

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE SANTA CATARINA
CAMPUS JARAGUÁ DO SUL
CURSO TÉCNICO EM QUÍMICA (MODALIDADE: INTEGRADO)

**ANÁLISE DO FORMALDEÍDO (FORMOL) EM PRODUTOS CAPILARES
UTILIZADOS NA ESCOVA PROGRESSIVA**

BEATRIZ CAROLINE MEYER
FELIPE ZANGHELINI BENEVENUTTI
JEFERSON NASCIMENTO CORREIA
MAIELY DÖGE
MYLENA LARISSA DE ARAÚJO
NATASHA GOMES PIMENTA

JARAGUÁ DO SUL
2014

BEATRIZ CAROLINE MEYER
FELIPE ZANGHELINI BENEVENUTTI
JEFERSON NASCIMENTO CORREIA
MAIELY DÖGE
MYLENA LARISSA DE ARAÚJO
NATASHA GOMES PIMENTA

**ANÁLISE DO FORMALDEÍDO (FORMOL) EM PRODUTOS CAPILARES
UTILIZADOS NA ESCOVA PROGRESSIVA**

Relatório de Resultados desenvolvido no eixo formativo diversificado “Conectando Saberes” do Curso Técnico em Química (Modalidade Integrado) do Instituto Federal de Santa Catarina – Campus Jaraguá do Sul.

Orientadora: Prof^a MSc. Lenita Bianchetti Spliter.

Coorientador: Prof. Giovani Pakuszewski.

Coordenadora: Prof^a MSc. Anne Cristine Rutsatz Bartz.

JARAGUÁ DO SUL

2014

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao professor MSc. Marcelo Girardi Schappo, do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) Campus São José, pela sua disponibilidade, dedicação e auxílio na realização das análises da Espectroscopia no Infravermelho. Também agradecemos ao professor Giovani Pakuszewski pela orientação e contribuições durante todo o processo, principalmente na parte química. Por fim, agradecemos a todos os servidores do IFSC Campus Jaraguá do Sul, que de alguma maneira, contribuíram para a realização desta pesquisa.

Resumo

Nos dias atuais, a preocupação com a estética e a aparência dos cabelos vem se destacando em nossa sociedade. No Brasil, percebe-se uma preferência em relação aos cabelos lisos. Em 2004, surgiu um método de alisamento capilar muito eficiente chamado escova progressiva, que em sua maioria apresenta formaldeído (formol) na composição química. Essa substância acarreta uma série de riscos, tanto aos cabeleireiros, como aos clientes, causando queimaduras no couro cabeludo, câncer no aparelho respiratório, entre outros. Assim, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) proibiu o uso do formaldeído nos produtos cosméticos capilares como alisante, mas apenas como conservante na concentração de 0,2%, durante suas fabricações (RDC nº 162, de 11 de setembro de 2001). Assim, supõe-se que o formol vem sendo adicionado aos cabelos a critério de cada especialista, o que não é permitido pela legislação brasileira. Diante disso, a presente pesquisa consistiu em determinar qualitativamente o formaldeído nos produtos capilares utilizados nas escovas progressivas em alguns salões de beleza em Jaraguá do Sul, e em comparar os resultados analíticos com os rótulos dos produtos. Os métodos utilizados foram a espectroscopia no infravermelho e o teste do reagente de Schiff. Com as análises, constatou-se que, entre as nove amostras coletadas de diferentes produtos, oito apresentaram formaldeído em concentração superior a 0,01%, e cinco amostras não seguiram as normas da Anvisa, por possuírem ácido glioxílico em sua composição, ou por não apresentarem rótulo no momento da coleta, o que impede os clientes de verificarem sua composição.

Palavras-chaves: formaldeído, escova progressiva, legislação.

Lista de Figuras

Figura 1: Grupo carbonila.....	10
Figura 2: Diferença nas fórmulas estruturais de aldeídos e cetonas.....	11
Figura 3: Formaldeído.....	15
Figura 4: Danos provocados pela escova progressiva à base de formol.....	24
Figura 5: Esquema de detecção do espectro das moléculas.....	28
Figura 6: Diagrama esquemático de espectrômetro de infravermelho de transformada de Fourier.....	30
Figura 7: Mecanismo da reação do Reagente de Schiff.....	32
Figura 8: Princípio básico da cromatografia.....	33
Figura 9: Cromatógrafo a gás.....	35
Figura 10: Espectro no infravermelho do formaldeído em ambiente de CCl ₄	40
Figura 11: Espectros no infravermelho das amostras A e B.....	41
Figura 12: Espectros no infravermelho das amostras C e D.....	42
Figura 13: Espectros no infravermelho da amostra H.....	42
Figura 14: Coloração das amostras A e B após o teste com o Reagente de Schiff..	43
Figura 15: Coloração das amostras C e D após o teste com o Reagente de Schiff..	43
Figura 16: Coloração das amostras F e G após o teste com o Reagente de Schiff. .	44
Figura 17: Coloração das amostras H e I após o teste com o Reagente de Schiff....	44
Figura 18: Espectro no infravermelho da amostra E.....	46
Figura 19: Coloração da amostra E antes e depois da adição do reagente de Schiff.....	46
Figura 20: Gráfico contendo todos os espectros medidos.....	48
Figura 21: Desenho esquemático da estrutura bioquímica do fio de cabelo.....	63
Figura 22: Desenho esquemático das ligações químicas.....	64

Sumário

1 INTRODUÇÃO	7
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
2.1 Propriedades de aldeídos e cetonas.....	10
2.1.1 Toxicidade dos aldeídos.....	12
2.2 Formaldeído.....	13
2.2.1 Características gerais do formaldeído.....	13
2.2.2 Características da substância química formaldeído.....	14
2.2.3 Produção do formaldeído.....	16
2.2.4 Ciclo toxicológico do formaldeído.....	16
2.2.5 Toxicidade do formaldeído e sintomas de intoxicação.....	17
2.2.6 Carcinogênese do formol e tipos de câncer associados a sua exposição.....	19
2.2.7 Legislação nacional sobre a composição de formaldeído em alguns produtos.....	21
2.2.8 Aplicações e exposições ocupacionais ao formaldeído/formol.....	23
2.2.8.1 Uso como alisante de cabelos.....	24
2.2.8.2 Outras aplicações e exposições comuns ao formaldeído/formol	25
2.2.9 Exposições não-ocupacionais ao formaldeído/formol.....	25
2.3 Técnicas qualitativas e quantitativas de análise do formaldeído.....	26
2.3.1 Análises qualitativas.....	26
2.3.1.1.1 Espectroscopia no infravermelho: descrição.....	26
2.3.1.1.2 O espectrômetro.....	29
2.3.1.1.3 Frequência dos modos de vibração de algumas ligações.....	30
2.3.1.2 Reagente de Schiff.....	31
2.3.2 Análise quantitativa.....	32
2.3.2.1 Cromatografia: o que é e suas classificações.....	32
2.3.2.2 Descrição da cromatografia.....	34
2.3.2.3 Cromatografia com Gás.....	34
3 METODOLOGIA	36
3.1 Coleta das amostras.....	36
3.2 Análise no infravermelho.....	37
3.3 Reagente de Schiff.....	38
3.4 Análise na Cromatografia Gasosa (CG).....	39
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	40
4.1 Amostras que apresentam formaldeído acima de 0,01%.....	40
4.2 Amostra que não apresentou formaldeído acima de 0,01%.....	45
4.3 Resumo dos dados.....	47
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
REFERÊNCIAS	52
ANEXO A	61

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos tem-se percebido uma maior preocupação das pessoas com a estética e a aparência de seus cabelos, quer seja esta por motivos sociais, profissionais ou mesmo por pura vaidade.

Hoje, na sociedade globalizada e em rede, os cabelos podem indicar diversas características como o estilo e a personalidade, o estado de saúde, o nível de cuidados pessoais e a autoestima, além das aspirações individuais de elegância, liberdade e outros aspectos importantes, ou seja, os cabelos constituem a personalidade individual de cada pessoa (GOMES, 1999).

Além da função biológica principal de proteção e da função estética, o cabelo tem importância comercial. Atualmente, a indústria cosmética mundial encontra-se num estágio bastante avançado, marcada pelo surgimento de novos produtos (REISCH, 2000; GOMES, 1999).

No Brasil, atualmente, percebe-se uma preferência em relação aos cabelos lisos. Os produtos para alisamento e relaxamento de cabelos, que são processos químicos usados para alisar os cabelos excessivamente cacheados, estão em evidência no mercado brasileiro e são lançados com as mais diversas denominações: escova japonesa, inteligente, orgânica, definitiva, progressiva, com chocolate, com leite, com formol, entre outras (VELASCO *et al.*, 2014; SCHUELLER, 2002; VARELA, 2007).

No primeiro semestre de 2004, surgiu no Rio de Janeiro um método de alisamento capilar muito eficiente chamado escova progressiva. Este procedimento promete um alisamento duradouro, em torno de 1 a 4 meses, que segundo o INCA (2014), deve ser realizado múltiplas vezes até o efeito desejado. Desde o seu surgimento, o método é utilizado em escala crescente nos salões de beleza. Existem diversos tipos de escova progressiva, a maioria delas apresenta formaldeído na composição química de seus produtos (MABA, 2008; INSTITUTO NACIONAL DE

CÂNCER - INCA, 2014; VELASCO *et al.*, 2014).

O formaldeído é um gás da classe dos aldeídos, produzido mundialmente e que possui diferentes aplicações. Em sua forma líquida (misturado à água e ao álcool) é chamado de formalina ou formol, que corresponde a uma solução aquosa 37% a 50% de formaldeído e 6% a 15% de álcool (GERBERICH; STAUTZENBERGER; HOPKINS, 1980 *apud* INCA, 2014; IARC, 2004 *apud* INCA, 2014; OSHA, 2011 *apud* INCA, 2014).

Em 2004, a International Agency for Research on Cancer (IARC) classificou este composto como carcinogênico, tumorogênico e teratogênico (INCA, 2014).

As notificações de danos causados por produtos para alisamento capilar triplicaram no 1º semestre de 2009 em comparação com todo o ano de 2008, devido ao uso indevido de formol (e também de glutaraldeído) como substâncias alisantes. Ao ser utilizado nas escovas progressivas, o formol causa malefícios tanto aos profissionais cabeleireiros, que aplicam esses produtos diariamente, como aos clientes que realizam esse procedimento. O uso indevido do formol ocasiona diversos riscos à saúde, tais como queimadura e descamação do couro cabeludo, queda do cabelo, ardência e lacrimejamento dos olhos, falta de ar, tosse, dor de cabeça, ardência e coceira no nariz, câncer nas vias aéreas superiores, podendo até levar a morte (INCA, 2014; ANVISA (1), 2014).

Assim, a Anvisa proibiu o uso do formaldeído (formol) como alisante, sendo seu uso permitido nos produtos cosméticos capilares apenas como conservante na concentração de 0,2%, durante suas fabricações (RDC nº 162, de 11 de setembro de 2001). A Anvisa também proibiu a comercialização do formol em estabelecimentos como drogarias, farmácias, supermercados e lojas de conveniências (RDC nº 36, de 17 de junho de 2009).

Com isso, o INCA (2014) supõe que o formol vem sendo adicionado aos cabelos a critério de cada especialista. Qualquer adição de formol em produtos já prontos não é permitida, acarretando riscos à saúde da população e constituindo-se em infração sanitária nos termos da Lei n. 6.437, de 20 de agosto de 1977, e em crime hediondo pela legislação brasileira, de acordo com o art. 273 do Código Penal

(ANVISA (1), 2014).

Assim, devido ao crescente número de alisamentos realizados em todo o país, aos perigos que a substância formaldeído traz ao organismo humano, à existência de cerca de 353 estabelecimentos da beleza em Jaraguá do Sul, segundo a Vigilância Sanitária, e ao levantamento bibliográfico realizado pela equipe, onde constatou-se a ausência de pesquisas relacionadas ao tema formaldeído (formol) presente em produtos capilares usados nas escovas progressivas em Santa Catarina, especialmente no município de Jaraguá do Sul, a presente pesquisa teve como objetivo determinar qualitativa e quantitativamente o formaldeído (formol) nos produtos capilares utilizados na escova progressiva em alguns salões de beleza jaraguaenses.

Para isso, buscou-se detectar a presença de formaldeído e, posteriormente, sua concentração nos produtos capilares utilizados na escova progressiva em salões de beleza jaraguaenses, bem como verificar se a concentração de formaldeído nos produtos capilares utilizados na escova progressiva excedia o limite estabelecido pela Anvisa (0,2%). Contudo, devido à impossibilidade da análise quantitativa por Cromatografia Gasosa, a pesquisa limitou-se à análise qualitativa do formaldeído, possibilitando apenas verificar se as informações dos rótulos dos produtos condiziam com os resultados analíticos (presença de formaldeído).

As técnicas utilizadas para a análise qualitativa foram a Espectroscopia no Infravermelho e o Reagente de Schiff. A primeira foi realizada no IFSC- Campus São José e a segunda no IFSC - Campus Jaraguá do Sul.

Na Revisão Bibliográfica são abordados tópicos referentes às propriedades de aldeídos e cetonas; formaldeído e técnicas qualitativas e quantitativas de análise do formaldeído.

Em seguida, encontram-se a Metodologia e os Resultados e Discussão, desenvolvidos a partir das análises realizadas.

E por fim estão as Considerações Finais da pesquisa, Referências e Anexo, que aprofunda melhor as informações sobre o formol e os cabelos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Propriedades de aldeídos e cetonas

Dentre os compostos orgânicos de odores mais potentes e variados, estão as moléculas que têm ligações duplas carbono-oxigênio, o grupo carbonila (Figura 1) (VOLLHARDT; SCHORE, 2004). O carbono e o oxigênio do grupo carbonila estão hibridados sp^2 . Estes átomos e os dois grupos ligados ao carbono estão no mesmo plano, cujos ângulos de ligação são próximos a 120° . Perpendiculares a este plano estão os dois orbitais p, um no carbono e outro no oxigênio, que formam a ligação π . O átomo de oxigênio tem dois pares de elétrons não-ligantes localizados em dois orbitais sp^2 . O oxigênio é mais eletronegativo do que o carbono. Esta propriedade polariza a ligação dupla carbono-oxigênio, com uma carga parcial positiva no carbono e uma carga negativa de mesmo valor no oxigênio (VOLLHARDT; SCHORE, 2004).

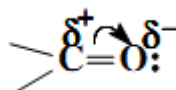


Figura 1: Grupo carbonila.

Fonte:

<http://www.iq.ufrgs.br/ead/quimicapop/material/Funcaocarboniladaaldeidoecetona.pdf>

Existem duas classes de compostos carbonilados: os aldeídos, classe que contém o grupo funcional $-CHO$, em que o átomo de carbono do grupo carbonila se liga a pelo menos um hidrogênio, sendo que o grupo $-CHO$ pode se ligar covalentemente através de um elétron de valência simples à esquerda do

átomo de carbono para formar um grupo de compostos com a estrutura geral RCHO (Figura 2), e as cetonas, em que o carbono se liga a dois outros carbonos, formando a estrutura geral R₂CO (Figura 2) (VOLLHARDT; SCHORE, 2004). Em um aldeído, o grupo carbonila está sempre na extremidade da cadeia de carbonos, e os grupos R podem ser alifáticos ou aromáticos. Já nas cetonas, o grupo carbonila está em qualquer outra posição (JONES; ATKINS, 2001).

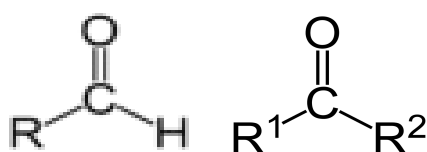


Figura 2: Diferença nas fórmulas estruturais de aldeídos e cetonas.

