes e sensibilizantes sobre as vias aéreas que podem causar efeitos indesejáveis a saúde<sup>1</sup>. Um destes produtos é o formaldeído. Embora a toxicidade do formaldeído seja conhecida e haja uma recomendação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), órgão regulador brasileiro, para que a exposição seja evitada, cabeleireiros e clientes continuam sendo expostos ao produto durante procedimento de alisamento capilar, também denominado de escova progressiva<sup>2</sup>.

O formaldeído causa sensibilização em indivíduos expostos, ocasionando dermatite e inflamação da mucosa nasal<sup>3</sup>, obstrução nasal e diminuição da capacidade vital forçada (CVF)<sup>4</sup>. Quando o nível de exposição é aumentado pode causar irritação das vias aéreas inferiores e sintomas como cefaleia, náuseas, tosse e taquipneia<sup>5</sup>. Oferece risco ocupacional em trabalhadores com exposição prolongada pelo efeito carcinogênico<sup>6</sup>, principalmente associado à indução de câncer da nasofaringe<sup>7</sup> e câncer linfomatóide<sup>8</sup>. Um risco aumentado para câncer de pulmão em associação com a exposição crônica ao formaldeído foi descrito recentemente<sup>9</sup>.

O objetivo de nosso estudo foi avaliar os efeitos adversos da exposição ao formaldeído durante o processo de alisamento capilar em cabeleireiros. Foram estudados os sintomas e a função pulmonar antes e imediatamente após a exposição ao formaldeído e após 6 meses de seguimento com exposição intermitente ao produto. Para quantificar a exposição foram determinadas as concentrações do formaldeído no ar do ambiente de trabalho e do ácido fórmico na urina.

## **Material e métodos**

### **Sujeitos**

Foram estudados 41 cabeleireiros expostos ao formaldeído durante procedimento de alisamento capilar. Os cabeleireiros foram recrutados de diferentes salões de beleza, localizados na zona urbana de Porto Alegre, cidade de grande porte no sul do Brasil. A amostra foi constituída na maioria por mulheres (70%), com idade entre 18 e 67 anos ( $39 \pm 11$  anos). O estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa do Hospital de Clínicas de

Porto Alegre e todos os indivíduos assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido antes da inclusão no estudo.

### **Delineamento e procedimentos do estudo**

O estudo foi realizado em duas etapas: os indivíduos foram avaliados imediatamente antes e após a exposição ao formaldeído durante procedimento de alisamento capilar e reavaliados 6 meses após a primeira avaliação. As duas avaliações foram realizadas no período de julho de 2009 à janeiro de 2011.

Em todos os casos a avaliação foi realizada no turno da manhã, no ambiente de trabalho, sendo escolhido o primeiro procedimento de alisamento capilar do dia. Na avaliação basal antes da exposição ao formaldeído, foram coletadas informações sobre dados demográficos, presença e intensidade de sintomas pré-existentes, frequência da exposição ao formaldeído e informações relacionadas ao local de realização do procedimento de alisamento capilar. Também foi realizada espirometria e coletada uma amostra de urina, para dosagem dos níveis de ácido fórmico. Durante o procedimento de alisamento capilar foi coletado ar ambiental para determinação da concentração de formaldeído no ambiente de trabalho. Após a exposição ao formaldeído foram reavaliados os sintomas e a função pulmonar. Nova amostra de urina para determinação dos níveis de ácido fórmico foi coletada no final do turno de trabalho. Após 6 meses o grupo de profissionais expostos foi reestudado quanto à frequência da exposição ao formaldeído, presença de sintomas, sendo repetida a função pulmonar. A avaliação foi realizada no primeiro horário da manhã, antes de qualquer procedimento.

### **Avaliações**

Todos os indivíduos incluídos participaram de uma entrevista estruturada com questões abertas e fechadas e responderam a um questionário de sintomas, baseado no protocolo utilizado por Kriebel et al.<sup>10</sup> (Anexos B,C e D). Foram pesquisadas a presença e intensidade de sintomas oculares, irritação na garganta, sintomas relacionados com a via aérea superior e inferior, cefaleia e tonturas. Os sintomas foram graduados quanto à intensidade como zero (ausentes), um (leves), dois (moderados) ou três (intensos). Foram coletados dados sobre tabagismo (idade de início e fim e quantidade de cigarros fumados ao dia). O índice tabágico foi calculado multiplicando-se o número de maços de cigarros fumados por dia pelos

anos que o indivíduo fumou e expresso como maços-ano. O índice de massa corporal foi calculado dividindo-se o peso em kg pela altura em metros ao quadrado.

Foram coletados dados sobre o ambiente no qual foi realizado o procedimento de alisamento capilar e informações técnicas sobre o procedimento e produto utilizado. Foram pesquisados: área da sala, tipo de ventilação - presença de janelas e portas abertas, presença de exaustor ou climatizador (ar condicionado tradicional com renovação do ar ambiente ou *split* sem troca de ar). Foi verificado o uso de equipamentos de proteção pelos cabeleireiros (luvas, óculos ou máscara) e o tempo de duração do procedimento.

A espirometria foi realizada com um espirômetro Microlab 3300 (Micro Medical Ltda, Rochester, Inglaterra) sem uso de broncodilatador, utilizando recomendações técnicas e valores de referência previamente descritos<sup>11</sup>.

A coleta da amostra do ar ambiente foi realizada durante a aplicação do produto contendo formaldeído, com o equipamento de coleta posicionado próximo da cavidade oral e nasal do cabelereiro ( figura 1. A e B). A amostra coletada através de uma bomba para coleta de ar (Gillian GilAir 5 *Air Sampling Pump*, Sensidyne Industrial Health, Clearwater, Florida, USA) e foi encaminhada para análise imediatamente após o procedimento. A concentração do formaldeído foi determinada por espectrometria visível e expressa em ppm. A metodologia de coleta da amostragem e análise foi realizada de acordo com a NIOSH 3500 (*Manual of Analytical Methods*, 1994).

A análise do ácido fórmico na urina foi realizada após coleta da urina em recipiente apropriado no início da jornada de trabalho, antes da exposição e após a exposição, no final do turno de trabalho. Imediatamente após a coleta as amostras foram enviadas ao laboratório para a análise. A determinação do ácido fórmico na urina foi realizada através do método de cromatografia gasosa e a concentração observada expressa em mg/L.

### **Cálculo do tamanho amostral e análise estatística**

O cálculo do tamanho amostral foi realizado no programa PEPI (*Programs for Epidemiologists*) versão 4.0. Para um nível de significância de 5%,  $\beta$  de 20%, prevalência basal de sintomas de 25% e um aumento de 30% na frequência de sintomas após a exposição ao formaldeído o tamanho da amostra foi estimado em 38 indivíduos.

A análise estatística foi realizada através do programa estatístico SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) 18.0. As variáveis quantitativas com distribuição simétrica foram descritas por média e desvio padrão, as de distribuição assimétrica através da mediana e amplitude interquartilica. Já, as variáveis qualitativas foram descritas por frequências absolutas e relativas. Para comparar as médias das variáveis de distribuição simétrica foi aplicado o teste *t-student*, para as variáveis de distribuição assimétrica o teste de *Wilcoxon*.

Para comparação da função pulmonar e concentração de ácido fórmico na urina antes e após a exposição do produto utilizou-se o teste *t-student* para amostras pareadas. Para comparar médias após 6 meses de exposição foi aplicado a análise de variância (ANOVA) para medidas repetidas com *post-hoc* de Bonferroni.

Para comparar a intensidade dos sintomas nos três momentos avaliados foi usado o teste de Friedman, para complementar essa análise foi utilizado o teste de Wilcoxon. Na avaliação dos problemas respiratórios pré e após 6 meses foi usado o teste qui-quadrado de McNemar. Para comparar a frequência dos sintomas nos três momentos foi usado o teste de Cochran, complementado com o teste de McNemar. Na análise das associações entre as variáveis foi usado o teste de correlação linear de Pearson ou teste de *Spearman*. O nível de significância adotado foi de 5% ( $p \leq 0,05$ )

## **Resultados**

### **Características da amostra e do ambiente de trabalho**

Foram avaliados 41 cabeleireiros imediatamente antes e após o processo de alisamento capilar com produto contendo formaldeído e 6 meses após a primeira avaliação. A amostra era composta principalmente por mulheres (70,7%), de meia idade ( $39,1 \pm 11,1$  anos), predominantemente não fumantes (70,7%), eutróficas (56,1%) ou com sobrepeso (34,1%) e funcionárias do salão de beleza (87,8%). Vinte cabeleireiros (48,8%) referiram problemas respiratórios prévios, predominando rinite em 16 indivíduos. As características da amostra são mostradas na tabela 1.

