



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA**  
**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE**  
**SANTA CATARINA**  
**CÂMPUS JARAGUÁ DO SUL**  
**CURSO TÉCNICO EM QUÍMICA (MODALIDADE INTEGRADO)**

ALINE REPULA DOS SANTOS  
DENIS RENATO CARVALHO DA SILVA JÚNIOR  
JOEL MARCOS GRAF  
MELYSSA IARA DA SILVA

**ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO HIPOCLORITO DE SÓDIO**  
**NA ESTRUTURA DO CABELO**

JARAGUÁ DO SUL

2015

ALINE REPULA DOS SANTOS  
DENIS RENATO CARVALHO DA SILVA JÚNIOR  
JOEL MARCOS GRAF  
MELYSSA IARA DA SILVA

**ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO HIPOCLORITO DE SÓDIO  
NA ESTRUTURA DO CABELO**

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

Orientador: Prof. Dr. Alexandre W. Arins

Coordenadora: Prof<sup>a</sup>. MSc. Anne C. R. Bartz

JARAGUÁ DO SUL

2015

## **Resumo**

O uso de cloro no tratamento da água tem como objetivos a destruição dos micro-organismos patogênicos. A desinfecção das águas das piscinas, por exemplo, é essencial para proteger usuários contra transmissão de doenças. Porém, a exposição excessiva de tecidos humanos ao cloro, pode causar problemas à saúde. Diante disso, a presente pesquisa teve como objetivo analisar e comparar as propriedades físico-químicas de fios de cabelo, com e sem exposição ao hipoclorito de sódio. Os fios foram submetidos a diferentes soluções preparadas pelo grupo no laboratório. A partir disso foram feitos ensaios de tração e o uso de microscopia óptica, analisando assim a resistência, elasticidade e estrutura do cabelo exposto ao hipoclorito de sódio. Com os dados obtidos pode-se verificar que quanto maior a concentração de cloro a qual o fio de cabelo é exposto, maior serão os danos causados.

**Palavras chaves:** Cloro, hipoclorito de sódio, cabelo e tração.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>5</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>6</b>
2.1 ESTRUTURA DO CABELO.....	6
2.1.1 Anátomo-Fisiologia.....	7
2.1.2 Haste.....	7
2.2 CLORO.....	9
2.2.1 Efeitos do Cloro no Cabelo.....	10
2.3 TÉCNICAS DE CARACTERIZAÇÃO.....	11
2.3.1 Ensaio de Tração.....	11
2.3.2 Microscópio Óptico.....	11
<b>3. METODOLOGIA.....</b>	<b>13</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>15</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>19</b>
<b>6. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>20</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O mercado da beleza, incluindo os produtos de higiene pessoal, perfumes e cosméticos é um dos que mais cresce dentre todos os segmentos do mercado. Segundo dados levantados por meio da Associação Brasileira da Indústria de Higiene pessoal, Perfumes e Cosméticos, o Brasil coloca-se como terceiro maior mercado de venda e consumo em produtos de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos no mundo (ABIHPEC, 2010).

Dentre os xampus disponíveis no mercado atualmente está à classe dos xampus denominados “sem adição de sal”, ou seja, nos quais não é adicionado o cloreto de sódio como doador de viscosidade. O uso deste tipo de xampu está associado a uma maior preservação da estrutura do fio de cabelo, uma vez que o sal poderia provocar alterações na fibra capilar e também interferir em procedimentos estéticos como coloração e alisamento por processo químico (ZANATTA, 2008).

O cloro é encontrado em grandes quantidades em xampus, como também na água distribuída às residências e em piscinas. O cloro é um elemento que em condições normais de temperatura e pressão (CNTP) é um gás ( $Cl_2$ ) amarelo-esverdeado, que pode ser tóxico ao ser humano. Porém, ao ser adicionado à água, este se torna favorável ao uso, sendo muito utilizado na purificação da mesma (PATNAIK, 2011).

As reações do cloro com compostos inorgânicos redutores, como sulfitos, sulfetos, íon ferroso e nitrito, são geralmente muito rápidas. Alguns compostos orgânicos dissolvidos também reagem rapidamente com o cloro, mas, em geral, são necessárias algumas horas para que a maioria das reações do cloro com compostos orgânicos se complete (SUAREZ, 2007).