Fonte: <http://www.infoescola.com/quimica/funcoes-oxigenadas/>

A maioria dos aldeídos e das cetonas são isômeros, ou seja, duas substâncias que possuem a mesma fórmula molecular (mesmo conjunto de átomos) e diferente fórmula estrutural (diferente arranjo entre os átomos). Possuem isomeria plana, pois para observar a diferença entre estes compostos é suficiente a fórmula estrutural plana, e a isomeria cetona-aldeído é uma das mais importantes, sendo considerada uma isomeria plana de função, pois a diferença entre os compostos se encontra justamente no grupo funcional (FONSECA, 1993).

A polarização da função carbonila faz com que os pontos de ebulição de aldeídos e cetonas sejam mais altos do que os dos hidrocarbonetos de peso molecular semelhante, porém, não formam pontes de hidrogênio, por isso, têm ponto de ebulição (PE) mais baixo que os álcoois e ácidos carboxílicos comparáveis. Os compostos carbonilados de baixo peso molecular são completamente miscíveis em água, no entanto, os compostos com mais de seis carbonos são praticamente insolúveis em água, já que a cadeia hidrocarbônica é hidrofóbica (VOLLHARDT; SCHORE, 2004; NETTO, 1991).

Outras propriedades dos aldeídos podem ser consideradas: são solúveis na maioria dos solventes orgânicos comuns, como álcool, éter e benzeno; com o aumento da cadeia carbônica, os aldeídos passam a ter cheiros e aromas agradáveis e suas moléculas maiores são constituintes de diversas essências, como

a de amêndoas (benzenocarbaldeído) e a vanilina (3-metóxi-4-hidroxibenzenocarbaldeído); são compostos bastante reativos, sendo os aldeídos alifáticos mais reativos que os aldeídos aromáticos porque quando a carbonila está ligada ao núcleo aromático, os elétrons da ligação dupla do grupo carbonila entram em ressonância com os elétrons do núcleo aromático, diminuindo a reatividade do composto (ou aumentando sua estabilidade) (FONSECA, 2010).

Aldeídos e cetonas são muito abundantes na natureza. Contribuem com o aroma e o sabor de muitos alimentos e participam das funções biológicas de muitas enzimas. Além disso, a indústria utiliza aldeídos e cetonas como reagentes e solventes em sínteses. Por exemplo, são produzidas mais de 1,9 milhão de toneladas de formaldeído nos Estados Unidos para uso em materiais isolantes em construções e em resinas adesivas que ligam partículas de folhas finas de madeira e materiais aglomerados. Na verdade, o grupo carbonila é muitas vezes considerado a função mais importante da Química Orgânica (VOLLHARDT; SCHORE, 2004; MC MURRY, 2011).

O aldeído mais importante na indústria é o formaldeído (membro mais simples, mais abundante e mais perigoso de todos os aldeídos), e a cetona mais importante é a propanona (acetona). Em solução em água, o formaldeído é usado como desinfetante e fungicida, sendo também usado na preparação de resinas fenólicas. Já a propanona é importante na preparação do hidroperóxido do cumeno, sendo comercializada como solvente e reagente inicial na produção de outros materiais industriais (VOLLHARDT E SCHORE, 2004).

2.1.1 Toxicidade dos aldeídos

Os aldeídos apresentam capacidade de irritar os olhos e as vias aéreas superiores em humanos, causar dores de cabeça, sensação de desconforto e de irritabilidade (ABRANTES; ASSUNÇÃO; HIRAI, 2005).

Os aldeídos de peso molecular baixo são mais tóxicos que os aldeídos de peso molecular alto. A toxicidade diminui com o aumento da cadeia de carbono. Os

aldeídos aromáticos são menos tóxicos do que os aldeídos alifáticos de baixo peso molecular (PATNAIK, 2011).

O ponto de reação em qualquer aldeído é o grupo carbonila que é suscetível aos processos de oxidação e redução. Os metabólitos tóxicos do aldeído são seus produtos da oxidação, os quais são na grande maioria, mas não exclusivamente, ácidos, cuja formação é catalisada por enzimas. A toxicidade é atribuída ao fato de que tanto na reação do aldeído como do seu metabólito com proteínas e com compostos que formam hemoglobina, o funcionamento biológico é afetado (PATNAIK, 2011).

Entre os aldeídos, o formaldeído é carcinogênico humano comprovado na lista da IARC de 2006, classificado no Grupo 1 (PATNAIK, 2011).

2.2 Formaldeído

2.2.1 Características gerais do formaldeído

“A evolução da indústria química e a necessidade da praticidade exigida pelo consumidor provocaram um progressivo avanço no consumo de produtos químicos nos salões de beleza, hospitais, domicílios, entre outros” (SCARABELO, 2007, p. 1). Um dos produtos químicos produzidos e utilizados mundialmente é o formaldeído.

O formaldeído (CH_2O) é um gás produzido mundialmente e foi descoberto por Butlerov em 1859, passando a ser comercialmente fabricado em 1990, em grande escala, a partir da oxidação do metanol. Em sua forma líquida é chamado de formol, que corresponde a uma solução aquosa 37 a 50% de formaldeído e 6 a 15% de álcool (GERBERICH; STAUTZENBERGER; HOPKINS, 1980 *apud* INCA, 2014; IARC, 2004 *apud* INCA, 2014; OSHA, 2011 *apud* INCA, 2014).

O formaldeído é uma substância presente no ambiente, originado por fontes naturais ou antropogênicas. É encontrado no estado gasoso em condições ambientes, sendo um composto inflamável, que pode formar com o ar misturas explosivas; é solúvel em água; incolor e apresenta um odor pungente e bastante

característico (GOYER, 2007 *apud* VIEGAS, 2010; INTERNATIONAL PROGRAMME ON CHEMICAL SAFETY, 1991 *apud* VIEGAS, 2010).

Segundo Tang *et al.* (2009 *apud* INCA, 2014), o formaldeído é um produto importante para a economia global, sendo a China o país que mais o produz e o consome no mundo. O Brasil é um médio produtor de formaldeído, mas essa produção experimentou um grande incremento a partir da década de 90.

A utilização do formaldeído é bastante geral e diversificada: ele é muito utilizado em resinas sintéticas, fenólicas, ureicas e melamínicas, adesivos, abrasivos, plásticos, esmaltes sintéticos, tintas e vernizes, isolantes elétricos, lonas de freio, entre outras. Ele também é liberado no ambiente pelos veículos, na fumaça do cigarro, no uso de desinfetantes, conservantes e na produção e uso de fungicidas e germicidas (IARC, 2004 *apud* INCA, 2014).

2.2.2 Características da substância química formaldeído

Segundo o INCA (2014), o formaldeído é também chamado de formalina, metil aldeído, metileno glicol, óxido de metileno, metanal, formalida 40, morbicida, BFV, formalite, aldeído fórmico, Yde, Ivalon, Karsan, Lysoform, Oxometano, Oximetileno.

O formaldeído é o aldeído alifático mais simples e um dos mais abundantes (além do acetaldeído) e importantes no ambiente (Figura 3) (IARC, 2006 *apud* INCA, 2014; ATSDR, 2007 *apud* INCA, 2014; NRC, 1981 *apud* INCA, 2014; PATNAIK, 2011). A sua elevada reatividade resulta da presença da ligação dupla polarizada entre os átomos de carbono e oxigênio, enquanto que a sua elevada pressão de vapor (516 kPa) explica a sua grande volatilidade (NAYA; NAKANISHI, 2005 *apud* VIEGAS, 2010). Suas principais características estão representadas na Tabela 1.

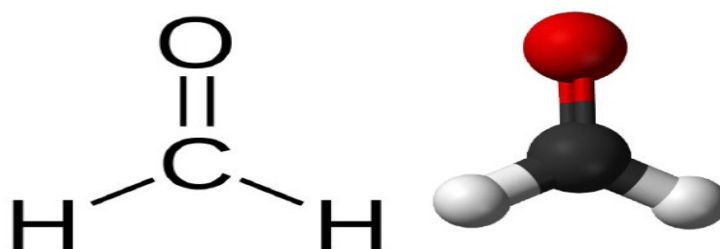


Figura 3: Formaldeído.

Fonte: <http://albertasbuvoteisus.wordpress.com/2014/01/31/47-formaldeidas/>

Tabela 1: Principais Características Físicas e Químicas do Formaldeído

Fórmula molecular	CH ₂ O
Peso molecular	30,03 g/mol
Ponto de fusão	- 92 °C
Ponto de ebulição	- 19 °C
Temperatura de auto-ignição	424 °C
Limites de explosividade (LEI/LES)	7% - 73%
Pressão de vapor	516 kPa
Solubilidade	Elevada em água e solventes como álcool, acetona e éter

Fonte: ATSDR, 1999 *apud* Viegas, 2010.

Na presença de ar e à temperatura ambiente, ele polimeriza rapidamente dando origem a paraformaldeído (precipitado branco de fórmula (CH₂O)_x). Também reage violentamente com agentes oxidantes como os peróxidos e com agentes redutores pode produzir calor e formar gases inflamáveis (IARC, 2006 *apud* INCA, 2014; INDUKERN, 2014).

O formaldeído reage de forma relativamente rápida com outras substâncias existentes no ar, sob a influência da radiação solar, o que torna o seu tempo de semi-vida (tempo necessário a que se reduza a metade uma determinada concentração) curto (VIEGAS, 2010).

Ao reagir com o ácido clorídrico ou outros cloretos inorgânicos, forma o éter bis(clorometílico), substância que apresenta propriedades cancerígenas para o homem. Contudo, apresenta um baixo potencial de bioacumulação nos organismos vivos (ATSDR, 1999 *apud* INCA, 2014; IARC, 2006 *apud* INCA, 2014; INDUKERN,

2014; INTERNATIONAL PROGRAMME ON CHEMICAL SAFETY, 1991 *apud* VIEGAS, 2010).

2.2.3 Produção do formaldeído

O formaldeído é obtido através da oxidação do metanol. Ele está enquadrado entre as 25 substâncias químicas mais abundantemente produzidas no mundo e possui várias finalidades, sendo muito utilizado em soluções de ureia e tioureia, resinas fenólicas e melamínicas, nos ésteres de celulose, na seda sintética, nos corantes, vidros, espelhos, explosivos, na fabricação de germicidas, no embalsamento de cadáveres e como anti-séptico. Além disso, é um bom desinfetante e não provoca o endurecimento excessivo dos tecidos, revelando-se um ótimo meio para conservar e armazenar material de biópsias e peças cirúrgicas (ATSDR, 2007 *apud* VIEGAS, 2010; TANG *et al.*, 2009 *apud* VIEGAS, 2010; MORAL, 1993).

2.2.4 Ciclo toxicológico do formaldeído

O formaldeído está presente em concentrações baixíssimas na maior parte dos organismos, tecidos e células (HECK; CASANOVA, 2004 *apud* VIEGAS, 2010). Ele existe naturalmente no organismo humano, sendo um produto derivado de metabolismos diversos (como os da serina, da glicina, da metionina, da colina, da sarcosina, da homoserina e da desmetilação de compostos N-, S- e O-metil) (IARC, 1995 *apud* VIEGAS, 2010).

Devido à sua solubilidade na água, o formaldeído que penetra por

inalação ou por ingestão é rapidamente absorvido nos tratos respiratório e gastrointestinal e fortemente metabolizado em formiato na própria zona de absorção, o qual, por sua vez, é removido através da circulação sanguínea (ATSDR, 1999 *apud* VIEGAS, 2010; IARC, 2006 *apud* VIEGAS, 2010).

O formaldeído absorvido, por sua vez, reage instantaneamente com aminas primárias e secundárias, tióis, hidroxilas e amidas para formar derivados de metilol. Pode ligar-se de forma reversível à cisteína para formar tiazolidina-4-carboxilato. Pode também unir-se a ureia para formar adutos hidroximetil ou, ainda, reagir com macromoléculas como o DNA (ácido desoxirribonucleico), RNA (ácido ribonucleico) e proteínas para formar adutos reversíveis ou irreversíveis (ligações cruzadas) (IARC, 2006 *apud* VIEGAS, 2010).

Existem várias enzimas envolvidas no processo de oxidação do formaldeído. Dessas, sobressai o papel da desidrogenase do formaldeído (ADH_3) como principal responsável pela metabolização deste agente químico (HECK; CASANOVA, 2004 *apud* VIEGAS, 2010; VON SCHULTE; BERNAUER; MADLE, 2006 *apud* VIEGAS, 2010; ATSDR, 1999 *apud* VIEGAS, 2010).

Os metabolitos resultantes da ação destas enzimas, que correspondem ao ácido fórmico (CH_2O_2) e ao dióxido de carbono (CO_2), são eliminados do organismo através da urina e do ar exalado (VON SCHULTE; BERNAUER; MADLE, 2006 *apud* VIEGAS, 2010; IARC, 2006 *apud* VIEGAS, 2010; NATIONAL INDUSTRIAL CHEMICALS NOTIFICATION AND ASSESSMENT SCHEME, 2006 *apud* VIEGAS, 2010).

2.2.5 Toxicidade do formaldeído e sintomas de intoxicação

O formaldeído (formol) é tóxico se ingerido, inalado ou tiver contato com a pele, por via intravenosa, intraperitoneal ou subcutânea (INCA, 2014). Devido à sua reatividade e rápido metabolismo nas células da pele, trato gastrointestinal e

pulmões, os efeitos locais do formaldeído apresentam um papel mais importante comparado com os efeitos sistêmicos (VARGOVÁ *et al.*, 1993).

Da mesma forma, a localização das lesões corresponde principalmente às zonas do organismo expostas às doses mais elevadas, ou seja, o desenvolvimento dos efeitos tóxicos dependerá mais da intensidade da dose externa do que da duração da exposição (ATSDR, 1999 *apud* VIEGAS, 2010; VINCENT; JEANDEL, 2006 *apud* VIEGAS, 2010; IARC, 2006 *apud* VIEGAS, 2010).

Conforme o grupo de estudos da Organização Mundial da Saúde (OMS), exposições à concentrações de formaldeído menores de 0,05 ppm são aceitáveis, enquanto que concentrações maiores que 0,10 ppm são preocupantes (ANVISA (1), 2014). Abaixo, segue a tabela do INCA (Tabela 2) sobre os efeitos do formaldeído (formol) de acordo com a exposição e a sua duração.

Tabela 2: Efeitos do formaldeído em humanos após exposições de curta duração.

Média de concentração	Tempo médio	Efeitos à saúde da população geral
0,8 - 1 ppm*	Exposições repetidas	percepção olfativa
até 2 ppm	Única ou repetida exposição	irritante aos olhos, nariz e garganta
3 – 5 ppm	30 minutos	lacrimação e intolerância por algumas pessoas
10 – 20 ppm	Tempo não especificado	dificuldade na respiração e forte lacrimação
25 – 50 ppm	Tempo não especificado	edema pulmonar, pneumonia, perigo de vida
50 – 100 ppm	Tempo não especificado	pode causar a morte

* ppm: partes do contaminante por milhão de partes de ar

Fonte: INCA (2014) - Adaptado de WHO (1989); IARC (1995); WHO (1987).

Os sintomas mais frequentes em caso de intoxicação estão ligados à inalação, à ingestão, ao contato com a pele e aos olhos.

Ao ser inalado, o formaldeído pode desencadear fortes dores de cabeça, tosse, falta de ar, vertigem, dificuldade para respirar e edema pulmonar, irritação ou inflamação nos olhos, nariz, mucosas, faringe, laringe e no trato respiratório superior e sensação de queimação e pressão no tórax. Em altas concentrações pode levar à tosse, bronquite, pneumonia ou laringite (INCA, 2014; BERNSTEIN *et al.*, 1984; KILBURN *et al.*, 1985; ANDERSEN; PROCTOR, 1982).

Quando ingerido, ele causa imediata e intensa dor na boca e faringe; dores abdominais com náuseas, vômito e possível perda de consciência, coma e morte por falência respiratória. Ocasionalmente pode promover diarreia (com possibilidade de sangue nas fezes), pele pálida, fria e úmida além de sinais de choque como dificuldade de micção, convulsões e estupor. Além disso, podem ocorrer danos degenerativos no fígado, rins, coração e cérebro (INCA, 2014).