A análise das áreas dos ambientes de trabalho mostrou dimensões  $\leq 50 \text{ m}^2$  em 7 salões (17%) e  $\geq 100 \text{ m}^2$  em 25 salões (61%). Observou-se sistema de climatizador de ar tipo *split* em 78% dos ambientes e nos demais, a ventilação era realizada através de janelas e portas abertas. Nenhum dos ambientes analisados apresentava sistema de exaustor ou ar

condicionado tradicional. No produto utilizado para o alisamento capilar constava a autorização do órgão regulatório em 61% dos casos. Todos os cabeleireiros haviam realizado repetidamente o procedimento, em 65,9 % dos casos mais de 100 vezes. O tempo médio de duração do procedimento foi de uma hora, variando de 30 a 90 minutos. Trinta e três cabeleireiros usaram equipamentos de proteção, destes 24 (72,7%) usaram luvas e 9 (27,3%) utilizaram máscara cirúrgica durante o procedimento; nenhum cabeleireiro usou proteção ocular. Cerca da metade dos indivíduos referiu ter apresentado algum tipo de reação em procedimento anterior. Os dados referentes à exposição e ao ambiente de trabalho são mostrados na tabela 1.

### **Avaliação basal e após exposição ao formaldeído**

Antes de iniciar o procedimento de alisamento capilar, os cabeleireiros eram questionados sobre sintomas oculares, sintomas relacionados com as vias aéreas superiores ou inferiores, náuseas, tontura e cefaleia. Nesse momento, 29 % da amostra referiram pelo menos um desses sintomas. Imediatamente após a exposição ao formaldeído 71% da amostra referiu sintomas, os mais prevalentes foram irritação ocular 43,9%, nasal 36,6% e na garganta 31,7% (tabela 2).

Alguns sintomas aumentaram significativamente de intensidade após a exposição. Lacrimejamento, irritação ocular e nasal, coriza, irritação na garganta tosse seca, espirros simples, dispneia e cefaleia intensificaram após a exposição ao formaldeído (todos  $p < 0,01$ , tabela 3). Os dados referentes à espirometria dos cabeleireiros são mostrados na tabela 4. Não houve alteração significativa nos valores espirométricos quando comparados os exames realizado antes e após a exposição ao formaldeído.

### **Determinação dos níveis de formaldeído no ar ambiente e ácido fórmico na urina**

A monitorização do ar ambiente durante o procedimento de alisamento capilar mostrou a presença de formaldeído variando de 0,1 ppm a 5 ppm (mediana de 0,4 ppm; figura 1). A concentração de ácido fórmico na urina foi determinada em todos os indivíduos antes e após a exposição ao formaldeído. A concentração de ácido fórmico na urina antes da exposição foi de  $1,31 \pm 0,91$  mg/L aumentando para  $1,96 \pm 0,90$  mg/L após a exposição ao



formaldeído ( $p < 0,001$ ). O incremento médio foi de 0,65 mg/L (IC 95%: 0,47 - 0,83). As concentrações individuais de ácido fórmico na urina antes e após o procedimento de alisamento capilar estão demonstradas na figura 2. Observou-se uma associação entre a concentração de formaldeído no ambiente de trabalho e os níveis de ácido fórmico na urina após a exposição ( $r_s = 0,33$ ;  $p = 0,03$ ).

### **Avaliação após 6 meses**

Após 6 meses da primeira avaliação os cabeleireiros foram entrevistados e repetiram a espirometria. No período de seguimento, os profissionais realizaram alisamento capilar com produto contendo formaldeído cerca de 48 vezes (mediana; mínimo de 3 e máximo de 192 vezes). O procedimento foi realizado no mínimo 24 vezes por 80,5 % da amostra. O tempo de exposição dos cabeleireiros nesse período foi de 45 horas (mediana), mínimo de 4,5 horas e máximo de 225 horas.

Transcorridos 6 meses, um maior número de cabeleireiros relatou sintomas em comparação com a avaliação basal antes da exposição ao formaldeído, (63,4% *versus* 34%;  $p = 0,03$ ). Observou-se diferença significativa na frequência de lacrimejamento, irritação e vermelhidão ocular, irritação da mucosa nasal e da garganta em comparação com os achados da avaliação basal e pós exposição ao formaldeído de 6 meses antes ( $p < 0,01$ ; tabela 2). Coriza, espirros simples, lesão da mucosa nasal, tosse seca, náuseas e cefaleia foram referidos com mais frequência que na avaliação basal ( $p < 0,05$ ; tabela 2). Da mesma forma, observou-se diferença na intensidade de diversos sintomas após 6 meses de seguimento. Irritação ocular, nasal e na garganta e espirros simples foram os sintomas que aumentaram significativamente imediatamente após o procedimento e apresentaram incremento adicional na intensidade após 6 meses (todos  $p < 0,01$ ). Lacrimejamento, vermelhidão ocular, coriza, lesão de mucosa nasal, tosse seca, náuseas e cefaleia foram significativamente mais intensos após 6 meses em relação aos dados basais pré exposição (todos  $p < 0,01$ ; tabela 3). Adicionalmente, observou-se associação significativa entre o tempo de exposição ao formaldeído nos 6 meses e o aumento da intensidade da irritação nasal ( $r_s = 0,31$ ;  $p = 0,05$ ). Não houve alteração significativa nos valores da espirometria no seguimento (tabela 4).

## Discussão

Nosso estudo mostrou que a exposição aguda e crônica ao formaldeído durante procedimento de alisamento capilar causa aumento da frequência e intensidade de sintomas associados à irritação de mucosas e vias aéreas, sem apresentar impacto significativo sobre a função pulmonar. A exposição ao formaldeído foi confirmada através da mensuração de níveis elevados de formaldeído no ar ambiente e incremento do ácido fórmico na urina.

A exposição ao formaldeído é ubíqua por este ser um poluente encontrado tanto em ambientes fechados como ao ar livre. O formaldeído é utilizado em processos industriais envolvendo a manufatura de produtos e resinas, como preservativo em cosméticos, detergentes e alimentos, como desinfetante e na preservação de cadáveres<sup>12</sup>. A liberação de formaldeído, sob forma gasosa, nos vários processos e por produtos nos quais está presente afeta a qualidade do ar no ambiente doméstico ou nos locais de trabalho<sup>13</sup>. Ele é um produto tóxico que causa irritação na pele<sup>14</sup>, nos olhos, no nariz e na garganta, sintomas relacionados com comprometimento das vias aéreas inferiores<sup>15,16</sup>, e é considerado carcinogênico com base em estudos realizados em animais e com dados obtidos em humanos<sup>17</sup>.

A indústria de cosméticos vem em crescente expansão e os produtos para cabelos estão entre os cosméticos mais comercializados no mundo. Paralelamente, em alguns locais do Brasil, cresce o mercado de produtos usados para tratamento capilar não registrados no Ministério da Saúde, diversos deles contendo formaldeído. No Brasil, o uso de formaldeído no processo de alisamento capilar é proibido, sendo permitido apenas a utilização de formaldeído numa concentração máxima de 0,2% como conservante em cosméticos<sup>18</sup>. Contrariando as recomendações oficiais da agência reguladora, muitos salões de beleza usam produtos contendo concentrações variadas de formalina no procedimento de alisamento capilar, porque este método garantiria um alisamento mais duradouro em comparação com os demais métodos disponíveis. A formalina é uma solução aquosa de formaldeído a 37% - 38%. Um estudo recente, realizado no Brasil, avaliou a concentração do formaldeído em três diferentes produtos usados no procedimento de escova progressiva, e observou concentrações entre 1,6% e 10,5%<sup>19</sup>.

Do mesmo modo que a utilização em cosméticos, os níveis de exposição ocupacional ao formaldeído também estão regulamentados pelas diferentes agências de saúde. Segundo a Organização Mundial de Saúde<sup>20</sup>, valores de formaldeído menores que 0,05 ppm são aceitáveis, enquanto que concentrações maiores que 0,1 ppm são preocupantes. A Associação de Saúde e Segurança Ocupacional (*Occupational Safety and Health Administration* –

OSHA)<sup>21</sup> estabelece o limite máximo 0,05 ppm e nos casos de pico, a concentração máxima 0,1 ppm. No Brasil, o limite máximo de formaldeído é de 1,6 ppm ou 2,3 mg/m<sup>3</sup> para uma jornada de 48 horas semanais, sendo considerado um agente químico cujos limites de tolerância não podem ser ultrapassados em momento algum na jornada de trabalho<sup>22</sup>. Na avaliação do ar no ambiente de trabalho durante o procedimento de alisamento capilar encontramos concentrações de formaldeído entre 0,1 ppm e 5,0 ppm. Os dados acima demonstram uma exposição ocupacional significativa ao formaldeído, com concentrações superiores às regulamentadas. Adicionalmente, a comparação entre os limites da concentração do formaldeído no ar em ambientes fechados regulamentados no Brasil e os valores estabelecidos internacionalmente<sup>20,21,23</sup> demonstra que o limite brasileiro é muito elevado e necessita ser revisado.