A proposta deste estudo visa contribuir para que se tenha melhor conhecimento sobre a influência do cloro em possíveis mudanças estruturais e morfológicas da fibra capilar através da exposição da mesma em soluções aquosas de diferentes concentrações de hipoclorito de sódio. Desta forma a pesquisa torna-se relevante para a sociedade, uma vez que ao lavar-se o cabelo este pode ser danificado com o tempo, em função da presença de cloro na água e no xampu.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

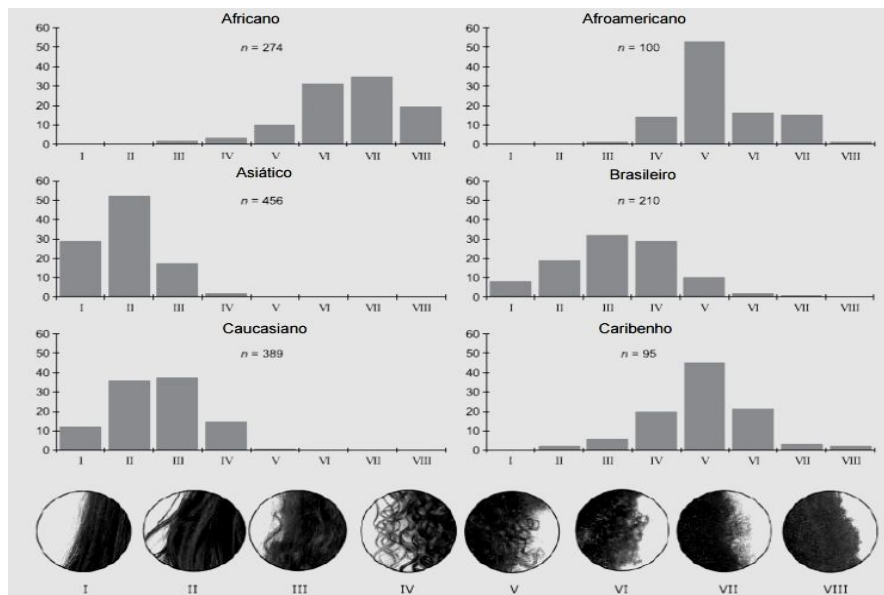
### 2.1 Estrutura do Cabelo

De acordo com Gama (2010), a estrutura do cabelo pode ser classificada considerando a sua pigmentação em: loiro, ruivo, castanho e preto ou, considerando a disposição estrutural e morfologia da superfície capilar, pode ser classificada de acordo com os subgrupos étnicos como: asiáticos, africanos e caucasianos, mas para classificar de uma maneira mais precisa e objetiva foi proposto um novo sistema de classificação da fibra capilar, quanto às ondulações presentes no fio.

Para realizar essa classificação, foram coletados os cabelos de 1442 pessoas de 18 países, estes foram avaliados por meio da medição do formato dos cabelos, tais como: diâmetro da curva, índice de ondulação e número de ondas. Esse método foi de grande importância para a área cosmética, pois forneceu uma classificação universal em categorias bem definidas. As análises do agrupamento de dados sugeriram uma divisão de oito grupos para, desta forma, descrever a população do estudo. Essa divisão em oito categorias permitiu dividir os cabelos de lisos a extremamente ondulados e crespos (GAMA, 2010).

Segundo Gama (2010), Essa definição resultou em um método mais efetivo para descrever o cabelo, sem referência à etnia e coincidiu com a distribuição dos genes humanos segundo sua localização geográfica, como pode ser observado na Figura 1.

FIGURA 1: Distribuição dos tipos de cabelos após a nova classificação dentro dos seis diferentes tipos étnicos africano, afro-americano, asiático, brasileiro caucasiano e caribenho Legenda: n= número de indivíduos analisados.