O contato com o vapor ou com a solução na pele pode deixá-la esbranquiçada e áspera e acaba acarretando na atrofia e na necrose da parte da pele que esteve em contato com o formaldeído. Longos períodos de exposição podem causar dermatite e hipersensibilidade, rachaduras na pele (ressecamento), ulcerações e queimaduras (INCA, 2014; INDUKERN, 2014; PATNAIK, 2011).

Quando esse contato ocorre com os olhos, ele pode causar conjuntivite e também queimadura nos mesmos (INCA, 2014; INDUKERN, 2014).

A exposição ao formaldeído durante a gestação pode causar abortos espontâneos, má formação congênita, baixo peso ao nascer, infertilidade e endometriose (IARC, 2006).

2.2.6 Carcinogênese do formol e tipos de câncer associados a sua exposição

Os primeiros indícios de carcinogenicidade do formaldeído foram

realizados pelo Chemical Industry Institute of Toxicology (CIIT), dos Estados Unidos, em 1978, relatando o desenvolvimento de cancro nasal em ratos laboratorialmente expostos à esta substância (IARC, 2005).

Em 1981, a IARC realizou uma avaliação do formaldeído, considerando-o como um agente cancerígeno do grupo 2A (provável carcinogênico, que promove a formação de câncer) (BINETTI, COSTAMAGNA E MARCELLO, 2006 *apud* INCA, 2014).

A partir de julho de 2004, a IARC classificou esse composto como carcinogênico, tumorigênico e teratogênico (responsável pelas malformações), por produzir efeitos na reprodução para humanos e algumas espécies de animais. Em relação ao câncer, não há níveis seguros de exposição (INCA, 2014).

No ano de 2006, o formaldeído foi classificado pela IARC como “cancerígeno humano”, com base num estudo realizado com embalsamadores e trabalhadores expostos a formaldeído diariamente (HAUPTMANN *et al.*, 2004 *apud* INCA, 2014; IARC, 2006 *apud* INCA, 2014).

Os tipos de câncer que são associados à exposição de formaldeído são o de nasofaringe, a leucemia e o adenocarcinoma nasal. A evidência da sua conduta carcinogênica em seres humanos é, entretanto, limitada (INCA, 2014).

O câncer de nasofaringe, também chamado neoplasia maligna de nasofaringe, é um evento raro, porém apresenta um dos piores prognósticos dentre os tumores malignos de cabeça e pescoço. Além do formol, existem os fatores ambientais/ocupacionais associados a ele (INCA, 2014).

A leucemia é evidenciada em profissionais expostos ao formaldeído, porém esta evidência não é suficiente (INCA, 2014).

O adenocarcinoma nasal existe, porém também apresenta evidência limitada em humanos causado pelo formaldeído (INCA, 2014).

2.2.7 Legislação nacional sobre a composição de formaldeído em alguns produtos

Segundo a Anvisa (2014), o valor limite recomendável de formaldeído, que separa as condições de ausência e de presença de agressão à saúde humana, deve ser determinado a partir de evidências científicas. Esses valores são preestabelecidos pela legislação e conhecidos como padrões de referências ou de tolerância.

A formalina ou formaldeído na forma de vapor são altamente tóxicos. Diante disso, a Anvisa estabeleceu que o uso do formaldeído (formol) é permitido apenas como conservante (substância adicionada aos produtos com a finalidade de preservá-los de danos causados por microorganismos, bem como de proteger o consumidor de contaminação) na concentração de 0,1% em produtos de higiene oral e 0,2% nos que não são destinados à higiene oral, conforme consta na Tabela 3 (RDC nº 162, de 11 de setembro de 2001).

Tabela 3: Concentração Máxima Permitida de Formaldeído e Paraformaldeído como Conservantes.

Nº ORD	Substância (Nome INCI)	Máxima Concentração Autorizada	Limitações	Condições de Uso e Advertência
5	Formaldeído e paraformaldeído (+) (FORMALDEHYDE e PARAFORMALDEHYDE)	0,1%* (em produtos de higiene oral) 0,2%* (outros produtos não destinados à higiene oral). (expresso como formaldeído livre)	Proibido em aerossóis	Contém formaldeído (somente para concentrações superiores a 0,05% no produto final)

* %: g/100g

Fonte: RDC nº 162 de 11 de setembro de 2001 - Estabelece a Lista de Substâncias de Ação Conservante para Produtos de Higiene Pessoal, Cosméticos e Perfumes.

A Anvisa também estabeleceu seu uso como endurecedor de unhas na concentração de 5%, conforme a Tabela 4 (RDC Nº 15, de 26 de março de 2013).

Tabela 4: Concentração máxima de formaldeído permitida em endurecedores de unhas.

Nº ORD	Substância	Campo de aplicação e/ou utilização	Concentração máxima autorizada no produto final	Condições de uso e advertências que devem constar no rótulo
3	Formaldeído	Produtos para endurecer as unhas	5% calculados como formaldeído	1) Proteger as cutículas com óleos 2) Contém formaldeído (somente para concentrações superiores a 0,05% no produto final)

Fonte: RDC nº 15, de 26 de março de 2013 - Aprova o Regulamento Técnico "Lista de Substâncias de Uso Cosmético: Acetato de chumbo, Pirogalol, Formaldeído e Paraformaldeído" e dá outras providências.

No Brasil, a Portaria nº 3.214/78 estabeleceu como limite de tolerância para trabalhadores expostos ao formaldeído no ambiente 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 (INCA, 2014).

Além disso, a Anvisa proibiu o uso do formol em produtos de limpeza (detergentes, desinfetantes, alvejantes e demais materiais saneantes), conforme a RDC nº 35, de 03 de junho de 2008.

Mais recentemente, em 17 de julho de 2009, outra resolução foi publicada no Diário Oficial da União (DOU) – a RDC nº 36, que “proíbe a exposição, a venda e a entrega ao consumo de formol ou de formaldeído (solução a 37%) em drogaria, farmácia, supermercado, armazém e empório, loja de conveniência e drugstore”.

Ela discorre ainda sobre a adição de formol ou de formaldeído em produtos cosméticos destinados aos salões de beleza ou demais estabelecimentos, sendo esta proibida e configurada como infração sanitária nos termos da Lei nº 6.437, de 20 de agosto de 1977 (Art. 2º); e como crime hediondo pela legislação

brasileira, de acordo com o Art. 273 do Código Penal (ANVISA (1), 2014), pois acarreta riscos à saúde da população.

Todos os produtos registrados pela Anvisa que apresentam o formaldeído na sua composição têm as concentrações da substância dentro dos limites previstos na legislação vigente. Contudo, quando o produto não é registrado, sua composição não foi avaliada, e com isso, ele pode conter substâncias proibidas ou de uso restrito, em condições e concentrações inadequadas ou não permitidas, o que acarreta diversos riscos (ANVISA (3), 2014).

Por isso, a Anvisa alerta que produtos sem registro não sejam utilizados, sendo que o consumidor pode entrar em contato com a Vigilância Sanitária Municipal, Estadual ou com a Anvisa, caso encontre irregularidades (ANVISA (3), 2014).

2.2.8 Aplicações e exposições ocupacionais ao formaldeído/formol

No passado, a exposição ao formaldeído era muito maior, principalmente durante processos de trabalho como o envernizamento de móveis e pisos de madeiras, acabamentos têxteis e tratamento de peles. Atualmente, existe uma política de redução dos níveis de formol na fabricação de resinas (INCA, 2014).

Além das aplicações e exposições mais comuns do formaldeído ou formol, elas podem ocorrer ainda por profissionais que trabalham em fundições, na indústria de fibra vítrea sintética, na produção de plásticos, nas ruas, devido às emissões veiculares, por bombeiros e por trabalhadores de prédios públicos (IARC, vol88 completo, 2006 *apud* INCA, 2014), na agricultura, já que é utilizado como conservante para forragem, como desinfetante, na preservação de cevada e açúcar de beterraba, e também no tratamento de peles e couros, carvão e no processamento de borrachas e abrasivos (INCA, 2014).

A seguir estão suas aplicações e exposições ocupacionais mais comuns.

2.2.8.1 Uso como alisante de cabelos

Nos últimos anos, no Brasil, os salões de beleza têm utilizado extensivamente o formol como alisante capilar nas denominadas escovas progressivas. O uso de formol para alisamento capilar tornou-se frequente, pois além de mais barato, é um processo rápido e que deixa os fios com brilho intenso. A Anvisa proibiu o uso do formol com essa função e também a sua venda. Essa proibição veio com o fato da triplicação do uso desse produto como alisante capilar no primeiro semestre de 2009, em comparação com todo ano de 2008. Então, como não há produtos com formol autorizados pela Anvisa com a função de alisar os cabelos, supõe-se que o mesmo vem sendo adicionado aos cabelos a critério de cada especialista (INCA, 2014; MOREIRA *et al.*, 2014).

O formaldeído se liga às proteínas da cutícula e aos aminoácidos hidrolizados da solução de queratina, formando um filme endurecedor ao longo do fio, impermeabilizando-o e mantendo-o rígido e liso. O efeito é o mesmo da calda da maçã do amor: por fora, lindo e brilhante, mas, por dentro, desidratado e quebradiço. O fio torna-se apto à fratura, em consequência dos traumas normais do dia a dia, como pentear e prender os cabelos (MOREIRA *et al.*, 2014).

O maior problema, contudo, é que o formol é volátil e, depois de aquecido, uma maior quantidade é inalada tanto por quem aplica como por quem se submete ao tratamento. Além disso, em inúmeras mulheres o formol causou queda de cabelo, ardência nos olhos, queimaduras no couro cabeludo e problemas respiratórios, conforme a Figura 4 (MOREIRA *et al.*, 2014; LORENZINI, 2010).



Figura 4: Danos provocados pela escova progressiva à base de formol.

Fonte: ANVISA (1), 2014.

Por isso, é importante ressaltar a existência de outros alisantes autorizados pela Anvisa, sendo eles: ácido tioglicólico, hidróxido de sódio, hidróxido de potássio, hidróxido de cálcio, hidróxido de lítio e hidróxido de guanidina alumínio, que são permitidos pela legislação brasileira (ANVISA (4), 2014).

O uso do formol no alisamento capilar é mais detalhadamente abordado no Anexo A, com maiores informações sobre o tema que não se encaixam na fundamentação, contudo, também apresentam grande importância.

2.2.8.2 Outras aplicações e exposições comuns ao formaldeído/formol

O formol ou formaldeído é também utilizado em hospitais, em laboratórios de histopatologia, em laboratórios de anatomia e preservação de cadáveres, na indústria de produtos de madeira e papel, na construção civil, na fábrica de tecidos e artigos de vestuário, etc. Nesses ambientes, estudantes, técnicos de laboratório, profissionais da saúde e limpeza e demais trabalhadores são expostos à substância (IARC, 2006 *apud* INCA, 2014).

2.2.9 Exposições não-ocupacionais ao formaldeído/formol

O formaldeído está presente no ar ambiente e constitui cerca de 50% de todos os aldeídos, tendo origem tanto em fontes naturais, como antropogênicas. A população também pode entrar em contato com o formol através do uso de cosméticos. Além disso, o formaldeído é utilizado como agente bacteriostático em alimentos e está presente na fumaça do cigarro (PATNAIK, 2011; COSMETIC INGREDIENT REVIEW EXPERT PANEL, 1984 *apud* INCA, 2014; RESTANI;

RESTELI; GALLI, 1992 *apud* INCA, 2014; ATSDR, 1999 *apud* INCA, 2014; WHO, 2001 *apud* INCA, 2014).

2.3 Técnicas qualitativas e quantitativas de análise do formaldeído

As análises qualitativa e quantitativa do formaldeído podem ser feitas de várias formas.

Ele pode ser analisado por técnicas instrumentais como a Cromatografia Gasosa - Gas Chromatography (GC), a Colorimetria, a Polarografia e a Cromatografia em fase gasosa/ espectrometria de massa - Gas Chromatography/ Mass Spectrometry (GC/MS).

Existem também outras técnicas presentes na literatura, como a Espectroscopia no Infravermelho e o Reagente de Schiff.

Na presente pesquisa, buscou-se analisar a presença de formaldeído nos produtos capilares através da Espectroscopia no Infravermelho e do Reagente de Schiff e buscou-se determinar a concentração de formaldeído nos mesmos através da Cromatografia Gasosa. Dessa forma, foi feito um aprofundamento bibliográfico sobre ambas as técnicas para melhor compreensão durante a execução das análises quali e quantitativas.

2.3.1 Análises qualitativas

2.3.1.1.1 Espectroscopia no Infravermelho: descrição

A espectroscopia no infravermelho é certamente uma das mais importantes técnicas analíticas disponíveis atualmente. Uma das grandes vantagens

desta técnica é que grande parte das amostras, em praticamente qualquer estado físico, pode ser estudada: líquidos, soluções, pastas, pós, filmes, fibras, gases e superfícies podem ser analisados com uma escolha criteriosa de técnica de amostragem e de sua preparação (HAACK, 2010).

A radiação infravermelha (IR, do inglês *infrared*) corresponde aproximadamente à parte do espectro eletromagnético situada entre as regiões do visível e microondas. A parte de maior utilidade na análise e identificação de materiais está situada entre 4000 cm^{-1} e 400 cm^{-1} ($2,5\text{ }\mu\text{m}$ e $25\text{ }\mu\text{m}$), o chamado infravermelho médio (HAACK, 2010).

A espectroscopia no infravermelho fornece evidências da presença de vários grupos funcionais na estrutura orgânica das moléculas. A técnica é baseada nas vibrações dos átomos numa molécula, geradas pela energia térmica do material. Um espectro no infravermelho é comumente obtido pela passagem de radiação infravermelha através de uma amostra e determinação da fração da radiação incidente que é absorvida em cada frequência (energia) ou comprimento de onda (HAACK, 2010).

As ligações covalentes que constituem as moléculas orgânicas estão em constantes movimentos axiais e angulares, com frequência bem definida. A radiação no infravermelho que tiver a mesma frequência entra em ressonância com a vibração molecular e é absorvida, deixando a molécula num estado vibracional excitado. O processo está esquematizado na Figura 5. O fato da absorção energética acontecer somente com determinadas frequências de ressonância torna o processo quantizado, e as energias absorvidas correspondem a variações de energia na ordem de 8 a 40 kJ/mol^2 (HAACK, 2010).

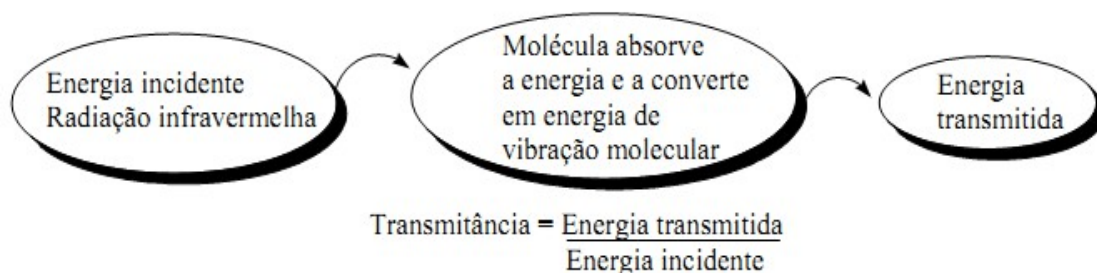


Figura 5: Esquema de detecção do espectro das moléculas.

Fonte: <http://www.doraci.com.br/downloads/engenharia/espectroscopia-infravermelho.pdf>

O espectro gerado reflete o movimento vibracional das moléculas. Apesar do processo de absorção no infravermelho ser quantizado, o espectro costuma aparecer como uma série de bandas, em vez de linhas, porque cada mudança de nível de energia vibracional corresponde à uma série de mudanças de níveis rotacionais. As linhas se sobrepõem dando lugar às bandas observadas, chamadas de bandas de vibração-rotação. A frequência ou comprimento de onda de absorção de uma radiação depende das massas relativas dos átomos, das constantes de força das ligações e da geometria dos átomos na estrutura do composto (HAACK, 2010).