As concentrações de formaldeído encontrados nos salões de beleza pesquisados no nosso estudo podem causar efeitos deletérios à saúde dos trabalhadores. O odor do formaldeído pode ser detectado a partir de concentrações de 0,5 ppm<sup>24</sup> e sua ação irritante sobre as mucosas dos olhos e aparelho respiratório superior torna-se evidente com concentrações entre 0,4 e 3 ppm<sup>25,26</sup>. Com a exposição continuada ao formaldeído o indivíduo pode desenvolver tolerância e os sintomas irritativos podem ser menos pronunciados<sup>10</sup>. O estudo de Flo-Neyret et al.<sup>27</sup>, realizado em cobaias, revelou que a exposição ao formaldeído com concentrações entre 2,5 e 5,0 ppm por 60 minutos, diminui a atividade mucociliar. A exposição de coelhos a formaldeído a 10% por 12 semanas ou a 40% por 6 semanas mostrou perda de cílios e metaplasia, congestão vascular e leve edema subepitelial na cavidade nasal. Foi observada alteração do epitélio traqueal com presença de núcleos hipercromáticos, edema subepitelial e infiltração linfocítica. Havia enfisema marcado e aumento da celularidade com espessamento das paredes alveolares. As alterações histológicas foram mais pronunciadas com as concentrações mais altas por tempo curto em comparação com concentrações menores e tempo prolongado<sup>28</sup>.

A concentração de formaldeído em um ambiente fechado depende da fonte de emissão no próprio ambiente, dos níveis externos de formaldeído, da temperatura, da umidade e da ventilação<sup>29</sup>. Observamos troca de ar com o ambiente externo através de portas e janelas em somente 9 dos 41 salões de beleza estudados, e nos demais estabelecimentos a climatização era realizada através de condicionador de ar tipo *split*, que não promove a renovação do ar. Nenhum salão possuía exaustor ou sistema de ventilação especial, o que poderia reduzir ao menos parcialmente, a concentração dos produtos potencialmente inaláveis encontrados no

ambiente de trabalho<sup>30</sup>. Adicionalmente, é preciso considerar que a coleta da amostra do ar ambiente para determinação da concentração do formaldeído foi realizada durante um procedimento no início do turno de trabalho. Com a ventilação deficiente, a presença de outros profissionais trabalhando simultaneamente no mesmo ambiente e a realização de diversos procedimentos ao longo do dia de trabalho, o grau de exposição individual pode ter sido subestimado.

No nosso estudo, o grau de exposição dos cabeleireiros ao formaldeído foi confirmado pela determinação da concentração de ácido fórmico na urina, que aumentou significativamente após o uso do produto. O formaldeído, uma vez inalado ou absorvido por via digestiva, é rapidamente metabolizado pelos seres humanos, sendo oxidado a ácido fórmico em reações que podem ser catalisadas por vários sistemas enzimáticos<sup>31</sup>. O ácido fórmico é uma substância extremamente tóxica para o homem. Em nosso estudo encontramos uma associação fraca entre as concentrações de formaldeído no ar ambiente e as concentrações urinárias de ácido fórmico. Por outro lado, num estudo com 14 trabalhadores após 16 horas de exposição foi observada uma correlação forte ( $r=0,81$ ) entre a concentração de formaldeído no ambiente e de ácido fórmico na urina<sup>32</sup>.

A preocupação dos cabeleireiros quanto à toxicidade do formaldeído pode ser verificada através da utilização de equipamentos de proteção individual (EPIs). Um maior número de indivíduos usou luvas durante o procedimento, enquanto que apenas 27,3% utilizavam máscara. A OSHA<sup>21</sup> recomenda a utilização de luvas e máscara especial durante a manipulação do produto. Os dados de nosso estudo sugerem uma preocupação dos profissionais em evitar as lesões de pele que podem ser desencadeadas pelo produto, porém as consequências da inalação do produto e da irritação ocular parecem não preocupar os cabeleireiros. A preocupação com os efeitos danosos à saúde relacionados à exposição ocupacional à cosméticos foi relatada previamente, tendo sido o principal motivo para abandono da profissão numa coorte de 3.484 cabeleireiras finlandesas seguidas por um período de 15 anos (RR 1,33; 95% IC 1,16-1,52)<sup>33</sup>.

A atenção especial que deve ser dada à saúde ocupacional dos cabeleireiros está relacionada ao fato de que estes profissionais estão expostos a várias substâncias irritantes e/ou alergênicas, que quando inaladas, podem causar diferentes sintomas e doenças ocupacionais<sup>34</sup>. No nosso estudo, aproximadamente a metade dos indivíduos referiram problemas respiratórios prévios, com relato predominante de rinite, seguida por asma num

menor número de casos. Leino et al.<sup>33</sup>, em um estudo com 355 cabeleireiros, descreveram que os sintomas respiratórios mais comumente referidos foram os de rinite (62,3%), tosse (35,8%), rouquidão (29,6%) e dispneia (16,1%). Chiado, tosse seca e obstrução nasal foram mais frequentes entre cabeleireiras suecas do que entre controles<sup>35</sup>.

Mesmo não sendo possível traçar uma conclusão definitiva sobre as relações causais, é provável que os sintomas relatados pelos cabeleireiros sejam, ao menos em parte, resultado da exposição ocupacional ao formaldeído, uma vez que imediatamente após a exposição 70,7 % da amostra apresentou sintomas, além disso, os sintomas se intensificaram significativamente após 6 meses de seguimento. Achado semelhante foi relatado por Akbar-Khanzadeh & Mlynek<sup>36</sup> em indivíduos expostos ao formaldeído com concentrações variando entre 0,3 e 4,45 ppm em um laboratório de anatomia, com queixas de irritação nasal e ocular presentes em 70% dos sujeitos expostos. Chama atenção que no nosso estudo cerca da metade dos cabeleireiros referiram lesão na mucosa nasal após 6 meses de exposição ao formaldeído. Adicionalmente, observamos uma associação entre o tempo de exposição ao formaldeído e a intensidade da irritação nasal. Estas informações tem relevância clínica, uma vez que o efeito carcinogênico do formaldeído está bem estabelecido, especialmente sobre a mucosa nasal<sup>25</sup>.

Embora sintomas oculares e relacionados às vias aéreas superiores sejam mais frequentes na exposição ao formaldeído, sintomas decorrentes de comprometimento das vias aéreas inferiores também podem estar presentes e, quando a concentração de formaldeído é alta, os mesmos são atribuídos à irritação<sup>13</sup>. O formaldeído sob a forma gasosa, por ser muito hidrossolúvel, é absorvido principalmente pela mucosa das vias aéreas superiores e só atinge as vias aéreas inferiores quando em altas concentrações ou careado por outras partículas. Esta particularidade do formaldeído faz com que sintomas associados ao comprometimento de vias aéreas inferiores sejam infrequentes<sup>13</sup>. Adicionalmente, mesmo em asmáticos, um grupo que deveria ser particularmente suscetível à inalação de substâncias irritantes, a exposição com baixas doses de formaldeído não mostrou impacto significativo sobre a função pulmonar<sup>37,38</sup>. A falta de um padrão de dose-resposta nos sintomas relacionados à via aérea inferior com a exposição ao formaldeído sugere que o mecanismo possa ser de sensibilização e não irritativo em indivíduos suscetíveis. A observação de alta prevalência (40%) de IgE antiformaldeído em crianças expostas a níveis de formaldeído entre 0,053 e 0,092 mg/m<sup>3</sup> reforçam esta idéia<sup>39</sup>.

Não observamos alterações significativas nas variáveis espirométricas após a exposição aguda ou crônica ao formaldeído. Este achado está de acordo com outros autores

que estudaram os efeitos sobre a função pulmonar da exposição a níveis de formaldeído entre 0,11 e 1,55 ppm e não encontraram alterações significativas<sup>40,41</sup>. Ao contrário, Kilburn et al.<sup>5</sup> relataram redução da CVF, do VEF<sub>1</sub> e do FEF25-75 após um turno de trabalho em indivíduos expostos ao formaldeído, embora as concentrações de formaldeído no ar não tenham sido determinadas. Do mesmo modo, Krieben et al.<sup>42</sup> e Erdem et al.<sup>43</sup> observaram uma redução significativa no fluxo aéreo após exposição aguda ao formaldeído respectivamente em estudantes na sala de anatomia e em tabagistas.