FONTE: GAMA, 2010

### 2.1.1 Anátomo-fisiologia

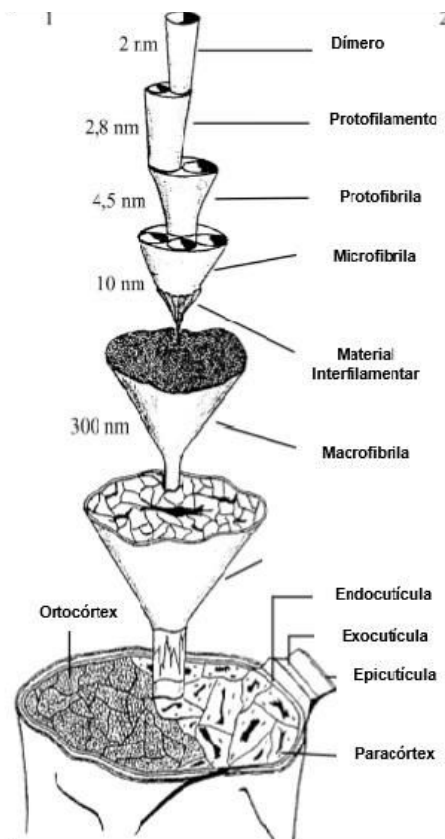
A fibra capilar pode ser dividida em duas partes: raiz e haste. A raiz provém de um englobamento tubular da epiderme, conhecido como folículo piloso. A haste é a parte que está presente na superfície da pele, enquanto a raiz está introduzida nela (GAMA 2010).

### 2.1.2 Haste

A haste faz parte da fibra capilar e é responsável pelo brilho, corpo e textura do cabelo. Sua composição é complexa, sendo constituída por células fusiformes e contém principalmente  $\alpha$ -queratina. Essa proteína está disposta em cadeias polipeptídicas helicoidais e é formada por grandes proporções de cistina insolúvel, estabilizada física e quimicamente por ligações de dissulfeto, pontes de hidrogênio e hidrofóbicas, interações de Van der Waals e salinas (GAMA 2010).

A haste contém três estruturas principais: a medula, o córtex e a cutícula, da parte interna para a externa, respectivamente, a Figura 2 ilustra um esquema da fibra capilar e das subunidades componentes do córtex e da cutícula.

FIGURA 2: Esquema representativo da fibra e das subunidades componentes da cutícula e do córtex.



FONTE: GAMA, 2010

A cutícula, morfologicamente é constituída por 6 a 8 camadas de células sobreposta na direção longitudinal da fibra, cada uma das células possui forma retangular com cerca de 30-500  $\mu\text{m}$  de comprimento e 0,3  $\mu\text{m}$  de espessura. De acordo com a sobreposição das células, apenas 1/6 delas ficam na superfície do cabelo, produzindo uma aparência lisa que facilita a reflexão de luz, desta forma, sendo responsável pelo brilho e pela textura do cabelo (GAMA 2010).

O maior componente da fibra capilar é o córtex. As células corticais são subdivididas em macrofibrilas e microfibrilas. As macrofibrilas e a matriz interfilamentar são responsáveis pela forma das células do córtex, estas, dependendo da sua disposição e do arranjo espacial, são classificadas em paracorticais ou ortocorticais. A matriz das paracorticais diferente das orticorticais são densas, pois estas contém mais microfibrilas do que a outra. A queratina presente nas microfibrilas são determinantes para as propriedades mecânicas da fibra, tais como: resistência e elasticidade.

Em função de pesquisas na biologia molecular, verificou-se que existem 15 tipos de queratina, agrupadas em dois grandes tipos, que diferem em sua massa molar e ponto isoelétrico. As do *Tipo I* (9 dos 15 tipos de queratina) possuem características ácidas como ponto isoelétrico (pI) de aproximadamente 5,4 e massa molar entre 40 e 50

quiloDalton (kDa). As classificadas como *Tipo II*, possuem características alcalinas como pH superior a 6,4 e massa molar entre 58 a 70 kDa. Estudos de imunoenaios e de imunofluorescência revelaram um complexo mecanismo (não completamente elucidado) que determina a diferente expressão de queratina em todas as áreas do folículo, dependendo da fase de diferenciação do cabelo.

A medula é uma camada fina e cilíndrica, ainda não há consenso sobre a sua função na fibra capilar, com sua localização na parte mais interna das fibras capilares espessas, com sua constituição por células anucleadas. A medula pode estar presente ou ausente ao longo do fio de cabelo (GAMA 2010).

A medula contém três subunidades (conhecidas como vacúolos de ar): estrutura global, material fibrilar não organizado e uma camada lisa de cobertura. O material da fibrilar, como as células do córtex, é composta de microfibrilas. Há uma diferença morfológica na medula fina e na medula espessa, a medula fina contém contraste mais elevado, relação bem definida com o córtex. Já a medula espessa apresenta estrutura globular e cavidade maior.