As posições das bandas nos espectros no infravermelho podem ser apresentadas em comprimento de onda (μm) ou número de ondas (cm^{-1}), e as intensidades das bandas em porcentagem de transmitância (%T) ou absorbância (A). A transmitância é a razão entre a intensidade transmitida por uma amostra e a intensidade do feixe que nela incide, e, portanto, varia para cada comprimento de onda. A absorbância é o logaritmo decimal do inverso da transmitância, isto é, $A = \log_{10} (1/T)$. As intensidades das bandas podem ainda ser apresentadas em termos semi-quantitativos: F = forte, m = média, f = fraca (HAACK, 2010).

A possibilidade de dois compostos diferentes terem o mesmo espectro no infravermelho é improvável e é por este motivo que cada função orgânica apresenta no espectro a região de impressão digital na faixa de $900 - 1300 \text{ cm}^{-1}$ (DORACI, 2014).

2.3.1.1.2 O espectrômetro

O instrumento que obtém o espectro de absorção no infravermelho de um composto é chamado de espectrômetro ou espectrofotômetro de infravermelho, que pode ser de dois tipos: dispersivo ou de transformada de Fourier (FTIR). Ambos produzem espectros praticamente iguais, porém espectrômetros de infravermelho de transformada de Fourier têm maior velocidade e maior sensibilidade (PAVIA; LAMPMAN; KRIZ, 2010).

A Figura 6 é um diagrama esquemático de um espectrômetro de infravermelho de transformada de Fourier. O feixe policromático de infravermelho proveniente da fonte atravessa um espelho semi-refletor, cuja função é separá-lo para dois caminhos distintos, que serão determinados pela posição do espelho (que na figura 6 encontra-se virado ao contrário, sendo que o correto é estar inclinado da esquerda para a direita). Um dos caminhos leva diretamente à amostra, enquanto o outro faz o feixe refletir em um espelho móvel, depois num espelho fixo, e depois seguir para a amostra, encontrando o feixe que foi refletido direto para a amostra. No momento da recombinação, os dois feixes dão origem a um feixe resultante pela interferência dos mesmos, portanto, um feixe também policromático, chamado interferograma. Esse feixe atravessa a amostra, onde terá sua intensidade diminuída pelas absorções das ligações químicas presentes. Com a interferência dos feixes provenientes de caminhos diferentes, pode acontecer interferência totalmente destrutiva de alguns comprimentos de onda, e, por esta razão, o espelho móvel tem que variar sua posição durante a medida (PAVIA; LAMPMAN; KRIZ, 2010).

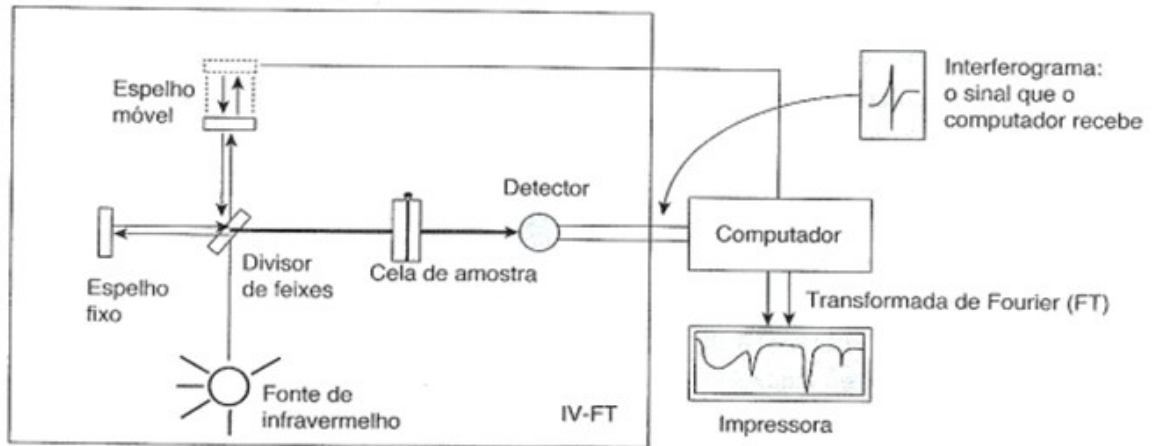


Figura 6: Diagrama esquemático de espectrômetro de infravermelho de transformada de Fourier.

Fonte: PAVIA; LAMPMAN; KRIZ, 2010.

Por fim, o sinal do interferograma modificado pela amostra que chega ao detector contém informações sobre a quantidade de energia absorvida em cada comprimento de onda (frequência). O processo matemático chamado transformada de Fourier é realizado pelo computador, que extrai as frequências individuais que foram absorvidas e então reconstrói e desenha o gráfico que é reconhecido como um espectro infravermelho. Esse gráfico de intensidade de absorção versus número de onda determina as posições e intensidades relativas de todas as absorções, ou picos, na região do infravermelho (ALMEIDA, 2013 *apud* PAVIA; LAMPMAN; KRIZ, 2010).

2.3.1.1.3 Frequência dos modos de vibração de algumas ligações

Na Tabela 5, segue a frequência de absorção de alguns grupos funcionais.

Tabela 5: Frequência de absorção de grupos funcionas.

Ligação	Função	Faixa de absorção(cm ⁻¹)
-O-H	Acool, fenol, enol, acido carboxilico	3650 –3200, aguda aberta
-R ₂ NH	Aminas secundarias, 1 banda	3400 – 3140, media
-NH ₂	Amina primarias. 2 bandas	3400 – 3350, media
-C-H	Em alcanos	2962 – 2853, forte
-C-H	Em alcenos	3095 –3010
-CO-C-H	Em aldeidos	2900 – 2800, 2700 – 2775
-C≡C-, C≡N	Alcinos e nitrilas	2500 – 2000
R ₂ C=O	Em carbonilas	1630 – 1850
H ₂ C=CH ₂	Em alcenos	1680 – 1650
-C=C-	Em aromáticos	1600 – 1650, 1450 – 1500

Fonte: Silverstein, 1979 *apud* Doraci, 2014.

2.3.1.2 Reagente de Schiff

A fucsina, pertencente à classe dos corantes triarilmetanos, é também conhecida como cloridrato de rosanilina, e possui fórmula molecular C₂₀H₂₀ClN₃. É composta por um núcleo trifenilmetano, grupamento amino, sal do tipo cloridrato e um grupamento metila. A fucsina, que possui variantes como a fucsina básica, ácida e a neofucsina, é o principal reagente empregado no teste de Schiff, um ensaio colorimétrico para a detecção do grupamento aldeído (QUÍMICA NOVA, 2014).

A *p*-rosanilina hidrocloreídrica, pertencente à classe das fucsinas básicas, é a mais utilizada para estudos teóricos deste porte. A *p*-rosanilina sólida é um pó cristalino de coloração verde-escura. Quando dissolvida em meio aquoso, a solução torna-se avermelhada intensa quando concentrada e levemente rosáceo quando diluída. Já em meio aquoso e ácido, a *p*-rosanilina gera um carbocátion terciário central estabilizado pelo cloreto presente em sua formulação, o que faz com que se conjuge os sistemas aromáticos ligados a ele, gerando absorção no visível em torno de 539 nm e assim fornecendo o tom vermelho à solução (MARTINS, 2012).

Para a produção do reagente de Schiff, a *p*-rosanilina é misturada ao

bisulfito de sódio (NaHSO_3), tornando-se incolor. Em contato com o aldeído, forma-se um complexo róseo a púrpura, o que confirma a presença do aldeído. O mecanismo da reação para a identificação de formaldeído encontra-se na Figura 7 (QUÍMICA NOVA, 2014).

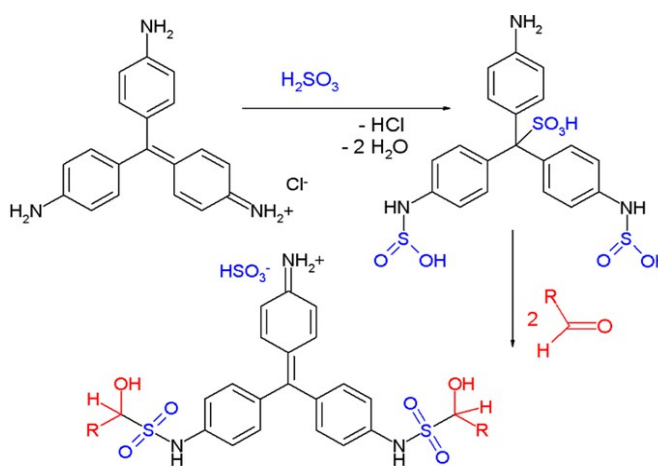


Figura 7: Mecanismo da reação do Reagente de Schiff.

Fonte: <http://qnint.s bq.org.br>

2.3.2 Análise quantitativa

A técnica descrita a seguir foi retirada de Hage e Carr (2012), tendo em vista sua importância e abordagem simples constatadas pela equipe.

2.3.2.1 Cromatografia: o que é e suas classificações

A cromatografia é um processo de separação de misturas que consiste em diversos tipos de técnicas, sendo estas decorrentes de diferentes componentes e aplicações. Uma das vantagens da cromatografia é a sua capacidade de tomar os componentes individuais de uma amostra e isolá-los uns dos outros para que

possam ser mais facilmente identificados ou medidos.

O processo é uma combinação de separação e detecção, que se baseia no grau de atração entre o analito e a fase fixa. Utiliza-se de fases móvel, estacionária (fixa) e de um suporte (Figura 8). A fase que indica inicialmente a técnica de cromatografia a ser usada é a móvel, que fica acima da coluna caso este seja o suporte, e é o componente que faz a substância se mover até o final da coluna, chamado então de fase móvel, pois ele se desloca junto à mistura em questão. A fase estacionária permanece o tempo todo no sistema revestindo ou estando ligada à coluna, tendo a função de retardar o movimento do composto. O suporte é onde a fase estacionária está revestida ou ligada. Essa combinação das fases estacionária e móvel e do suporte associada a um equipamento compõe um dispositivo conhecido como cromatógrafo.

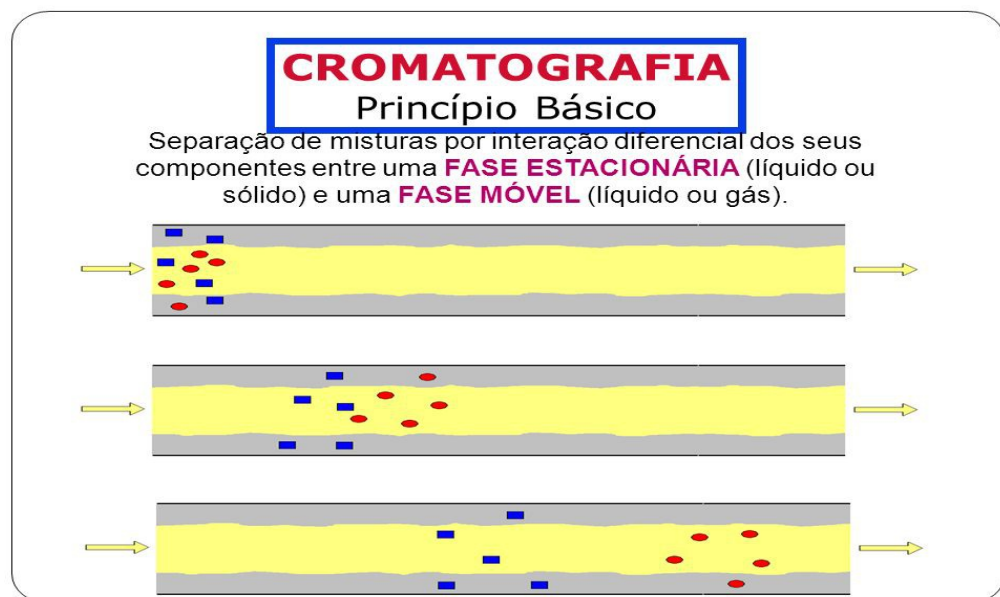


Figura 8: Princípio básico da cromatografia.

Fonte: <http://slideplayer.com.br/slide/88553/>

As categorias de cromatografia variam de acordo com a substância que é usada nas fases móvel e estacionária e o agrupamento dos tipos de cromatografia se dá pelos componentes do método: as fases móvel e estacionária e o suporte.

2.3.2.2 Descrição da cromatografia

A maneira mais utilizada na cromatografia em análises químicas consiste em injetar um pequeno volume de amostra em uma coluna e observar o tempo ou o volume de fase móvel que cada componente da amostra leva para passar através do sistema. Nesse caso, o movimento de solutos através da coluna é chamado de eluição, e a fase móvel usada para passar solutos através da coluna é conhecida como eluente.

À medida que substâncias químicas se deslocam através de um sistema cromatográfico, a largura da região que contém cada composto torna-se gradualmente mais ampla. Esse processo é conhecido como alargamento de pico, e ocorre mesmo em substâncias com pouca ou nenhuma ligação com a fase estacionária.

A primeira informação que a cromatografia pode fornecer sobre uma amostra de múltiplos componentes é a aparência geral no cromatograma. Por meio do número, posição e tamanho dos picos, obteremos um padrão de impressão digital ou perfil químico que é característico da amostra a ser analisada. Além disso, uma segunda informação pode ser obtida por meio da posição de cada pico, utilizando-se os tempos de retenção e os volumes de retenção da substância submetida à eluição. Tais valores, estão relacionados com a estrutura da substância química.

Uma terceira informação que pode ser obtida por cromatografia é a quantidade de um composto que está presente na amostra. A obtenção dessa informação exige que o composto esteja claramente separado dos demais componentes da amostra.

2.3.2.3 Cromatografia com Gás

Compostos voláteis podem ser separados pela cromatografia com gás,

em que a fase móvel é, usualmente, um gás relativamente não-reativo, como hélio, nitrogênio ou hidrogênio. O resultado é apresentado frequentemente como um Cromatograma, que mostra como cada soluto foi eluído, e as áreas dos picos indicam quanto de cada componente está presente (Figura 9). A identidade do soluto que produziu cada pico pode ser determinada comparando-se sua posição contra uma base de dados de compostos conhecidos (ATKINS; JONES, 2006).

À medida que o vapor deixa o tubo, os componentes na amostra são detectados por dispositivos, como os detectores térmicos de condutividade. Esses instrumentos medem continuamente a condutividade térmica do gás transportador, que se modifica quando um soluto está presente (ATKINS; JONES, 2006).

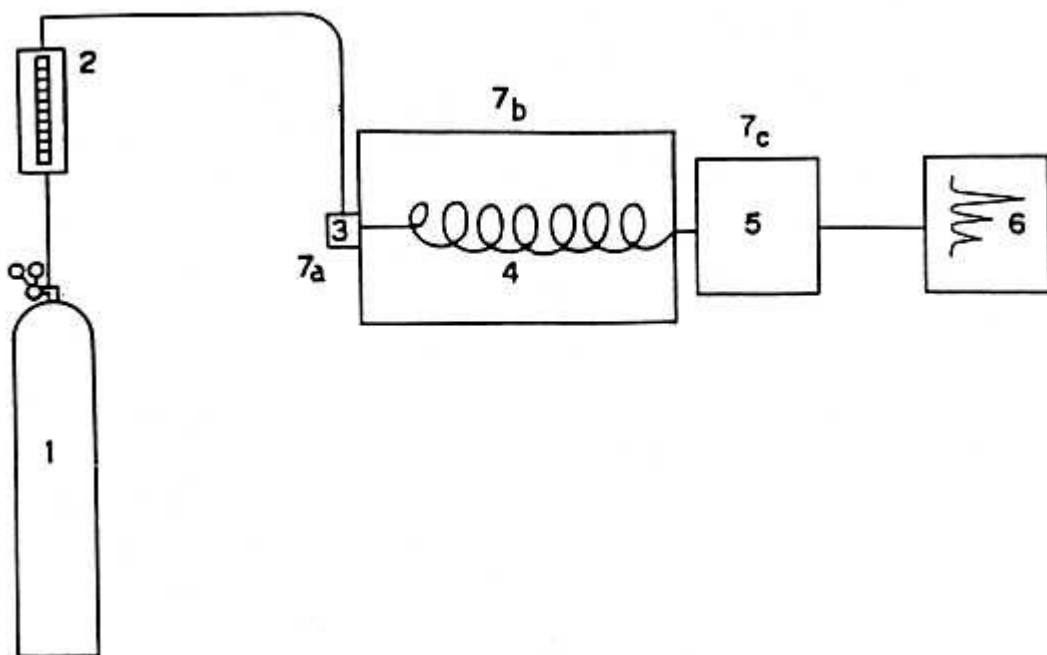


Figura 9: Cromatógrafo a gás.