Nosso estudo apresenta algumas limitações. Em primeiro lugar não utilizamos um grupo controle de indivíduos não expostos ao formaldeído, para comparar a prevalência de sintomas e os dados funcionais. Entretanto, utilizamos um desenho de estudo tipo antes e depois, sendo cada paciente o seu próprio controle, com um seguimento de 6 meses, o que permitiu avaliar os efeitos da exposição intermitente prolongada ao formaldeído. Em segundo lugar, não controlamos os indivíduos para outros tipos de exposição e nem avaliamos as possíveis interações destas exposições com o formaldeído; sabe-se que cabeleireiros são expostos a inúmeros produtos como tinturas, fixadores, descolorantes, que apresentam potencial efeito irritativo e alergênico sobre o sistema respiratório.

Por outro lado, nosso estudo apresenta pontos fortes e com grande relevância clínica. Em primeiro lugar, paralelamente à coleta dos sintomas e à medida das variáveis funcionais no local de trabalho realizamos a análise da concentração do formaldeído no ar do ambiente de trabalho, o que confirma a contaminação ambiental. Também determinamos os níveis urinários de ácido fórmico antes e após o procedimento de alisamento capilar, para caracterizar a exposição individual. Estas informações confirmam objetivamente a exposição ocupacional ao formaldeído, em níveis muito acima do tolerável, levando a efeitos agudos irritativos importantes da mucosa ocular e vias aéreas superiores.

Concluindo, nosso estudo demonstrou que a exposição aguda ao formaldeído durante procedimento de alisamento capilar está associada com o aumento dos níveis urinários de ácido fórmico e com o aparecimento de sintomas irritativos oculares e de vias aéreas superiores, sem mudança significativa dos valores da espirometria. A exposição intermitente ao formaldeído por 6 meses aumentou a frequência e a intensidade dos sintomas, porém sem impacto sobre a função pulmonar dos sujeitos expostos. Nossos achados alertam para a importância da realização de avaliações seriadas de saúde em cabeleireiros. Adicionalmente, faz-se necessária uma revisão dos valores regulamentados no Brasil para exposição

ocupacional ao formaldeído, a necessidade de uma maior vigilância do Ministério da Saúde sobre os produtos cosméticos utilizados e de campanhas educativas sobre os efeitos do formaldeído direcionadas aos cabeleireiros e consumidoras, para desestimular a demanda por este tipo de procedimento reduzindo assim a exposição ocupacional.

**Referências do artigo**

1. Albin M, Rylander L, Mikoczy Z, Lillienberg L, Dahlman Hoglund A, Brisman J, et al. Incidence of asthma in female Swedish hairdressers. *Occup Environ Med* 2002;59:119-23.
2. Sodré ED. Avaliação da qualidade do ar em locais públicos: formaldeído, acetaldeído e acetona [dissertação]. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro; 2005.
3. Bernstein RS, Stayner LT, Elliott LJ, Kimbrough R, Falk H, Blade L. Inhalation exposure to formaldehyde: an overview of its toxicology, epidemiology, monitoring, and control. *Am Ind Hyg Assoc J* 1984;45:778-85.
4. Holstrom M, Wilhemsson B, Hellquist H. Histological changes in the nasal mucosa in rats after long-term exposure to formaldehyde and wood dust. *Acta Otolaryngol (Stockh)* 1989;108:274-83.
5. Kilburn KH, Warshaw R, Boylen CT, Johnson SJ, Seidman B, Sinclair R, et al. Pulmonary and neurobehavioral effects of formaldehyde exposure. *Arch Environ Health* 1985;40:254-60.
6. Ladeira CAF. Biomarcadores genotóxicos e polimorfismos genéticos em trabalhadores expostos a formaldeído [mestrado]. Lisboa: Universidade de Lisboa Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa; 2009.
7. World Health Organization, International Agency for Research on Cancer (IARC). IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Volume 6: Wood dust and formaldehyde. Lyon: IARC; 1995.
8. Beane Freeman LE, Blair A, Lubin JH, Stewart PA, Hayes RB, Hoover RN, et al. Mortality from lymphohematopoietic malignancies among workers in formaldehyde industries: the National Cancer Institute Cohort. *J Natl Cancer Inst* 2009;101:751-61.
9. Luo J, Hendryx M, Ducatman A. Association between six environmental chemicals and lung cancer incidence in the United States. *J Environ Public Health* 2011;2011:463701.
10. Kriebel D, Myers D, Cheng M, Woskie S, Cocanour B. Short-term effects of formaldehyde on peak expiratory flow and irritant symptoms. *Arch Environ Health* 2001;56:11-8.
11. Pereira CA, Neder JA. Diretrizes para testes de função pulmonar. *J Bras Pneumol* 2002;28(Supl. 3):S1-S82.
12. Vohra MS. Personal formaldehyde exposure level in the gross anatomy dissecting room at College of Medicine King Saud University Riyadh. *Int J Occup Med Environ Health* 2011;24:108-13.



13. Smedley J. Is formaldehyde an important cause of allergic respiratory disease? *Clin Exp Allergy* 1996;26:247-9.
14. de Groot AC, White IR, Flyvholm MA, Lensen G, Coenraads PJ. Formaldehyde-releasers in cosmetics: relationship to formaldehyde contact allergy. Part 1. Characterization, frequency and relevance of sensitization, and frequency of use in cosmetics. *Contact Dermatitis* 2010;62:2-17.
15. Norback D, Bjornsson E, Janson C, Widstrom J, Boman G. Asthmatic symptoms and volatile organic compounds, formaldehyde, and carbon dioxide in dwellings. *Occup Environ Med* 1995;52:388-95.
16. Tang X, Bai Y, Duong A, Smith MT, Li L, Zhang L. Formaldehyde in China: production, consumption, exposure levels, and health effects. *Environ Int* 2009;35:1210-24.
17. National Toxicology Program. Final report on carcinogens. Background document for formaldehyde Washington: U.S. Department of Health and Human Services; 2010.
18. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RE nº 176, de 24 de outubro de 2000. Brasília: ANVISA; 2000 [cited 2012 02 maio] Disponível em: [http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/176\\_00re.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/176_00re.htm).
19. Mazzei JL, Figueiredo EV, da Veiga LJ, Aiub CA, Guimarães PI, Felzenszwalb I. Mutagenic risks induced by homemade hair straightening creams with high formaldehyde content. *J Appl Toxicol* 2010;30:8-14.
20. Organização Mundial da Saúde (OMS/OPAS). Funções essenciais de saúde pública. Washinton: OPAS; 2000. (Documento no 126/17).
21. Occupational Safety and Health Administration (OSHA). Final rule amending formaldehyde standard in response to federal court of appeals ruling. Washington: U.S. Government; 2009.
22. Brasil, Ministério do Trabalho. Portaria 3.214, de 8 de junho de 1978. Norma regulamentadora nº 15. Dispõe sobre atividades e operações insalubres. Diário Oficial da União, Brasília, 6 jul. 1978. [cited 2010 17 jul] Disponível em: [http://www.mte.gov.br/legislacao/normas\\_regulamentadoras/nr\\_15.pdf](http://www.mte.gov.br/legislacao/normas_regulamentadoras/nr_15.pdf).

23. Salthammer T, Mentese S, Marutzky R. Formaldehyde in the indoor environment. *Chem Rev.* 2010;110:2536-72.
24. Loomis TA. Formaldehyde toxicity. *Arch Pathol Lab Med* 1979;103:321-4.
25. U.S. Environmental Protection Agency. Formaldehyde: hazard summary. 2003 [cited 2010 10 mai ] Disponível em: <http://www.epa.gov/ttn/atw/hlthef/formalde.html>.
26. Lang I, Bruckner T, Triebig G. Formaldehyde and chemosensory irritation in humans: a controlled human exposure study. *Regul Toxicol Pharmacol* 2008;50:23-36.
27. Io-Neyret C, Lorenzi-Filho G, Macchione M, Garcia ML, Saldiva PH. Effects of formaldehyde on the frog's mucociliary epithelium as a surrogate to evaluate air pollution effects on the respiratory epithelium. *Braz J Med Biol Res* 2001;34:639-43.
28. Bansal N, Uppal V, Pathak D. Toxic effect of formaldehyde on the respiratory organs of rabbits: a light and electron microscopic study. *Toxicol Ind Health* 2011;27:563-9.
29. Wanner HU. Sources of pollutants in indoor air. In: International Agency for Research on Cancer (IARC). *Environmental carcinogens methods of analysis and exposure measurement*. Lyon: IARC: 1993. p. 19-30, vol 12: Indoor air.
30. Takkouche B, Regueira-Mendez C, Montes-Martinez A. Risk of cancer among hairdressers and related workers: a meta-analysis. *Int J Epidemiol* 2009;38:1512-31.
31. Craighead J. *Pathology of environmental and occupational disease*. St. Louis: Mosby; 1995. p. 62-63.
32. Liesivuori J, Savolainen H. Urinary formic acid as an indicator of occupational exposure to formic acid and methanol. *Am Ind Hyg Assoc J* 1987;48:32-4.
33. Leino T, Tammilehto L, Paakkulainen H, Orjala H, Nordman H. Occurrence of asthma and chronic bronchitis among female hairdressers. A questionnaire study. *J Occup Environ Med* 1997;39:534-9.
34. Leino T, Tuomi K, Paakkulainen H, Klockars M. Health reasons for leaving the profession as determined among Finnish hairdressers in 1980-1995. *Int Arch Occup Environ Health* 1999;72:56-9.
35. Brisman J, Albin M, Rylander L, Mikoczy Z, Lillienberg L, Höglund AD, et al. The incidence of respiratory symptoms in female Swedish hairdressers. *Am J Ind Med* 2003;44:673-8.
36. Akbar-Khanzadeh F, Mlynek JS. Changes in respiratory function after one and three hours of exposure to formaldehyde in non-smoking subjects. *Occup Environ Med.* 1997;54:296-300.