## **2.2 Cloro**

O Cloro é uma substância que em Condições Normais de Temperatura e Pressão (CNTP) é um gás diatômico amarelo-esverdeado tóxico ao ser humano, ele irrita os olhos, o nariz, a garganta, provoca queimaduras na boca, tosse, asfixia, náusea, vomito e dor de cabeça, uma exposição ao Cloro por 30 minutos a 500-800 ppm (partículas por milhão) pode ser letal ao ser humano, já em exposição crônica a 5 ppm causa corrosão dos dentes, inflamação das mucosas, pneumonia, fraqueza muscular, endema pulmonar e causa danos ao sistema respiratório e aumento a suscetibilidade a tuberculose alguns o gás cloro não é combustível, mas aceita combustão, semelhante ao oxigênio (PATNAIK, 2011).

De acordo com a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA), níveis de cloro de quatro partes por milhão ou menos na água potável – seja de poços particulares ou reservatórios municipais – são aceitáveis do ponto de vista da saúde humana. De fato, alguns consideram a cloração de água potável como uma das maiores

conquistas da história da saúde pública, porém outros não têm tanta certeza de que o cloro na água potável deva ser considerado totalmente seguro.

Segundo o EPA, oponentes da cloração apontam estudos ligando a exposição repetida a quantidades vestigiais de cloro na água com uma maior incidência de câncer retal, de bexiga e de mama.

O problema é a capacidade que o cloro tem de interagir com componentes orgânicos da água fresca para criar trihalometanos (THMs), que quando ingeridos podem aumentar o crescimento de radicais livres capazes de destruir ou danificar células vitais no corpo. Além do câncer, a exposição aos THMs pode ser ligada a outros problemas de saúde, incluindo asma, eczema, doença cardíaca, e maiores taxas de aborto e defeitos de nascimento.

De acordo com a SCIENTIFIC - America Brasil seria possível substituir o cloro por cloramina, um derivado da amônia que não se dissipa no ambiente tão rapidamente como o cloro e que tem uma tendência muito menor de gerar toxinas quando interagem com compostos orgânicos na água. Porém traços de cloramina na água, podem ser prejudiciais a algumas pessoas, pois provocam erupções cutâneas após o banho em uma pequena porcentagem da população e aparentemente pode aumentar a exposição ao chumbo em locais mais antigos já que esse metal pesado é absorvido em canos velhos.

EPA afirma que a abordagem mais adequada e acessível seja filtrar a água das torneiras. Filtros de torneira ou de jarros baseados em carbono podem fazer com que a remoção de impurezas da água potável seja mais correta. Eles até podem ser instalados em chuveiros para pessoas com pele sensível.

### **3.2.1 Efeitos do cloro no cabelo**

A fibra capilar, quando exposta à condições adversas do meio ambiente ou a agentes químicos pode apresentar danos em sua estrutura e, conseqüentemente alterações morfológicas e de suas propriedades mecânicas. Os danos causados a fibra capilar podem tornar os cabelos opacos, ressecados, ásperos, frágeis e sem brilho. (GAMA, 2010)

## **2.3 Técnicas de caracterização**

### **2.3.1 Ensaio de Tração**

No ensaio de tração, um corpo de prova é submetido a um esforço que tende a alongá-lo ou esticá-lo até à ruptura. Geralmente, o ensaio é realizado num corpo de prova de formas e dimensões padronizadas, para que os resultados obtidos possam ser comparados ou, se necessário, reproduzidos. Este é fixado numa máquina de ensaios que aplica esforços crescentes na sua direção axial, sendo medidas as deformações correspondentes. Os esforços ou cargas são mensurados na própria máquina, e, normalmente, o ensaio ocorre até a ruptura do material, portanto trata-se de um ensaio destrutivo (CALLISTER, 2007).

Trata-se de um ensaio amplamente utilizado na indústria de componentes mecânicos, devido às vantagens de fornecer dados quantitativos das características mecânicas dos materiais analisados. Com esse tipo de ensaio, pode-se afirmar que as adulterações promovidas no material são igualmente distribuídas em todo o seu espaço até ser atingida uma carga máxima próxima do final do ensaio. Como a carga cresça em uma velocidade razoavelmente lenta durante todo teste o ensaio de tração permite medir satisfatoriamente a resistência do material (DALCIN, 2007).

### **2.4.2 Microscópio Óptico**

O microscópio é um instrumento utilizado para ampliar e observar estruturas pequenas dificilmente visíveis ou invisíveis a olho nú. O microscópio óptico utiliza luz visível e um sistema de lentes de vidro que ampliam a imagem das amostras.