**1 – cilindro do gás de arraste; 2- controlador da vazão e regulador de pressão;
3 – sistema de injeção da amostra (câmara aquecida); 4 - coluna cromatográfica (fase estacionária); 5 - sistema de detecção; 6 – cromatograma;
7 - termostato para injetor (a), coluna (b) e detector (c).**

Fonte: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAABJ9gAG/cromatografia-gasosa>

3 METODOLOGIA

3.1 Coleta das amostras

No intuito de analisar a concentração de formaldeído em alguns produtos capilares utilizados na escova progressiva, foram coletadas amostras de produtos nos bairros onde os membros da equipe residem: Ilha da Figueira, João Pessoa, Nereu Ramos, Nova Brasília e Três Rios do Norte.

No primeiro momento, foram coletadas três amostras de diferentes salões em três frascos âmbar de diferentes tamanhos para uma pré-análise. Após a análise preliminar, com o término das coletas, foram realizadas as análises definitivas.

Então, no segundo momento, foram coletadas nove amostras de marcas distintas, a maioria de diferentes salões, em frascos âmbar de 10 mL e 30 mL para cada amostra, previamente esterilizados. Contudo, durante a coleta, a principal dificuldade encontrada foi a resistência de alguns profissionais de beleza em ceder a quantidade que buscou-se coletar. Provavelmente, isso se deve ao custo dos produtos, e também à preocupação dos profissionais com a divulgação dos nomes dos seus estabelecimentos, apesar da entrega da carta de apresentação do IFSC.

Diante disso, conseguiu-se coletar cinco amostras nos dois frascos de 10 mL e 30 mL (amostras "A", "B", "C", "D" e "E"), e as outras quatro amostras em frascos de 10 mL (amostras "F", "G", "H" e "I"). Também foram registradas fotos dos rótulos dos produtos coletados no intuito de verificar a presença de formaldeído na composição química, para posterior comparação com os resultados analíticos. Os dados registrados encontram-se na Tabela 6.

Tabela 6: Registro de formaldeído no rótulo das amostras.

Amostra	Registro de formaldeído no rótulo
A	Sem rótulo
B	Não
C	Não
D	Não
E	Não
F	Não
G	Não
H	Sem rótulo
I	Sim

Posteriormente, as amostras foram acondicionadas sob refrigeração até a realização das análises definitivas.

3.2 Análise no Infravermelho

A análise qualitativa - Espectroscopia no Infravermelho - das amostras foi realizada no Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) Campus São José. Na primeira visita ao campus, foi feita a análise das amostras-teste, para verificar como se procederiam as análises oficiais.

A seguir, são destacadas as análises definitivas. Priorizando as amostras cujo volume maior foi coletado, foram feitos espectros para as amostras A, B, C, D, E e H.

O método utilizado para a análise foi a deposição da amostra sobre pastilhas de brometo de potássio (KBr). O ambiente do laboratório foi previamente preparado para ter baixa umidade, já que a água tem absorção intensa da radiação infravermelha, o que poderia interferir no espectro final das amostras. Primeiramente, foram medidos os espectros relativos à pastilha de KBr pura e à atmosfera do laboratório (devido a presença de moléculas absorvedoras de IR no

ambiente) por meio da função *background* do aparelho, para que estas absorções não fossem levadas em conta nos espectros das amostras.

Em seguida, mediu-se a massa de cada amostra depositada sobre a pastilha de KBr utilizada. Foram utilizadas diferentes massas das amostras sem a preocupação com a sua padronização, pois o objetivo desta análise foi apenas levantar a possibilidade da presença de formaldeído nas amostras, sem quantificá-lo.

Em seguida, foi feita a varredura de espectro das amostras com o aparelho FTIR *Spectrum Two*, da marca *Perkin Elmer*, que identifica bandas entre 4000 cm^{-1} e 400 cm^{-1} ($2,5\text{ }\mu\text{m}$ e $25\text{ }\mu\text{m}$).

A interpretação dos espectros gerados foi feita num primeiro momento pelo perfil do espectro e presença de bandas características principais de absorção dos grupos funcionais C=O (1820 a 1630 cm^{-1}) e -CH de aldeído (2900 a 2700 cm^{-1}), onde ocorrem duas bandas de absorção (LOPES; FASCIO, 2004; SILVERSTEIN, 1979 *apud* DORACI, 2014).

Além disso, foram consultados espectros no infravermelho do formaldeído em livros e sites de referência e no computador do próprio espectrômetro usado, onde já havia sido feita uma varredura do espectro do formol a 37% em água. Através do indicativo das bandas principais presentes, foi possível ter uma ideia da presença ou não de formaldeído nas amostras analisadas.

3.3 Reagente de Schiff

A análise qualitativa das amostras através do uso do Reagente de Schiff foi realizada no laboratório do IFSC – Campus Jaraguá do Sul. Foram analisadas todas as amostras, da A até a I.

Inicialmente, foi preparado o reagente de Schiff, conforme o Guia de Controle de Qualidade de Produtos Cosméticos da Anvisa (2008). Através de uma balança semi-analítica (com precisão de duas casas decimais), foi pesado 100 mg de fucsina em um béquer, que após isso, foi dissolvida em 75 mL de água a $80\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Após o resfriamento, foi acrescentado 2,5 g de sulfito de sódio (Na_2SO_3) pentaidratado. A solução foi transferida para um balão volumétrico de 100 mL, completada com água destilada.

Também foi preparada uma solução de ácido sulfúrico (H_2SO_4) 1 M em um balão volumétrico de 100 mL.

Após o preparo do reagente, cada amostra foi submetida ao mesmo procedimento. Primeiro, utilizando uma balança semi-analítica, foram pesados 2 g de amostra em um béquer de 10 mL. Então, foram adicionadas duas gotas de H_2SO_4 (devido à viscosidade das amostras), e em seguida, 2 mL do reagente de Schiff. A mistura foi então agitada e após o período de cinco minutos, identificou-se a coloração da mesma em comparação com a da amostra inicial.

O surgimento de uma coloração rosa ou malva na mistura indicou a presença de uma quantidade de formaldeído superior a 0,01% (g/100g). Através disso, pode-se afirmar com segurança a presença ou não de formaldeído nas amostras analisadas.

3.4 Análise na Cromatografia Gasosa (CG)

Com relação à análise quantitativa das amostras através da Cromatografia Gasosa, priorizou-se as amostras com maior volume coletado, contudo, a análise não pode ser realizada no Laboratório de Química da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) por problemas técnicos, o que comprometeu a execução da pesquisa. Devido à ausência de tempo para a realização da derivatização (preparação das amostras), bem como à ausência de outro local que possuísse um cromatógrafo para a análise proposta, não foi possível realizar a cromatografia, e assim, a presente pesquisa limitou-se à análise qualitativa do formaldeído nos produtos capilares coletados. A equipe, contudo, espera dar continuidade à pesquisa e realizar a análise quantitativa após a entrega do Relatório de Resultados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a obtenção dos espectros no infravermelho das amostras A, B, C, D, E e H, comparados ao espectro do formol a 37% e ao espectro do formaldeído puro (Figura 10), verificou-se a possibilidade da presença de aldeído nas amostras. Então, após a análise de todas as amostras com o reagente de Schiff, foi possível detectar a presença de formaldeído nas amostras, cujos resultados seguem a seguir.

Inicialmente, são retratadas as amostras em que foi detectada a presença de formaldeído, e posteriormente, a amostra em que não foi detectado o formaldeído.

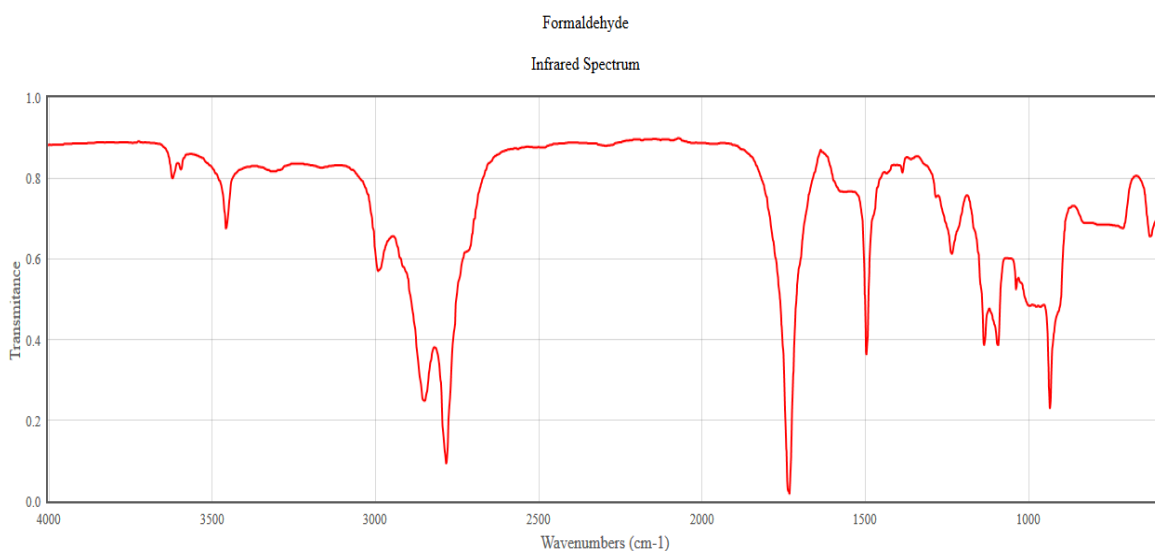


Figura 10: Espectro no infravermelho do formaldeído em ambiente de CCl₄.

Fonte: <http://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?ID=C50000&Units=CAL&Type=IR-SPEC>

4.1 Amostras que apresentaram formaldeído acima de 0,01%

Abaixo, encontram-se as amostras em que foi detectada a presença de formaldeído em concentrações superiores a 0,01%. Elas corresponderam às

amostras A, B, C, D, F, G, H e I.

Dentre elas, os espectros das amostras analisadas no infravermelho foram os das amostras A, B, C, D e H. Todos os cinco espectros apresentaram absorções características de aldeído, com bandas de intensidades variadas. As bandas de absorção na região entre 1600 e 1750 cm^{-1} podem indicar a presença do grupo $\text{C}=\text{O}$ e as duas bandas de absorção da cada amostra na região entre 2700 e 3000 cm^{-1} podem indicar a presença da ligação $-\text{CH}$ do grupo aldeído.

Além disso, os espectros das amostras A, B, C, D e H também apresentaram algumas bandas semelhantes às do formol a 37%, com diferentes transmitâncias, pois foram utilizadas amostras com diferentes massas (massas não padronizadas).

Portanto, a semelhança com o espectro do formol a 37% e a presença das bandas características de aldeído nos espectros indicaram a possibilidade de que as amostras A, B, C, D e H (Figuras 11, 12 e 13) continham aldeído.

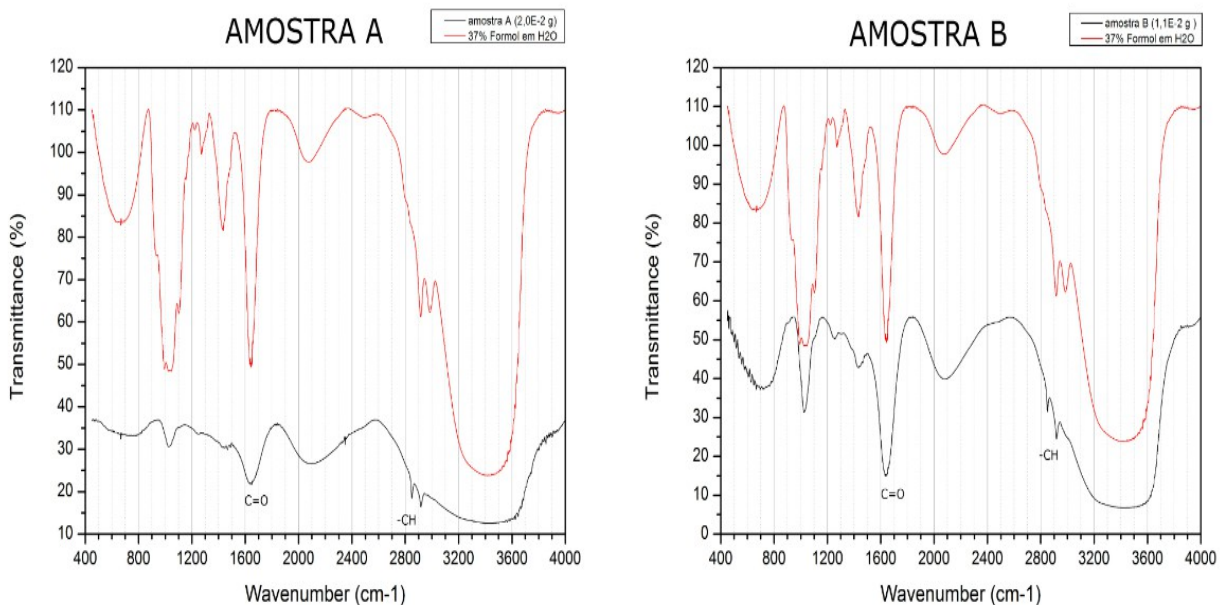


Figura 11: Espectros no infravermelho das amostras A e B.

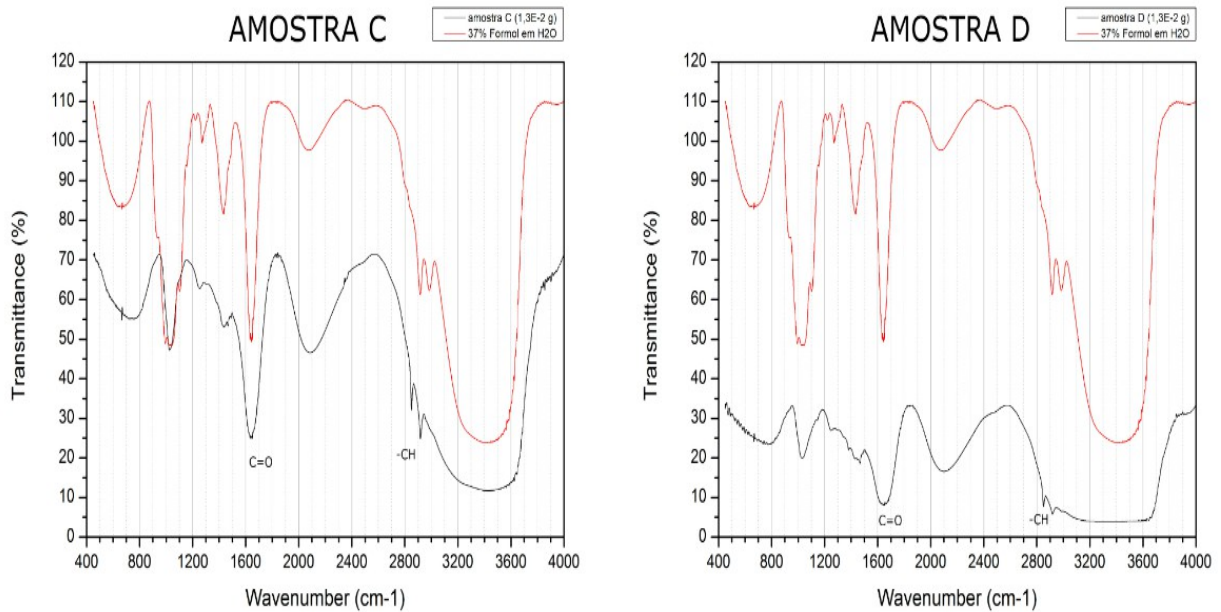


Figura 12: Espectros no infravermelho das amostras C e D.