37. Witek Jr. TJ, Schachter EN, Tosun T, Beck GJ, Leaderer BP. An evaluation of respiratory effects following exposure to 2.0 ppm formaldehyde in asthmatics: lung function, symptoms, and airway reactivity. *Arch Environ Health* 1987;42:230-7.
38. Uba G, Pachorek D, Bernstein J, Garabrant DH, Balmes JR, Wright WE, et al. Prospective study of respiratory effects of formaldehyde among healthy and asthmatic medical students. *Am J Ind Med* 1989;15:91-101.
39. Wantke F, Demmer CM, Tappler P, Götz M, Jarisch R. Exposure to gaseous formaldehyde includes IgE-mediated sensitisation to formaldehyde in schoolchildren. *Clin Exp Allergy* 1996;26:276-80.
40. Schoenberg JB, Mitchell CA. Airway disease caused by phenol formaldehyde resin exposure. *Arch Environ Health* 1975;30:574-7.
41. Main DM, Hogan TJ. Health effects of low level exposure to formaldehyde. *J Occup Med* 1983;25:896-900.
42. Kriebel D, Myers D, Mao Cheng, Woskie S, Cocanour B. Short term effects of formaldehyde on peak expiratory flow and irritant symptoms. *Arch Environ Health* 2001;56:11-8.
43. Erdem N, Tarhan U, Bilgic S, Sabir HU, Karakaya AE, Sardas S. Effect of formaldehyde and wood dust exposure on pulmonary function. *Toxicol Lett* 1996;88:74.

**Tabela 1.** Caracterização da amostra<sup>#</sup> e do ambiente de trabalho

Características	Valores
<b>Característica da amostra</b>	
Idade (anos) – Média ± DP	39,1 ± 11,1
Sexo – n(%)	
Masculino	12 (29,3)
Feminino	29 (70,7)
IMC (kg/m <sup>2</sup> ) - Média ± DP	24,4 ± 3,7
Eutróficos – n(%)	23 (56,1)
Sobrepeso – n(%)	14 (34,1)
Obesos – n(%)	4 (9,8)
Tabagista – n(%)	
Não	29 (70,7)
Sim	8 (19,5)
Ex-fumante	4 (9,8)
Idade de início do tabagismo (anos) <sup>***</sup> – Média ± DP	18,5 ± 2,1
Tempo de tabagismo (anos) <sup>***</sup> – Média ± DP	19,8 ± 9,5
Nº de cigarros por dia <sup>***</sup> – Média ± DP	17,9 ± 8,2
Índice tabágico (maços/ano) <sup>***</sup> – Mediana (min-max)	16 (3 – 48)
Tempo que parou de fumar (anos) <sup>****</sup> – Mediana (min-max)	10,5 (3 – 15)
Problemas respiratórios prévios – n(%)	20 (48,8)
Tipo de problemas respiratórios <sup>**</sup> – n(%)	
Asma	4 (20,0)
Rinite	16 (80,0)
Proprietário do salão – n(%)	5 (12,2)
<b>Características do procedimento e do ambiente de trabalho</b>	
Produto com autorização da ANVISA – n(%)	25 (61,0)
Duração do procedimento (minutos) – Mediana (min-max)	60 (30 – 90)
Uso de equipamento de proteção – n(%)	33 (80,5)
Tipo de equipamento de proteção* – n(%)	
Luvas	24 (72,7)
Luvas e máscara cirúrgica	9 (27,3)
Nº de vezes que fez alisamento capilar – Mediana (min-max)	192 (8 – 800)
Reação no procedimento anterior – n(%)	22 (53,7)
Dimensão do local (m <sup>2</sup> ) – Mediana (min-max)	100 (30 – 290)
Tipo de ventilação – n(%)	
Janela aberta	4 (9,8)
Porta aberta	1 (2,4)
Janela e porta	4 (9,8)
Climatizador ( <i>split</i> )	32 (78,0)

<sup>#</sup> n = 41 cabeleireiros \* somente para os que utilizam equipamentos de proteção;

<sup>\*\*</sup> somente para os que tem problemas respiratórios

<sup>\*\*\*</sup> somente para os fumantes e ex-fumantes; <sup>\*\*\*\*</sup> somente para os ex-fumantes

**Tabela 2.** Frequência dos sintomas antes e após exposição de 41 cabeleireiros ao formaldeído durante procedimento de alisamento capilar e após 6 meses da primeira avaliação.

Sintomas	Pré exposição n (%)	Pós exposição n (%)	Após 6 meses n (%)	p*
<b>Lacrimejamento</b>	<b>0 (0,0)<sup>a</sup></b>	<b>11 (26,8)<sup>b</sup></b>	<b>19 (46,3)<sup>c</sup></b>	<b>&lt;0,001</b>
<b>Irritação ocular</b>	<b>0 (0,0)<sup>a</sup></b>	<b>18 (43,9)<sup>b</sup></b>	<b>30 (73,2)<sup>c</sup></b>	<b>&lt;0,001</b>
<b>Vermelhidão ocular</b>	<b>0 (0,0)<sup>a</sup></b>	<b>4 (9,8)<sup>a</sup></b>	<b>10 (24,4)<sup>b</sup></b>	<b>0,001</b>
<b>Irritação nasal</b>	<b>2 (4,9)<sup>a</sup></b>	<b>15 (36,6)<sup>b</sup></b>	<b>30 (73,2)<sup>c</sup></b>	<b>&lt;0,001</b>
<b>Coriza</b>	<b>3 (7,3)<sup>a</sup></b>	<b>7 (17,1)<sup>a,b</sup></b>	<b>12 (29,3)<sup>b</sup></b>	<b>0,028</b>
Obstrução nasal	1 (2,4)	3 (7,3)	1 (2,4)	0,368
<b>Lesão na mucosa nasal</b>	<b>0 (0,0)<sup>a</sup></b>	<b>2 (4,9)<sup>a</sup></b>	<b>21 (51,2)<sup>b</sup></b>	<b>&lt;0,001</b>
<b>Espirros simples</b>	<b>0 (0,0)<sup>a</sup></b>	<b>4 (9,8)<sup>a,b</sup></b>	<b>10 (24,4)<sup>b</sup></b>	<b>0,003</b>
Espirros em salva	0 (0,0)	2 (4,9)	3 (7,3)	0,174
Epistaxe	0 (0,0)	1 (2,4)	2 (4,9)	0,223
<b>Irritação na garganta</b>	<b>0 (0,0)<sup>a</sup></b>	<b>13 (31,7)<sup>b</sup></b>	<b>27 (65,9)<sup>c</sup></b>	<b>&lt;0,001</b>
Tosse produtiva	2 (4,9)	3 (7,3)	3 (7,3)	0,368
<b>Tosse seca</b>	<b>0 (0,0)<sup>a</sup></b>	<b>11 (26,8)<sup>b</sup></b>	<b>14 (34,1)<sup>b</sup></b>	<b>&lt;0,001</b>
<b>Dispneia</b>	<b>1 (2,4)<sup>a</sup></b>	<b>7 (17,1)<sup>b</sup></b>	<b>2 (4,9)<sup>a,b</sup></b>	<b>0,021</b>
Aperto no peito	1 (2,4)	3 (7,3)	2 (4,9)	0,472
Chiado	1 (2,4)	3 (7,3)	3 (7,3)	0,449
<b>Náuseas</b>	<b>0 (0,0)<sup>a</sup></b>	<b>2 (4,9)<sup>a,b</sup></b>	<b>5 (12,2)<sup>b</sup></b>	<b>0,022</b>
Tontura	0 (0,0)	2 (4,9)	4 (9,8)	0,051
<b>Cefaleia</b>	<b>1 (2,4)<sup>a</sup></b>	<b>7 (17,1)<sup>b</sup></b>	<b>12 (29,3)<sup>b</sup></b>	<b>0,001</b>

\* Teste de Cochran e McNemar

<sup>a,b,c</sup> Letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Wilcoxon a 5% de significância

**Tabela 3.** Comparação da intensidade dos sintomas, em escala de zero a três, imediatamente antes e após exposição de 41 cabeleireiros ao formaldeído durante procedimento de alisamento capilar e após 6 meses da primeira avaliação.

	<b>Pré- exposição</b> <b>Mediana</b> <b>(Min – Max)</b>	<b>Pós-exposição</b> <b>Mediana</b> <b>(Min – Max)</b>	<b>Após 6 meses</b> <b>Mediana</b> <b>(Min – Max)</b>	<b>p*</b>
<b>Lacrimejamento</b>	<b>0 (0 – 0)<sup>a</sup></b>	<b>0 (0 – 3)<sup>b</sup></b>	<b>0 (0 – 3)<sup>b</sup></b>	<b>&lt;0,001</b>
<b>Irritação ocular</b>	<b>0 (0 – 0)<sup>a</sup></b>	<b>0 (0 – 3)<sup>b</sup></b>	<b>1 (0 – 3)<sup>c</sup></b>	<b>&lt;0,001</b>
<b>Vermelhidão ocular</b>	<b>0 (0 – 0)<sup>a</sup></b>	<b>0 (0 – 3)<sup>a</sup></b>	<b>0 (0 – 3)<sup>b</sup></b>	<b>0,001</b>
<b>Irritação nasal</b>	<b>0 (0 – 1)<sup>a</sup></b>	<b>0 (0 – 3)<sup>b</sup></b>	<b>1 (0 – 3)<sup>c</sup></b>	<b>&lt;0,001</b>
<b>Coriza</b>	<b>0 (0 – 1)<sup>a</sup></b>	<b>0 (0 – 2)<sup>b</sup></b>	<b>0 (0 – 2)<sup>b</sup></b>	<b>0,013</b>
Obstrução nasal	0 (0 – 1)	0 (0 – 2)	0 (0 – 2)	0,232
<b>Lesão na mucosa nasal</b>	<b>0 (0 – 0)<sup>a</sup></b>	<b>0 (0 – 3)<sup>a</sup></b>	<b>1 (0 – 3)<sup>b</sup></b>	<b>&lt;0,001</b>
<b>Espirros simples</b>	<b>0 (0 – 0)<sup>a</sup></b>	<b>0 (0 – 1)<sup>b</sup></b>	<b>0 (0 – 2)<sup>c</sup></b>	<b>0,003</b>
Espirros em salva	0 (0 – 0)	0 (0 – 1)	0 (0 – 2)	0,174
Epistaxe	0 (0 – 0)	0 (0 – 1)	0 (0 – 2)	0,156
<b>Irritação na garganta</b>	<b>0 (0 – 0)<sup>a</sup></b>	<b>0 (0 – 3)<sup>b</sup></b>	<b>1 (0 – 3)<sup>c</sup></b>	<b>&lt;0,001</b>
Tosse produtiva	0 (0 – 1)	0 (0 – 1)	0 (0 – 2)	0,368
<b>Tosse seca</b>	<b>0 (0 – 0)<sup>a</sup></b>	<b>0 (0 – 3)<sup>b</sup></b>	<b>0 (0 – 3)<sup>b</sup></b>	<b>&lt;0,001</b>
<b>Dispneia</b>	<b>0 (0 – 1)<sup>a</sup></b>	<b>0 (0 – 3)<sup>b</sup></b>	<b>0 (0 – 3)<sup>a,b</sup></b>	<b>0,011</b>
Aperto no peito	0 (0 – 1)	0 (0 – 3)	0 (0 – 3)	0,292
Chiado	0 (0 – 1)	0 (0 – 2)	0 (0 – 2)	0,305
<b>Náuseas</b>	<b>0 (0 – 0)<sup>a</sup></b>	<b>0 (0 – 2)<sup>a</sup></b>	<b>0 (0 – 3)<sup>b</sup></b>	<b>0,015</b>
Tontura	0 (0 – 0)	0 (0 – 3)	0 (0 – 3)	0,092
<b>Cefaleia</b>	<b>0 (0 – 1)<sup>a</sup></b>	<b>0 (0 – 3)<sup>b</sup></b>	<b>0 (0 – 2)<sup>b</sup></b>	<b>0,001</b>

\* Teste de Friedman

<sup>a,b,c</sup> Letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Wilcoxon a 5% de significância

**Tabela 4.** Comparação dos dados da espirometria antes, imediatamente após a exposição de 41 cabeleireiros ao formaldeído durante procedimento de alisamento capilar e após 6 meses da primeira avaliação.

<b>Espirometria</b>	<b>Pré- exposição Média ± DP</b>	<b>Pós- exposição Média ± DP</b>	<b>Após 6 meses Média ± DP</b>	<b>p*</b>
CVF, L	3,24 ± 0,63	3,16 ± 0,56	3,19 ± 0,67	0,11
CVF, %	90,7 ± 7,7	88,4 ± 8,0	89,5 ± 7,2	0,21
VEF <sub>1</sub> , L	2,70 ± 0,61	2,62 ± 0,52	2,65 ± 0,64	0,68
VEF <sub>1</sub> , %	90,9 ± 9,1	87,3 ± 8,2	89,0 ± 9,3	0,13
VEF <sub>1</sub> /CVF	83,3 ± 4,5	82,9 ± 5,7	83,1 ± 4,8	0,72

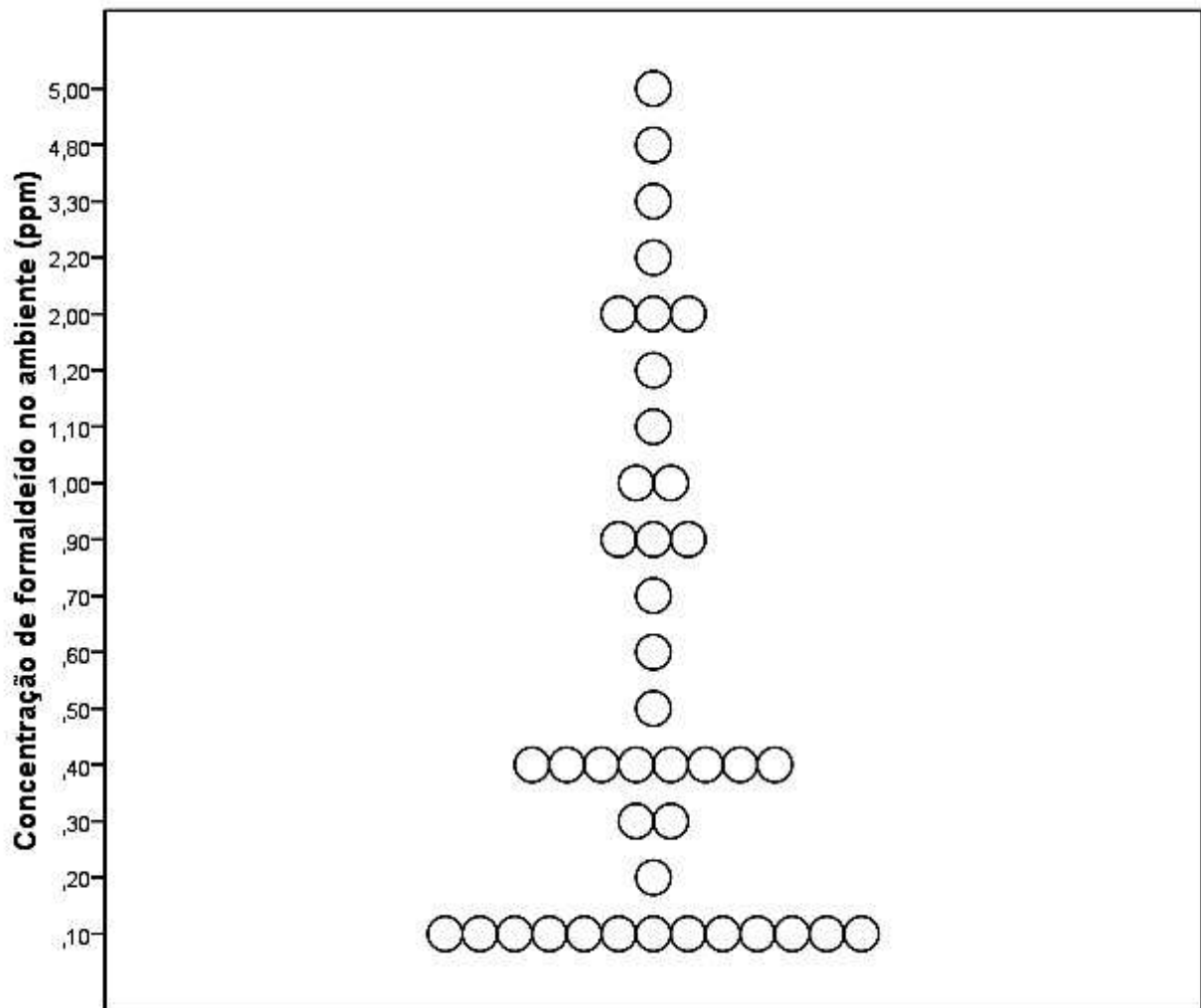
\* Análise de Variância (ANOVA) para medidas repetidas.