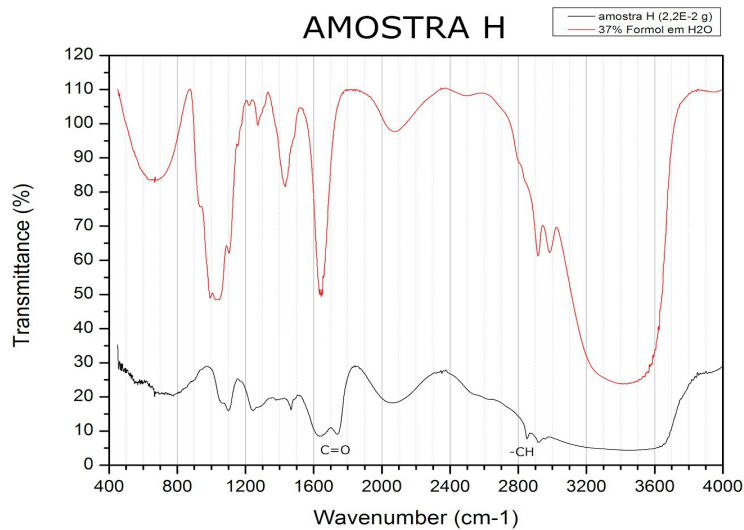


Figura 13: Espectros no infravermelho da amostra H.

O teste com o reagente de Schiff foi realizado com todas as amostras (A, B, C, D, F, G, H e I). Dentre essas, todas as amostras adquiriram coloração rósea à púrpura (Figuras 14, 15, 16 e 17), diferente da coloração inicial (sem a adição do reagente), após o período de cinco minutos, confirmando a presença de formaldeído

em concentrações superiores a 0,01%.



Figura 14: Coloração das amostras A e B após o teste com o Reagente de Schiff.

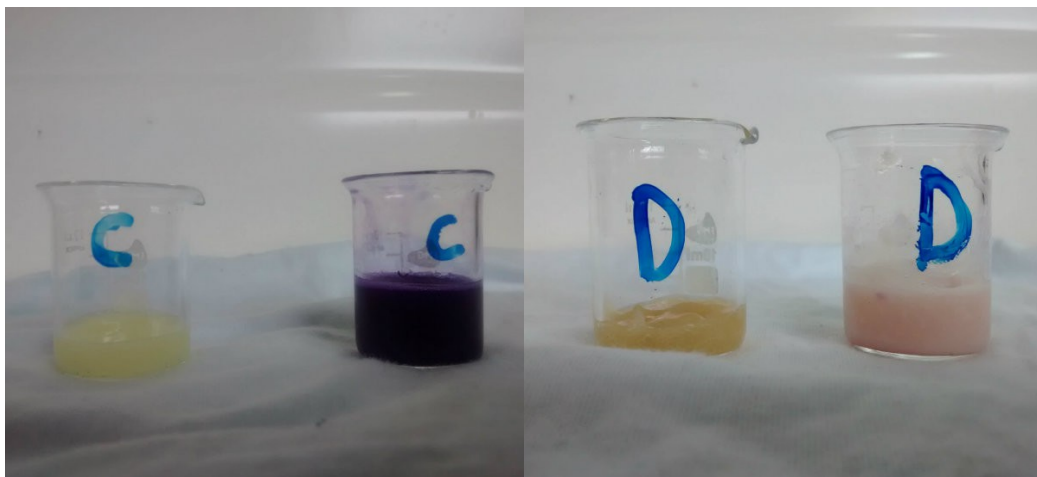


Figura 15: Coloração das amostras C e D após o teste com o Reagente de Schiff.



Figura 16: Coloração das amostras F e G após o teste com o Reagente de Schiff.



Figura 17: Coloração das amostras H e I após o teste com o Reagente de Schiff.

Assim, todas as amostras, com exceção da amostra E, que será apresentada na sequência, apresentaram formaldeído acima de 0,01%.

Comparando os rótulos dos produtos coletados com os resultados analíticos, existe a possibilidade de que os produtos B, C, D, F e G não sigam as normas da Anvisa, pois não apresentavam formaldeído em seus rótulos, contudo, apresentaram a substância nas análises acima de 0,01%, sendo que concentrações

acima de 0,05% obrigam o produto final a trazer o formaldeído em seu rótulo (RDC nº 162, de 11 de setembro de 2001). Assim, não é possível afirmar com certeza se os produtos B, C, D, F e G não seguem as normas da Anvisa nos rótulos.

Pode-se afirmar que o produto I, em comparação com o seu rótulo, segue as normas da Anvisa no que diz respeito à composição no rótulo, já que indicava a presença de formaldeído no produto.

Não foi possível comparar os rótulos dos produtos A e H com os resultados analíticos, pois estes não apresentavam rótulo no momento da coleta, o que leva a indicativos de que os mesmos não são registrados na Anvisa, um fator preocupante, pois pode significar que sua composição não foi avaliada.

Outro problema da composição dos produtos ocorreu nas amostras B e G, onde foi detectada a presença do ácido glioxílico ($C_2H_2O_3$) nos rótulos. Segundo dados da literatura, o ácido glioxílico, submetido à altas temperaturas, libera traços de formol. Portanto, não existem dados de segurança suficientes que para a utilização do mesmo em produtos com ação alisante e/ou submetidos ao tratamento térmico. Assim, produtos de alisamento capilar, tais como “realinhamento capilar”, “defrisante”, “botox capilar”, “reestruturação capilar”, “blindagem capilar”, “escova progressiva” e outros cujo modo de uso esteja associado ao uso de chapinha, estão todos irregulares no mercado (ANVISA (4), 2014).

4.2 Amostra que não apresentou formaldeído acima de 0,01%

De acordo com as análises, a amostra E foi a única que não apresentou formaldeído acima da concentração de 0,01%.

O espectro da amostra E (Figura 18) apresentou absorção característica de aldeído, contudo, com bandas de pequena intensidade. A banda de absorção na região entre 1600 e 1750 cm^{-1} pode indicar a presença do grupo C=O e as duas bandas de absorção na região entre 2700 e 3000 cm^{-1} , cuja visualização é a mais difícil dentre todas as amostras, podem indicar a presença da ligação -CH do grupo aldeído.

Assim, o espectro da amostra E também apresentou algumas bandas semelhantes às do formol a 37%, com diferentes transmitâncias (massas não padronizadas), indicando a possibilidade de que a amostra continha aldeído.

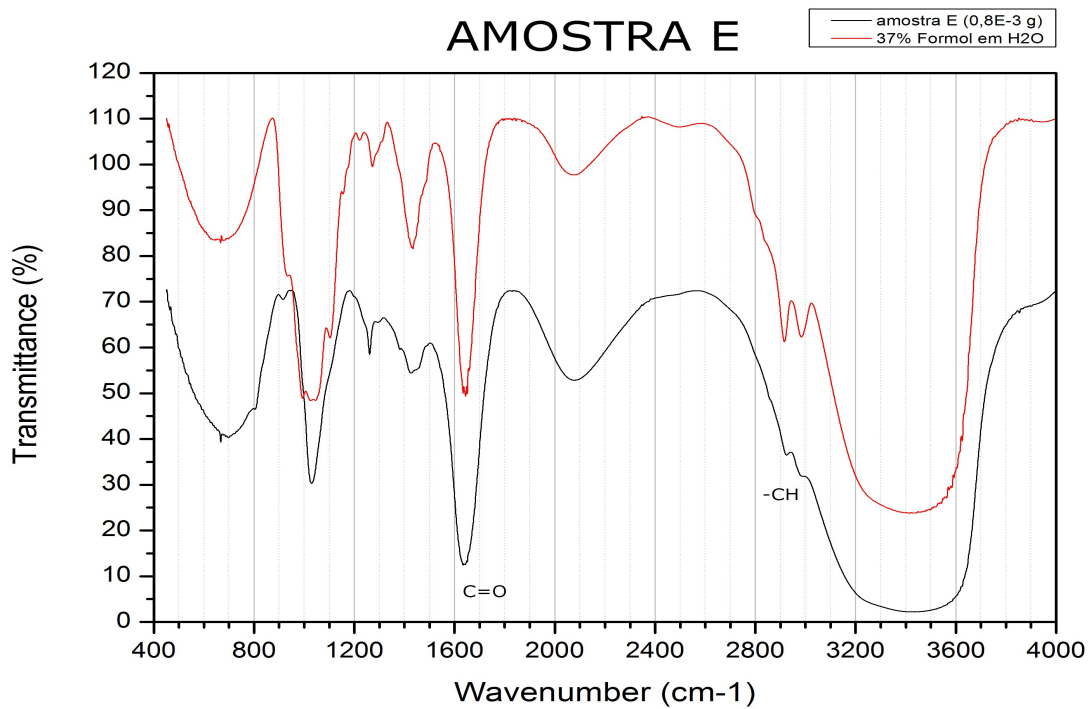


Figura 18: Espectro no infravermelho da amostra E.

Contudo, quando foi adicionado o reagente de Schiff à amostra E, não houve mudança na sua coloração (Figura 19), o que comprovou que a mesma não apresentou concentração de formaldeído acima de 0,01% em sua composição.

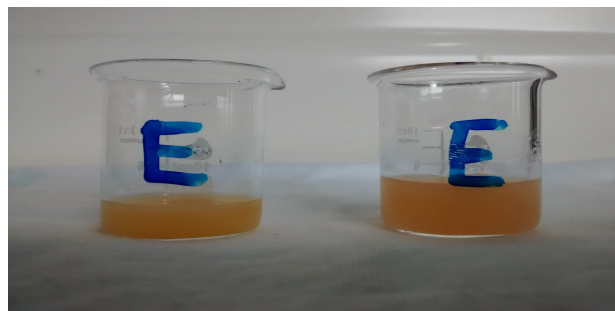


Figura 19: Coloração da amostra E antes e depois da adição do reagente de Schiff.

Com isso, existe a possibilidade da amostra E apresentar formaldeído em concentração inferior a 0,01%, ou ainda, apresentar outro(s) aldeído(s) em sua composição.

Em comparação ao rótulo do produto coletado, é possível afirmar que o produto E segue as normas da Anvisa com relação ao rótulo, pois não apresentava formaldeído em seu rótulo e não foi detectada sua presença nas análises. Entretanto, assim como as amostras B e G, a amostra E possuía ácido glicóxico, destacado no rótulo do produto no momento da coleta. Como descrito anteriormente, não existem dados suficientemente seguros que possibilitem a utilização desta substância em alisantes ou outros produtos que sejam submetidos a tratamento térmico, sendo esse componente proibido atualmente como alisante pela Anvisa, o que indica que o produto E é irregular no mercado.

4.3 Resumo dos dados

Assim, após a interpretação dos espectros no infravermelho e da coloração das amostras com a adição do Reagente de Schiff, foi possível elaborar uma tabela (Tabela 7) que resume em quais amostras foi detectada a presença do formaldeído e quais delas aparentemente (sem a determinação das concentrações de formaldeído) seguem as normas da Anvisa com relação aos rótulos e aos componentes (não possuem ácido glicóxico). Também é destacado a seguir o gráfico com todos os espectros medidos (Figura 20), onde é possível notar que na amostra E as bandas de -CH de aldeído são as menos definidas.

Tabela 7: Resumo dos dados encontrados com as análises.

Amostra	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Presença de formaldeído	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
Segue norma da (rótulo)	Não	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Não	Sim

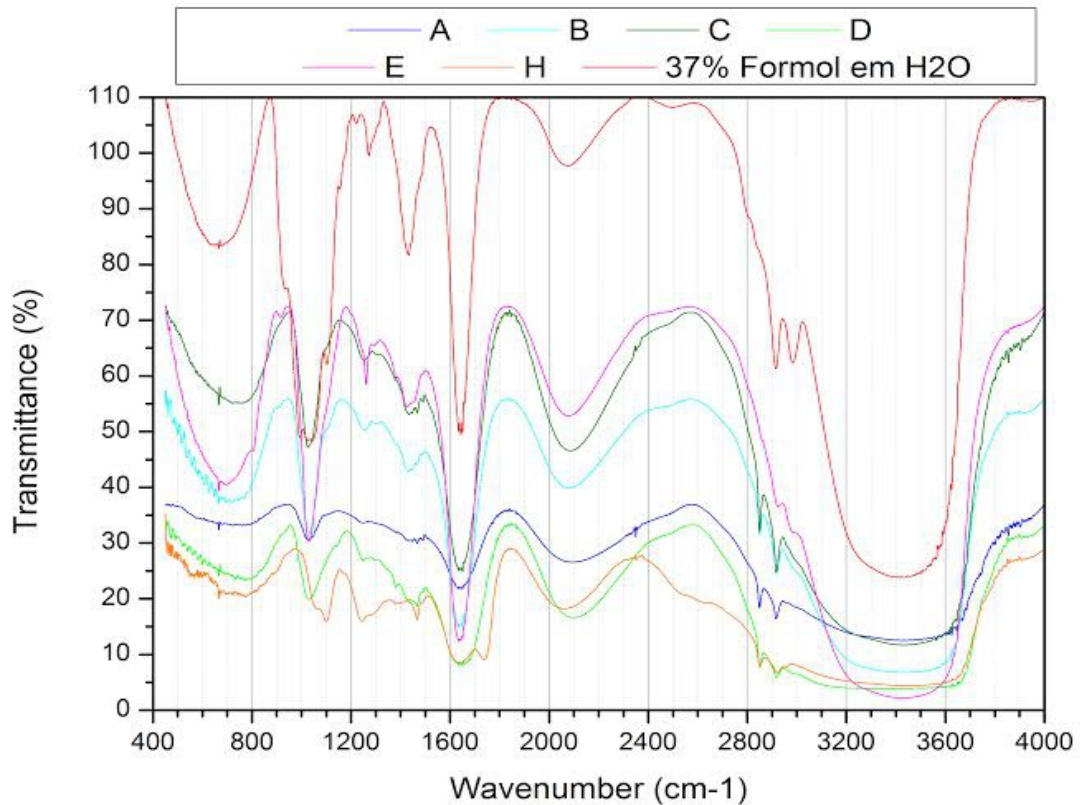


Figura 20: Gráfico contendo todos os espectros medidos.

Portanto, percebe-se que dentre as nove amostras analisadas, oito apresentaram formaldeído em sua composição química, bem como, cinco não seguiram as normas da Anvisa, porque não apresentavam rótulo no momento da coleta ou porque apresentavam o ácido glioxílico em sua composição.

Com relação às concentrações de formaldeído nas amostras coletadas, não foi possível afirmar se as mesmas excediam o limite de 0,2% da Anvisa, devido à impossibilidade de realizar a Cromatografia Gasosa, que determinaria quantitativamente o formaldeído presente nas amostras.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A temática do eixo formativo Conectando Saberes “Química e a Vida” está relacionada com o tema proposto pelo grupo na presente pesquisa “Análise do formaldeído (formol) em produtos capilares utilizados na escova progressiva”, devido ao formaldeído ser uma substância que pode ocasionar inúmeros problemas à saúde (como por exemplo, a queda de cabelos, queimaduras, câncer, entre outros) e por ser encontrado em produtos utilizados na escova progressiva, na qual é permitido pela Anvisa somente na concentração máxima de 0,2% como conservante.