CVF – capacidade vital forçada, VEF<sub>1</sub> – volume expiratório forçado no primeiro segundo

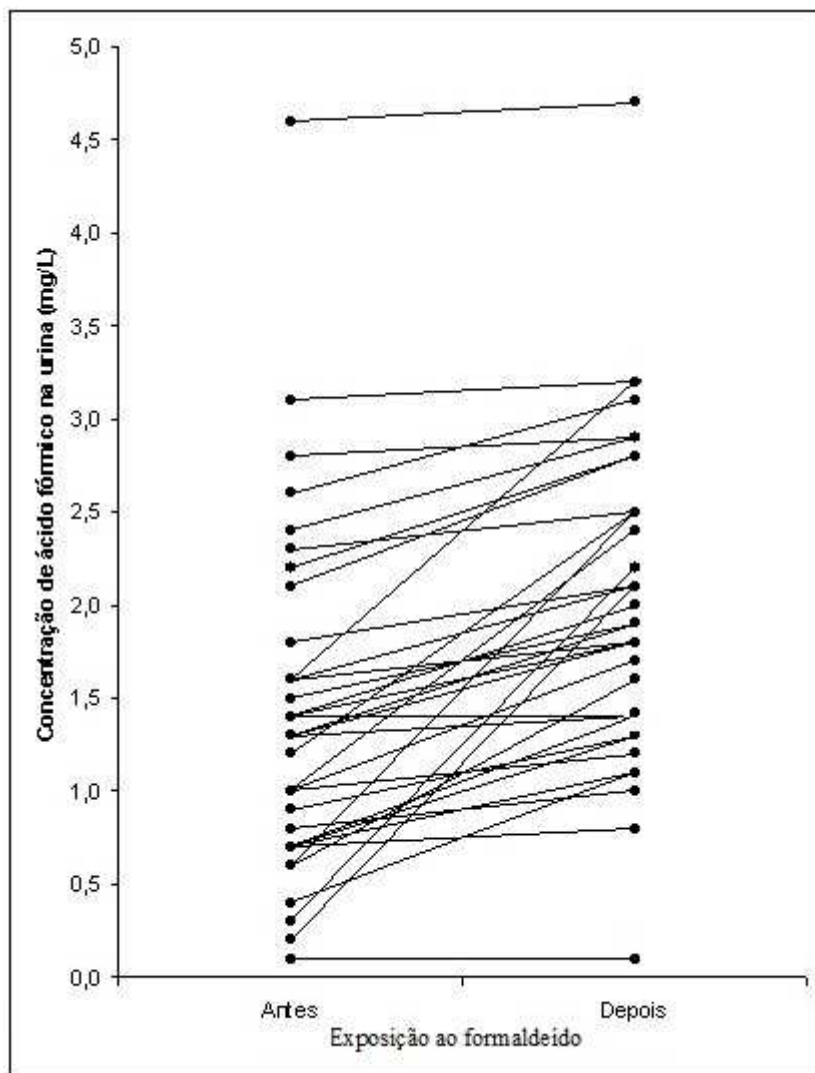


**Figura 1.** A) Bomba utilizada para a coleta de formaldeído no ar ambiente durante o procedimento. B) Posicionado do equipamento na cabeleireira.





**Figura 2.** Distribuição da concentração de formaldeído no ar ambiente do local de trabalho de 41 cabeleireiros. Cada círculo representa uma medida em um salão de beleza diferente.



**Figura 3.** Concentrações de ácido fórmico na urina antes e após a exposição de 41 cabeleireiros ao formaldeído durante procedimento de alisamento capilar.

## 7 CONCLUSÕES

- Nosso estudo mostrou que a exposição aguda de cabeleireiros ao formaldeído durante procedimento de alisamento capilar mostrou-se associada com o aumento de sintomas irritativos oculares e de vias aéreas superiores, sem mudança significativa nos valores da espirometria.
- A monitorização do ar no ambiente de trabalho durante o procedimento de alisamento capilar mostrou concentrações de formaldeído variando de 0,1 ppm a 5 ppm, níveis considerados preocupantes por organizações de saúde internacionais.
- A exposição dos cabeleireiros ao formaldeído resultou em aumento dos níveis urinários de ácido fórmico; observamos uma associação fraca entre níveis de formaldeído no ar inalado e na urina.
- Após 6 meses de exposição intermitente ao formaldeído houve aumento da frequência e intensidade de sintomas, sem mudança na função pulmonar.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nosso estudo demonstrou que a exposição aguda e crônica de cabeleireiros ao formaldeído durante procedimento de alisamento capilar está associada com o aumento importante de sintomas de irritação ocular, de mucosas de vias aéreas superiores e eventualmente com dispneia e cefaleia, porém sem alteração significativa da função pulmonar. Embora a agência reguladora de saúde tenha proibido o uso do formaldeído no processo de alisamento capilar e emitido alertas sobre os efeitos adversos à saúde pela sua utilização, os salões de beleza continuam realizando o procedimento de escova progressiva, expondo tanto profissionais como clientes ao formaldeído. Com as medidas objetivas realizadas no nosso estudo (determinação de níveis de formaldeído no ambiente de trabalho e do ácido fórmico na urina), demonstramos a intensidade dessa exposição ocupacional.

Nossos resultados demonstraram que os cabeleireiros não sentem obrigatoriedade quanto ao uso de equipamentos de proteção individual. Embora a maioria dos profissionais tenha se preocupado com os efeitos cutâneos do formaldeído – evidenciado pela taxa alta de utilização de luvas, constatou-se negligência quanto ao uso de outros EPIs, que poderiam minimizar os riscos da exposição. Entretanto, a medida mais importante de prevenção é a exclusão do formaldeído no ambiente de trabalho.

Ademais é necessário considerar que os cabeleireiros são expostos a diversos outros produtos como tinturas, fixadores, descolorantes, que podem apresentar efeito irritativo e alergênico sobre as mucosas e o sistema respiratório. Deste modo, avaliações seriadas de saúde em cabeleireiros tornam-se importantes do ponto de vista de prevenção e detecção precoce de anormalidades. Adicionalmente, faz-se necessária uma revisão dos valores regulamentados no Brasil para exposição ocupacional ao formaldeído, a necessidade de uma maior vigilância do Ministério da Saúde sobre os produtos cosméticos utilizados e de campanhas educativas sobre os efeitos do formaldeído direcionadas aos cabeleireiros e consumidoras, para desestimular a demanda por esse tipo de procedimento e reduzir a exposição ocupacional.

## **9 ANEXOS**

Anexo A: Termo de consentimento livre e esclarecido

Anexo B: Ficha de identificação do sujeito pesquisado

Anexo C: Ficha de intensidade dos sintomas informados pelo profissional pesquisado antes da exposição

Anexo D: Ficha de intensidade dos sintomas informados pelo profissional pesquisado após a exposição

Anexo E: Ficha de avaliação da função pulmonar do profissional

## **ANEXO A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PROFISSIONAL**

**PROJETO: Efeitos respiratórios da exposição ao formaldeído durante o processo de alisamento capilar**

**PESQUISADORA RESPONSÁVEL: Profa. Dra. Marli Maria Knorst**

Estamos realizando uma pesquisa para avaliar os efeitos sobre o sistema respiratório da exposição ao formaldeído utilizado no processo de alisamento capilar. A pesquisa consiste na avaliação de sintomas respiratórios, realização de exames de função pulmonar (espirometria), exame de urina para detectar a presença de ácido fórmico (um produto do formaldeído) e análise da concentração de formaldeído no ar ambiente.

A coleta de dados sobre sintomas respiratórios será realizada na forma de entrevista, antes e após o procedimento de alisamento capilar, sem nenhuma interferência no processo em si. Essa entrevista dura cerca de 5 minutos.

Antes e após o procedimento de alisamento capilar, será realizado um estudo da capacidade pulmonar, isto é, espirometria. Nesse exame, será solicitado que você sopre num aparelho que vai medir a quantidade de ar que sai do pulmão. Esse exame dura cerca de 10 minutos. Durante o exame, você pode apresentar tosse e sentir um pouco de falta de ar. Também faz parte da pesquisa uma avaliação da concentração do formaldeído no ar ambiente e na urina dos indivíduos. No dia em que fizermos as avaliações durante o procedimento de alisamento capilar, se você concordar em fornecer uma amostra de urina antes do procedimento e no final, dosaremos os níveis de ácido fórmico (que é um produto do formaldeído) na sua urina. Durante o procedimento de alisamento capilar, será medida a concentração do formaldeído no ar ambiente através da colocação de um sistema com dispositivo de coleta próximo ao seu nariz e boca, para coletar o mesmo ar que é respirado.

Após 6 meses, será feito um novo contato, no qual será repetida a entrevista sobre sintomas respiratórios e realizada novamente a espirometria.

Todas as informações prestadas serão confidenciais e guardadas por força de sigilo profissional.

Desde já, agradeço sua compreensão e ressalto que a sua participação é muito importante, pois fornecerá informações que serão úteis à saúde de todos os que estão realizando esse procedimento.

**Pelo presente termo de consentimento, livre e esclarecido, declaro que fui informado(a) de forma clara e detalhada da justificativa, dos objetivos e dos procedimentos da pesquisa.**

Fui informado(a), ainda:

Dos riscos, desconfortos e benefícios do presente trabalho, assim como da garantia de receber resposta a qualquer dúvida acerca da metodologia, riscos, benefícios e outros aspectos relacionados com a pesquisa envolvida;

Da liberdade de participar ou não da pesquisa, tendo assegurada essa liberdade sem quaisquer represálias atuais ou futuras, podendo retirar meu consentimento em qualquer etapa do estudo sem nenhum tipo de finalização ou prejuízo;

Da segurança de que não serei identificado(a) e que se manterá o caráter confidencial das informações relacionadas com minha privacidade, a proteção da minha imagem e a não estigmatização;

Da garantia de que as informações não serão utilizadas em meu prejuízo;

Da liberdade de acesso aos dados do estudo em qualquer etapa da pesquisa;

Da segurança de acesso aos resultados da pesquisa.

NESTES TERMOS E CONSIDERANDO-ME LIVRE E ESCLARECIDO(A), CONSINTO EM PARTICIPAR DA PESQUISA PROPOSTA, RESGUARDANDO AOS AUTORES DO PROJETO A PROPRIEDADE INTELECTUAL DAS INFORMAÇÕES GERADAS E EXPRESSANDO A CONCORDÂNCIA COM A DIVULGAÇÃO DA MESMA.

A responsável pela pesquisa é a Dra. Marli Maria Knorst (tel.: 21018241). As avaliações serão realizadas pela pesquisadora Silvia Lorenzini (tel.: 93797119).

Fica claro que você pode, a qualquer momento, retirar seu CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO e deixar de participar desta pesquisa, ciente de que todas as informações prestadas tornaram-se confidenciais e guardadas por força de sigilo profissional.

E, por estarem de acordo, assinam o presente termo.

<b>Nome do Participante:</b>			
<b>Sexo:</b>		<b>Data de nascimento:</b>	
<b>Endereço:</b>		<b>Cidade:</b>	<b>U.F.</b>
<b>Telefone:</b>		<b>CEP:</b>	

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_

Assinatura do participante

Assinatura do pesquisador

**Observação: O presente documento, em conformidade com a Resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, será assinado em duas vias de igual teor, ficando uma via em poder do participante, e outra, do pesquisador.**



**ANEXO B - FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO PESQUISADO**

NÚM. FORM.: \_\_\_\_\_

Data de avaliação: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Horário da avaliação: \_\_\_\_\_

Nome: \_\_\_\_\_ Data de nascimento: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_ Fone: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_

Cidade: \_\_\_\_\_

Cliente - profissão: \_\_\_\_\_ Profissional - proprietário(a) do salão: 0 - Não 1 - Sim

Valor cobrado: \_\_\_\_\_

Produto utilizado: \_\_\_\_\_ Concentração de formaldeído: \_\_\_\_\_

Fabricante: \_\_\_\_\_

Quantidade do produto no frasco: \_\_\_\_\_

Autorização ANVISA: 0 - Não 1 - Sim - Nº \_\_\_\_\_

Descrição do rótulo: \_\_\_\_\_

Tempo de exposição durante a aplicação: \_\_\_\_\_

Equipamentos de proteção: 0 - Não 1 - Sim - Qual(is)? \_\_\_\_\_

Tipo de máscara: 1 - Máscara semifacial cirúrgica plana 2 - Máscara semifacial cirúrgica tipo concha 3 - Máscara semifacial com filtro

Já realizou o procedimento outra(s) vez(es)? 0 - Não 1 - Sim - Quantas? \_\_\_\_\_

Como foi realizado o procedimento? 1 - Com secador 2 - Com chapinha

Com ventilador voltado para o rosto da cliente? 0 - Não 1 - Sim

Teve algum tipo de reação no procedimento anterior? 0 - Não 1 - Sim - Qual? \_\_\_\_\_

Medicamentos utilizados: \_\_\_\_\_

**Avaliação do local de trabalho:**

Janela(s): 0 - Ausente(s) 1 - Presente(s) - Quantas? \_\_\_\_\_ Situação: 1 - Fechada(s) 2 - Aberta(s)

Número de portas: \_\_\_\_\_ Situação: 1 - Fechada(s) 2 - Aberta (s)

Ventilação: 0 - Ausente 1 - Presente Forma: \_\_\_\_\_

Dimensão do local: \_\_\_\_\_

**Alterações respiratórias e exame físico**

Tabagista: 0 - Não 1 - Sim 3 - Ex-fumante - Parou há quanto tempo?

\_\_\_\_\_

Há quanto tempo é fumante? \_\_\_\_\_ Consumo cigarros/dia: \_\_\_\_\_

Apresenta problemas respiratórios? 0 - Não 2 - Sim 3 - Não sabe

Qual(is): 1 - Asma 2 - Rinite 3 - DPOC 4 - Resfriado 5 - Outras: \_\_\_\_\_

Alergia: 0 - Não 1 - Sim

Qual tipo de alergia? 1- Rinite alérgica 2 - Atopia: \_\_\_\_\_

3 - Asma 4 – Alimentos: \_\_\_\_\_

Respiração: ( ) Oral ( ) Nasal

Frequência respiratória: - Antes da exposição: \_\_\_\_\_ ipm - Depois da exposição: \_\_\_\_\_ ipm

Tosse: 0 - Ausente 1 - Produtiva 2 - Improdutiva 3 - Persistente 4 - Ocasional

Ausculat pulmonar antes: \_\_\_\_\_

Ausculat pulmonar depois: \_\_\_\_\_

Nível de ácido fórmico urinário: \_\_\_\_\_ Horário da coleta: \_\_\_\_\_

Nível de formaldeído no ar: \_\_\_\_\_ Horário da coleta: \_\_\_\_\_

**ANEXO C - INTENSIDADE DOS SINTOMAS INFORMADOS ANTES DA EXPOSIÇÃO (0 – AUSENTE, 3 – INTENSO)**

		0	1	2	3
Olhos	Lacrimejamento				
	Irritação				
	Vermelhidão				
Nariz	Irritação				
	Coriza				
	Obstrução				
Irritação na garganta					
Tosse	Produtiva				
	Seca				
Espirros	Simples				
	Salva				
Dificuldade de respirar	Falta de ar				
	Aperto no peito				
	Chiado				
Epistaxe					
Náusea					
Tontura					
Dor de cabeça					
Outro					

**ANEXO D - INTENSIDADE DOS SINTOMAS INFORMADOS APÓS A EXPOSIÇÃO  
(0 – AUSENTE, 3 – INTENSO)**

		0	1	2	3
Olhos	Lacrimejamento				
	Irritação				
	Vermelhidão				
Nariz	Irritação				
	Coriza				
	Obstrução				
Irritação na garganta					
Tosse	Produtiva				
	Seca				
Espirros	Simples				
	Salva				
Dificuldade de respirar	Falta de ar				
	Aperto no peito				
	Chiado				
Epistaxe					
Náusea					
Tontura					
Dor de cabeça					
Outro					

**ANEXO E - AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO PULMONAR DO PROFISSIONAL****Espirometria**

	Pré	Pós	6 meses
CVF			
VEF <sub>1</sub>			
VEF <sub>1</sub> /CVF			

VEF<sub>1</sub> = volume expiratório forçado no primeiro segundo; CVF = capacidade vital forçada.