No início da pesquisa, tinha-se como problema determinar a concentração de formaldeído presente nos produtos capilares utilizados na escova progressiva em alguns salões de beleza em Jaraguá do Sul. Contudo, encontrou-se algumas dificuldades na realização da análise quantitativa através da cromatografia gasosa (problemas técnicos, ausência de tempo e de outro local que disponibilizasse um cromatógrafo específico para as análises), o que limitou a pesquisa à análise qualitativa do formaldeído nas amostras coletadas.

Com base na análise e discussão dos resultados, e tendo em vista a complexidade do tema, pode-se destacar neste estudo as seguintes considerações finais.

Em relação às análises qualitativas através dos espectros no infravermelho, foi possível perceber que muitas amostras obtiveram bandas próximas às do formol a 37%, baseando-se nas bandas referentes aos grupos C=O e CH, que são grupos característicos da função aldeído.

Para ser comprovada a presença de formaldeído nas amostras, utilizou-se o reagente de Schiff, um método proposto pela Anvisa, que disponibilizou saber se as concentrações de formaldeído nas amostras eram superiores (mudando de cor para rosa ou malva) ou inferiores (mantendo a mesma coloração) a 0,01%, porém, esta técnica não relatou o valor correto da concentração.

Dentre as nove amostras analisadas, oito apresentaram formaldeído em sua composição química, bem como, cinco não seguiram as normas da Anvisa, porque não apresentavam rótulo no momento da coleta ou porque apresentavam o ácido glioxílico em sua composição (proibido em alisantes).

Com todas as análises prontas, as hipóteses estabelecidas pelo grupo no projeto puderam ser comprovadas ou refutadas, conforme os resultados obtidos durante a pesquisa.

A primeira e a segunda hipótese elaboradas foram: “Os produtos utilizados como alisantes na escova progressiva, em salões de beleza de Jaraguá do Sul, apresentam o formaldeído (formol) em concentrações superiores à permitida pela Anvisa (0,2%)” e “Poucos produtos utilizados como alisantes na escova progressiva em salões de beleza de Jaraguá do Sul não apresentam o formaldeído em concentrações superiores à permitida pela Anvisa (0,2%)”. Como não houve a realização da técnica quantitativa, não foi possível afirmar a concentração exata de formaldeído nos produtos coletados. A única amostra que é possível afirmar que não excedeu o limite da Anvisa foi a amostra E, contudo, ela apresentou ácido glioxílico no rótulo, composto atualmente proibido como alisante pela Anvisa.

Já a terceira hipótese, “Os produtos alisantes que apresentam o formaldeído em suas composições químicas não apresentam o mesmo nos seus rótulos, sendo que alisantes registrados no Ministério da Saúde devem trazer o formaldeído nos seus rótulos em concentração superior a 0,05% no produto final”, foi refutada. A maioria dos produtos coletados possuía formaldeído nas amostras, porém, em alguns casos, este não aparecia em sua composição nos rótulos, e como não foi possível quantificar o formaldeído, não soube-se dizer se o mesmo deveria aparecer nos rótulos (concentração acima de 0,05%). O único produto que trazia o formaldeído tanto no rótulo quanto nas amostras foi o produto I, ou seja, aparentemente, este seguiu a legislação.

Esta pesquisa pode ser utilizada como base para novos estudos relacionados ao formaldeído e sua composição, e também aos métodos para a análise quantitativa desta substância.

O estudo do formaldeído e de seus efeitos nos organismos vivos é importante para que todas as pessoas possam conhecer sobre as suas

propriedades e seus riscos à saúde, afinal, ainda existe a desinformação das pessoas (trabalhadores, clientes, profissionais da beleza) sobre a substância formaldeído, e esta falta de informação pode ocasionar inúmeros problemas à saúde, tanto para quem aplica, como para quem é exposto à substância.

Portanto, através desta pesquisa, observou-se que há a necessidade de discutir e complementar pesquisas vinculadas ao tema e ressaltar a importância das leis existentes sobre o formaldeído. Essa problemática ainda é recorrente e precisa ser superada com uma ação conjunta entre a Anvisa, a Vigilância Sanitária e a comunidade.

REFERÊNCIAS

ABRANTES, R.; ASSUNÇÃO, J. V.; HIRAI, E. Y. **Caracterização das emissões de aldeídos de veículos do ciclo diesel**. Saúde Pública, São Paulo, n. 39, p.479-485, 2005.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (1) – Anvisa. **Alisantes e formol – o que você precisa saber**. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/cosmeticos/material/Folder_%20Alisantes_Formol.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2014.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (2) – Anvisa. **Cosméticos**. Disponível em: <http://www.ccs.saude.gov.br/visa/folheteria/o_Cosmeticos.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2014.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (3) – Anvisa. **Escova Progressiva, Alisantes e Formol**. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/cosmeticos/alisantes/alisante_formol.htm>. Acesso em: 7 maio 2014.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (4) – Anvisa. **Formol e glutaraldeído como alisantes – diga NÃO ao uso indevido**. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/cosmeticos/alisantes/escova_progressiva.htm>. Acesso em: 6 abr. 2014.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (5) – Anvisa. **Guia de Controle de Qualidade de Prodotos Cosméticos – Uma abordagem sobre os ensaios físicos e químicos**. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/cosmeticos/material/guia_cosmetico.pdf>. Acesso em: 6 set. 2014.

AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY - ATSDR. **Formaldehyde sampling of FEMA temporary-housing trailers**. Atlanta : ATSDR, 2007.

AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY - ATSDR. **Toxicological profile of formaldehyde**. Atlanta : ATSDR, 1999.

ANDERSEN, I.; PROCTOR, D. F. **The nose, upper airway physiology and the atmospheric environment**. 1. ed. New York: Amsterdam Elsevier Biomedical Press, 1982.

ATKINS, P. ; JONES, L. **Princípios de Química: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. 968 p.

BERNSTEIN, R. et al. **Inhalation exposure to formaldehyde: an overview of its toxic epidemiology, monitoring, and control**. American Industrial Hygiene Association Journal. V. 11, n. 45. Ohio, 1984. p. 778-785. Jones, 2001.

BINETTI R.; COSTAMAGNA F. M.; MARCELLO I. **Development of carcinogenicity classifications and evaluations: The case of formaldehyde**. 2006. Ann Ist Super Sanita 42: 132–143.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Aprova o Regulamento Técnico "LISTA DE SUBSTÂNCIAS DE USO COSMÉTICO: ACETATO DE CHUMBO, PIROGALOL, FORMALDEÍDO E PARAFORMALDEÍDO" e dá outras providências. Resolução RDC n. 15, de 26 de março de 2013.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Dispõe sobre a proibição a exposição, a venda e a entrega ao consumo de formol ou de formaldeído (solução a 37%) em drogaria, farmácia, supermercado, armazém e empório, loja de conveniência e drugstore. Resolução RDC n. 36, de 17 de junho de 2009.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Estabelece a Lista de Substâncias de Ação Conservante para Produtos de Higiene Pessoal, Cosméticos e Perfumes. Resolução RDC n. 162, de 11 de setembro de 2001.

BRASIL. Ministério de Estado do Trabalho. Aprova as Normas Regulamentadoras - NR - do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas a Segurança e Medicina do Trabalho. Portaria n. 3.214, de 8 de junho de 1978.

Cosmetic Ingredient Review Expert Panel. **Final report on the safety assessment of formaldehyde**. J. Am. Coll Toxicol.: 1984. 3. 157-184.

DORACI. **Espectroscopia na região infravermelho**. Disponível em: <<http://www.doraci.com.br/downloads/engenharia/espectroscopia-infravermelho.pdf>>. Acesso em: 3 nov. 2014.

FONSECA, M. R. M. **Química Integral**, 2º grau. São Paulo: FTD, 1993. Volume único.

FONSECA, M. R. M. **Química: meio ambiente, cidadania, tecnologia**. 1. ed. São Paulo: FTD, 2010. Coleção química, meio ambiente, cidadania, tecnologia; v. 3.

GERBERICH, H.R.; STAUTZENBERGER, A.L. & HOPKINS, W.C. **Formaldehyde**. In: Mark, H.F., Othmer, D.F., Overberger, C.G., Seaborg, G.T. & Grayson, N., eds, Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, 1980. 3rd Ed., Vol. 1, New York, John Wiley & Sons, p. 231-250.

GOMES, Álvaro Luiz. **O uso da tecnologia cosmética no trabalho do profissional cabeleireiro**. 1 ed. São Paulo: Editora SENAC São Paulo, 1999. 122 p.

GOYER, N. **Exposition au formaldéhyde en milieu de travail: la pathologie**. Montréal: Institut de Recherche Robert-Sauvé en Santé et en Sécurité du Travail, 2007.

HAACK, M. C. **Análise de materiais por espectroscopia no infravermelho dentro do sistema de gestão de qualidade conforme ABNT NBR ISSO/IEC 17025**. 2010. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

HAGE D. S .; CARR, J. D. **Química Analítica e Análise Quantitativa**. 1. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2012. 705 p.

HAUPTMANN, M. *et al.* **Mortality from solid cancers among workers in formaldehyde industries**. 2004. Am J Epidemiol 159(12): 1117-1130.

HECK, H.; CASANOVA, M. **The implausibility of leukemia induction by formaldehyde : a critical review of the biological evidence on distant-site toxicity.** *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 40 : 2 (October 2004) 92-106.

INDUKERN do Brasil Química Ltda. **Ficha de informações sobre produtos químicos – formol.** Disponível em: <http://indukern.com.br/arquivosUp/70_FORMOLDEIDO_ESTABILIZADO_37.pdf>. Acesso em: 6 mar. 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER – INCA. **Formol ou Formaldeído.** Disponível em: <http://www1.inca.gov.br/conteudo_view.asp?ID=795>. Acesso em: 6 mar. 2014.

INTERNACIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER - IARC. 2004. **IARC classifies formaldehyde as carcinogenic to humans.** In IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Lyon, France: World Health Organization.

INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER – IARC. 2005. La OMS considera cancerígeno el formaldeído. **Revista Española de Patología**. 38: 1 62-63.

INTERNACIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER - IARC. 2006. **IARC list of carcinogenic agents.** Geneva, Switzerland: World Health Organization.

INTERNATIONAL PROGRAMME ON CHEMICAL SAFETY. **Formaldehyde: health and safety guide.** Geneva: World Health Organization, 1991. [Consult. 21 Nov. 2007]. Disponível em: <<http://www.inchem.org/documents/hsg/hsg/hsg057.htm>>.

JONES, Loretta; ATKINS, Peter W. **Princípios de Química: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente.** Porto Alegre: Bookman, 2001. 729 p.

KILBURN, K. H. *et al.* **Pulmonary and neurobehavioral effects of formaldehyde exposure.** *Archives of Environmental Health*. V. 40. Washington. 1985. p. 254-260.

KOHLER, R. C. O. **A química da estética capilar como temática no ensino de química e na capacitação dos profissionais da beleza.** 2011. 113 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Universidade Federal de Santa Maria – RS.

LOPES, W. A.; FASCIO, M. **Esquema para interpretação de espectros de substâncias orgânicas na região do infravermelho.** *Quim. Nova*, Vol. 27, No. 4, 670-673, 2004.

LORENZINI, S. **Percepções dos cabeleireiros sobre a toxicidade do formaldeído.** 2010. 34 f. Monografia (Especialização em Saúde Pública) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

MABA, I. **Efeitos maléficos do formaldeído em formulações de alisamento capilar.** 2008. 41 f.. Monografia (Bacharelado em Química) - Universidade Regional de Blumenau (Centro das Ciências Exatas e Naturais - Departamento de Química) – Blumenau.

MARTINS, Guilherme Bandeira Candido. **Desenvolvimento de uma metodologia portátil para análise de metanol em etanol e detecção de aldeído visando a utilização em combustíveis e outros produtos comerciais.** 2012. 71 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Bacharelado em Química, Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

MC MURRY, J. **Química Orgânica.** 7. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011. 1141 p.

MORAL, R. Laboratório de anatomia patológica. Madrid: McGraw-Hill, 1993.

MOREIRA, A. M. *et al.* **Tratamentos estéticos e cuidados dos cabelos: uma visão médica.** Disponível em: <http://www.rspdermato.med.br/images/online/artigo_cuidadoscabelos.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2014.

NATIONAL INDUSTRIAL CHEMICALS NOTIFICATION AND ASSESSMENT SCHEME - NICNAS. **Formaldehyde.** Sydney, Australia: NICNAS, 2006.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Commercial production, properties and uses of aldehydes**. In COMMITTEE ON ALDEHYDE, NATIONAL RESEARCH COUNCIL – Formaldehyde and other aldehydes. Washington, DC : National Academy Press, 1981. 20-35.

NAYA, M. ; NAKANISHI, J. **Risk assessment of formaldehyde for the general population in Japan**. Regulatory Toxicology and Pharmacology. 43 : 3 (December 2005) 232-248.

NETTO, C. G. **Química básica: Química Orgânica**. 2. ed. São Paulo: Editora Scipione, 1991. 312 p.

OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION – OSHA.

Formaldehyde. Disponível em:

<https://www.osha.gov/OshDoc/data_General_Facts/formaldehyde-factsheet.pdf>. Acesso em 2011.

PATNAIK, P. **Guia Geral: Propriedades nocivas das substâncias químicas**. Belo Horizonte: Ergo Editora, 2011. 484 p.

PAVIA, D. L.; LAMPMAN, G. M.; KRIZ, G. S. **Introdução à espectroscopia**. 1.ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010. 716 p.

PEYREFITTE, G.; MARTINE, M. C.; CHIVOT, M. **Estética-Cosmética: cosmetologia, biologia geral, biologia da pele**. São Paulo. 1998.

QUÍMICA NOVA. **Fucsina, C₂₀H₂₀ClN₃**. Disponível em:

<http://qnint.sbq.org.br/qni/popup_visualizarMolecula.php?id=8IC5PTKRYv-1DOy3Ssstml2zQqkpZYO845YCTPmym8v48eX88JadbbcM6iX3N6XWNSC_0h81tEG_prgHlhHAMg==>>. Acesso em: 12 nov. 2014.

REISCH, M. **Chemical Engineering**. Revista News, v. 20, n. 3, p. 15-20, march 2000.

RESTANI, P.; RESTELLI, A.R & GALL, C.L. **Formaldehyde and hexamethylenetetramine as food additives: chemical interactions and toxicology.** Food Addit. Contam., 1992. 9. 597-605.

SCARABELO, Janiele Fregulia. **Validação de metodologia para análise e investigação de formol em produtos usados em alisamentos de cabelos.** Tubarão: Unisul, 2007. 1 p. (Programa Unisul de Iniciação Científica – PUIC).

SCHUELLER, Randi. **Iniciação a química cosmética: v.2.** São Paulo: Tecnopress, 2002. Atmospheric Environment. 39 : 28. p. 5149-5156.

TANG, X. *et al.* **Formaldehyde in China: Production, consumption, exposure levels, and health effects.** 2009. Environ Int 35(8): 1210-1224.

VARELA, Antonio Edson Martins. **Um estudo sobre os princípios ativos dos produtos para alisamento e relaxamento de cabelos oferecidos atualmente no mercado brasileiro.** Balneário Camboriú: Universidade do Vale do Itajaí, 2007. 22 p.

VARGOVÁ, M.; WAGNEROVÁ, J.; LISKOVÁ, A. **Subacute immunotoxicity study of formaldehyde in male rats.** Drug and Chemical Toxicology. 16: 3 (1993) 255-275.

VELASCO, Maria Valéria R.; BABY, André R.; BALOGH, Tatiana S.; VILLA, Ricardo T.; BEDIN, Valcinir. **Escova progressiva: Abordagem crítica do uso de formaldeído em procedimentos de alisamento.** Disponível em: <<http://www.pelesaudavel.org/site/pdfs/Escova20progressiva.pdf>>. Acesso em: 23 mar. 2014.

VIEGAS, S. P. C. **Estudo da exposição profissional a formaldeído em laboratórios hospitalares de anatomia patológica.** 2010. 280 f.. Tese (Especialização em saúde ambiental e ocupacional) – Universidade Nova de Lisboa (Escola Nacional de Saúde Pública) – Lisboa.

VINCENT, R. ; JEANDEL, B. **Exposition professionnelle au formaldéhyde en France : informations fournies par la base de données Colchic.** Hygiène et

sécurité du travail. 203 (June 2006) 19-33.

VOLLAHRDT, K. Peter C.; SCHORE, Neil E. **Química Orgânica: estrutura e função**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004. 1112 p.

VON SCHULTE, H. ; BERNAUER, U. ; MADLE, S. **Assessment of the carcinogenicity of formaldehyde (CAS No. 50-00-00)**. Berlim : Bundesinstitut fur Risikobewertun, 2006.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. **Air quality guidelines for Europe**. 2nd ed. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2001.

ANEXO

ANEXO A - O formol e os cabelos

Apesar das leis que proíbem o uso de formol como alisante de cabelos, a procura pelos efeitos do uso de formol nos cabelos continua crescente. Portanto, mesmo que a Anvisa venha aos poucos elaborando leis cada vez mais restritivas quanto ao uso de formol e propondo sua substituição em vários produtos, como os alisantes, o uso do formol como alisantes de cabelos tem sido muito intenso em todo o país, ganhando inclusive mais atenção pela mídia (INCA, 2014).

O cabelo através da história

Os cabelos são impregnados de simbologia, eles recebem grande atenção desde a Antiguidade. Na pré-história, o troglodita já se esforçava para tratar e arrumar seus cabelos, fato comprovado nos achados arqueológicos, como pentes e navalhas de pedra. Porém, foi no Egito, há aproximadamente cinco mil anos, que a arte de cuidar dos cabelos chegou ao auge. Foi nessa época que surgiram perucas sofisticadas, as quais mostravam a habilidade dos cabeleireiros, que gozavam de grande prestígio na corte dos faraós (KOHLENER, 2011).

Atualmente percebemos a grande variedade de transformações nos cabelos desde os mais elaborados penteados e as cores mais vibrantes ou neutras, até as modificações na estrutura, tornando-os lisos ou cacheados.

Os produtos atuais usados nos alisamentos e relaxamentos dos cabelos foram criados primeiramente para o processo de ondulação dos fios, sendo conhecido no Brasil como “permanente”. O método de ondulação de cabelos também tem sido praticado desde os tempos dos antigos egípcios (VARELA, 2007).

Alisamentos capilares

Segundo Varela (2007), a primeira solução química de ondulação de cabelos foi produzida por Nessler, em 1906, e consistia em uma pasta de bórax (borato de sódio). Uma solução baseada em tioglicolato de amônio surgiu na década de 30, quando foi introduzida como primeira ondulação fria, que substituiu virtualmente os métodos de ondulação a calor.

O “relaxamento” ou “alisamento” de cabelos são os nomes dados ao processo reativo usado para alisar os cabelos excessivamente cacheados. O alisamento dos fios pode ser feito mecanicamente pressionando os cabelos com implementos quentes (transformação temporária) ou quimicamente (transformação permanente). Os alisantes funcionam de maneira parecida aos onduladores permanentes, mas em termos gerais, há uma diferença principal em processos de alisamento e ondulação: os alisamento tendem a quebrar mais as ligações químicas entre os aminoácidos dos fios de cabelo (VARELA, 2007).

Segundo a Anvisa (1) (2014), alisantes são todos os produtos cosméticos, sejam nacionais ou importados, que têm a finalidade de alisar os cabelos. É importante ressaltar que todos os alisantes devem ser registrados na Anvisa.

Os alisantes possuem substâncias ativas que podem ser empregadas em sua composição, tais como: Ácido Tioglicólico, Hidróxido de Sódio, Hidróxido de Potássio, Hidróxido de Cálcio, Hidróxido de Lítio, Hidróxido de Guanidina, entre outras (ANVISA (1), 2014).

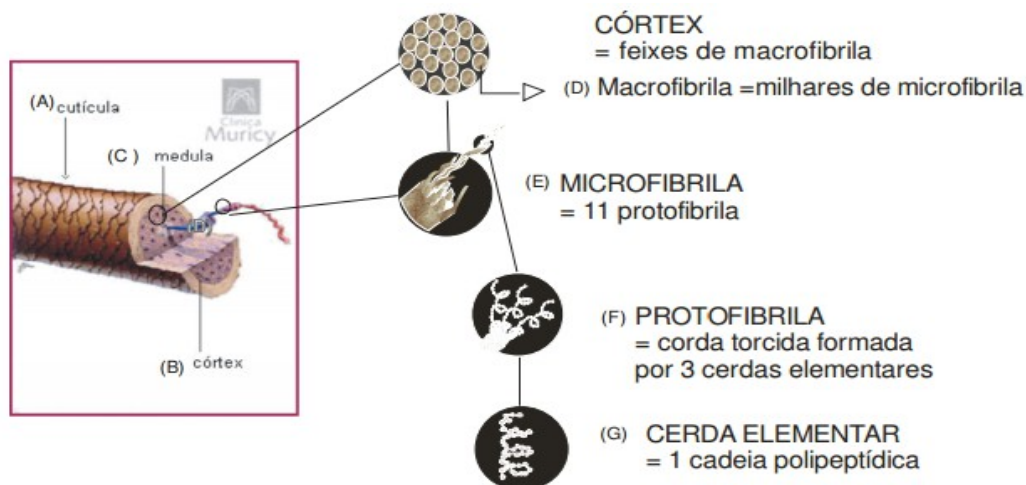
O processo de alisamento químico ou “relaxamento de cabelo” não acarreta danos para a saúde da população, desde que o produto atenda às exigências estabelecidas na legislação sanitária e o procedimento seja realizado seguindo as orientações do fabricante e por profissionais competentes (ANVISA (2), 2014).

No processo de alisamento capilar, o produto pode ser o mesmo, embora as técnicas diferentes. O processo de alisamento danifica mais o fio porque muitas das ligações químicas que mantêm a integridade do fio podem ser rompidas: as de

força média, iônicas (salinas) e as fortes, ligações entre os átomos de enxofre (dissulfeto). Entre os danos causados por consequências dos alisamentos estão: a diminuição da resistência do fio, aumento da porosidade e danos à cutícula, que resulta na perda do brilho, maciez e dificuldade para pentear. Os danos causados por processos químicos são acumulativos e após o processo, o cabelo possui pouca ou nenhuma capacidade de recuperação natural, por isso não se deve combinar uma sequência de processos (VARELA, 2007).

A estrutura bioquímica do fio de cabelo

Os princípios ativos dos produtos para alisamento agem diretamente sobre a estrutura química do fio. A Figura 21 mostra um desenho esquemático sobre a estrutura física do fio de cabelo e as suas fibras. O cabelo é uma massa de queratina formada por três camadas celulares concêntricas de fora para dentro: a cutícula, o córtex e a medula (VARELA, 2007).



Fonte: <http://www.clinicamuricy.com.br>.

Figura 21: Desenho esquemático da estrutura bioquímica do fio de cabelo (CLÍNICA MURICY *apud* VARELA, 2007).

A queratina, como outras proteínas, é formada por aminoácidos em forma

de íons com cargas positivas e negativas. Esses aminoácidos podem formar grandes estruturas poliméricas através de ligações amidas entre o grupo ácido de um aminoácido e o amino de outro. Para a queratina ter uma estrutura organizada, modelada e fixa, formam-se outras ligações químicas adicionais, ligações estas relacionadas na Figura 22, que dispõem de três modos: (1) A formação de pontes de hidrogênio entre cadeias polipeptídicas paralelas: são consideradas fracas, quebram-se com a simples ação da água, porém são numerosas e significativas para a estabilização da estrutura da proteína; (2) A formação de ligações salinas entre ligações paralelas de ácidos e bases: algumas cadeias de polipeptídios possuem grupos ácidos e outros básicos, por isso há a formação de sais (ligações iônicas), que são consideradas de força média; (3) A formação de ligações pelos átomos de enxofre ou dissulfeto: são ligações fortes (VARELA, 2007).

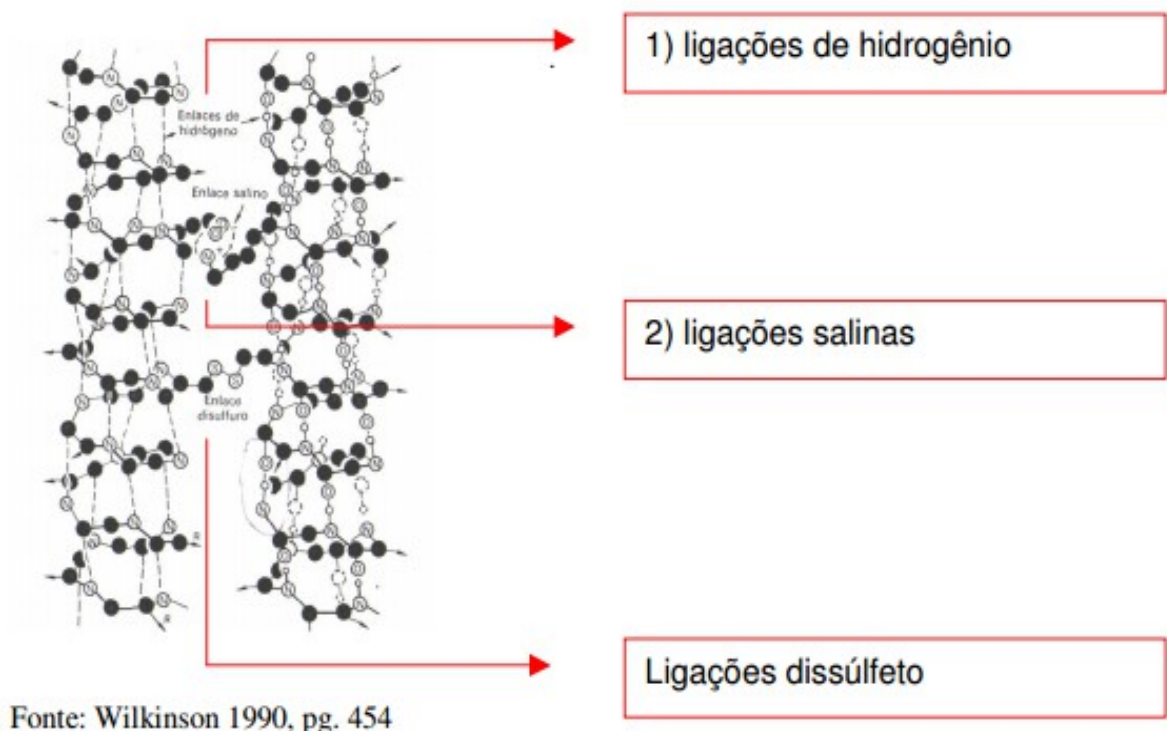


Figura 22: Desenho esquemático das ligações químicas (WILKINSON, 1990 apud VARELA, 2007).

A influência dessas ligações em relação a estrutura do fio estão bem definidas. Por exemplo: se as ligações dissulfeto se quebram, o cabelo se debilita, mas não partirá se forem mantidas íntegras as ligações salinas (iônicas). Da mesma maneira acontece com as ligações salinas, se forem mantidas as dissulfetos

(VARELA, 2007).

Formaldeído no processo de alisamento capilar

“No primeiro semestre de 2004, surgiu no Rio de Janeiro um método com mais eficiência chamado de escova progressiva. Esta técnica deixa os cabelos ondulados e crespos com uma aparência de liso” (MABA, 2008, p. 10).

O mau cheiro da formulação, dores de cabeça e irritação nos olhos causaram certa desconfiança nos proprietários e frequentadores dos salões de beleza. A conclusão da Anvisa foi de que essas formulações continham uma alta concentração de formaldeído na sua composição, sendo que as pessoas nos próprios salões estavam misturando formol, queratina e cremes e aplicando em clientes (ANVISA, 2008 *apud* MABA, 2008).

Em ambos os casos, o formol é adicionado aos produtos durante o processo de fabricação, na indústria, e não depois que o produto já está pronto. Qualquer outro uso fora dessas finalidades e concentrações acarreta sérios riscos à saúde da população (ANVISA (1), 2014).

O uso de formol para alisamento capilar tornou-se frequente, pois, além de mais barato, é um processo rápido e que deixa os fios com brilho intenso. Sua venda em farmácias é proibida. A solução é empiricamente misturada à queratina líquida, que consiste em aminoácidos carregados positivamente e ao creme condicionador. O produto final é aplicado aos fios e espalhado com o auxílio de um pente. Em seguida, utilizam-se secador e piastra (MOREIRA *et al.*, 2014).

O formaldeído se liga às proteínas da cutícula e aos aminoácidos hidrolizados da solução de queratina, formando um filme endurecedor ao longo do fio, impermeabilizando-o e mantendo-o rígido e liso. O fio torna-se apto à fratura, em consequência dos traumas normais do dia a dia, como pentear e prender os cabelos (MOREIRA *et al.*, 2014).

O maior problema é que o formol é volátil e, depois de aquecido, uma maior quantidade é inalada tanto por quem aplica como por quem se submete ao

tratamento. O seu uso como alisante não é permitido devido à volatilização. Para atingir o efeito alisante, o formaldeído deverá ser empregado em concentrações de 20 a 30%, o que é totalmente vetado (MOREIRA *et al.*, 2014).

Além disso, em inúmeras mulheres o formol causou queda de cabelo, ardência nos olhos, queimaduras no couro cabeludo e problemas respiratórios (LORENZINI, 2010).

Percepções dos cabeleireiros e dos clientes sobre a toxicidade do formaldeído

Os profissionais cabeleireiros estão expostos a um grande número de produtos químicos, como o formaldeído, presente em grande parte dos produtos utilizados para o processo de alisamento capilar. Diante disso, constatou-se em uma pesquisa realizada por Lorenzini (2010) em salões de beleza, que os profissionais e os donos dos salões não têm informações concretas sobre a legislação e os riscos da toxicidade do formaldeído e que não utilizam todos os equipamentos de proteção necessários.

Constatou-se que há vários produtos vendidos para os salões de beleza que contêm formaldeído em sua composição. Estes produtos são utilizados para o alisamento capilar, parecendo haver desconhecimento da legislação pelos cabeleireiros, o que tem proporcionado o uso do formaldeído. Pouco se sabe a respeito da perspectiva em relação à saúde no ambiente de trabalho dos cabeleireiros. Ao realizar uma pesquisa sobre os efeitos respiratórios da exposição ao formaldeído, Lorenzini (2008) constatou que o formaldeído, bem como demais produtos químicos, estão causando danos a estes profissionais, principalmente ao sistema respiratório (LORENZINI, 2010).

Segundo Lorenzini (2010), 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, sendo dois salões interditados e trinta e seis multados .

Nesse sentido, Lorenzini (2010) afirma que a Anvisa vem mostrando a sua preocupação, alertando a população sobre os riscos do uso de produtos que não estejam registrados e que podem causar graves problemas a saúde. As Vigilâncias Sanitárias Estaduais e Municipais vem também encontrando produtos sem registro da Anvisa, sendo utilizados sem controle e com altas dosagens de formol, proporcionando casos de queda de cabelo, queimaduras, irritações nos olhos, problemas respiratórios, além de morte por choque anafilático.

Por outro lado, Lorenzini (2010) também afirma em sua pesquisa que os consumidores, muitas vezes, sabem da utilização de formol e concordam com o seu uso no alisamento, uma vez que o mesmo garante uma maior durabilidade ao alisamento, mesmo com todos os riscos que esse procedimento apresenta.