O microscópio apresenta dois sistemas de lentes convergentes; a objetiva e a ocular. A objetiva é um conjunto de lentes que apresenta pequena distância focal e que fornece uma imagem real e aumentada do objeto que é observado. A ocular, também formada por lentes convergentes, funciona como uma lupa, que nos dá uma imagem virtual e aumentada da imagem real que se formou em pela objetiva. A objetiva e a ocular são dispostas nas extremidades de um cilindro oco, constituindo a coluna do microscópio e que possui a capacidade de se aproximar ou afastar da amostra para que se tenha a focalização perfeita. A potência do microscópio é resultado do produto da ampliação linear

da objetiva pela potência da ocular; seu valor será elevado quando as distâncias focais da objetiva e ocular forem pequenas (SANTOS, 2008).

### 3. METODOLOGIA

Para cumprir os objetivos propostos, foram preparadas cinco soluções com diferentes concentrações de hipoclorito de sódio, os cabelos foram então expostos a essas soluções e tiveram suas propriedades analisadas através de testes de tração e microscopia óptica.

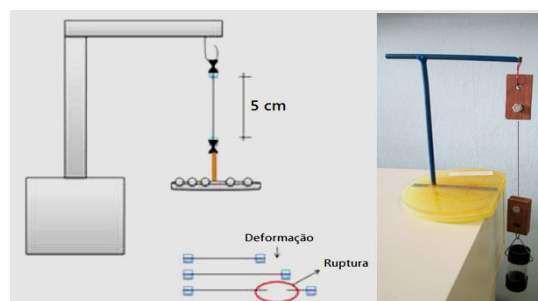
A primeira solução utilizada não continha cloro, era apenas água destilada. Na segunda solução utilizou-se água da torneira, que de acordo com informações fornecidas pela SAMAE (Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto) de Jaraguá do Sul, contém uma concentração de cloro entre 0,5 e 0,8 mg/L de solução. As demais soluções foram obtidas pela diluição de Hipoclorito de Sódio (NaClO) com 12% de cloro ativo em água destilada. Foram então feitas a terceira solução na concentração de 0,5 mg/L, a quarta solução com 1,5 mg/L e a última 6 mg/L de cloro.

Foram coletados de um doador fios de cabelo lisos e negros de espessura média 0,05 mm. O material coletado foi lavado com água destilada, seco e armazenado em um saco plástico até a elaboração dos testes. Em cada solução foram colocados 15 fios de cabelo, estes fios foram separados em três grupos com 5 fios cada, o primeiro ficou 1,0 hora submerso na solução, o segundo ficou submerso durante 2,0 horas e por fim, o terceiro ficou submerso na solução durante 3,0 horas.

Depois de expostos à solução, todas as amostras foram secas ao ar livre e posteriormente submetidas a ensaios de Tração.

O aparelho utilizado para a realização dos testes de tração, mostrado na Figura 3, foi elaborado pelo grupo, seguindo a mesma metodologia utilizada na dissertação de SALES (2011)<sup>1</sup>.

Figura 3: Aparelho utilizado no ensaio de tração.



FONTE: Os autores, 2016.

<sup>1</sup>A metodologia de Sales (2011) consiste em um teste de tração utilizando fios de cabelo, o equipamento utilizado funciona de forma manual e pode ser confeccionado facilmente, sem muitos recursos.

O equipamento é formado por uma base, uma haste vertical, uma haste horizontal superior e duas pinças de madeira. O teste de tração consiste em prender o cabelo nas pinças, suspendê-los através do gancho superior e adicionar pesos lentamente no recipiente preso através do gancho inferior até o fio de cabelo romper.

Os fios de cabelo utilizados nos ensaios tiveram a sua espessura e comprimento medidos através de um paquímetro digital. Cada fio de cabelo foi preso através das pinças, nas suas extremidades, o comprimento do fio preso entre as pinças era de 5,0 cm.

Depois do fio de cabelo ser fixado foi colocado na parte inferior do sistema um recipiente onde foram adicionadas esferas de chumbo (lentamente e uma a uma), com aproximadamente 2,0 g cada, até o fio de cabelo se romper.

Depois do rompimento do fio de cabelo, com auxílio do paquímetro, seu comprimento total (considerando as duas partes do fio) era medido para determinar a deformação sofrida pelo fio de cabelo até seu rompimento. A pinça inferior e o recipiente com as esferas de chumbo foram pesados juntos em uma balança digital e o valor obtido foi anotado como carga máxima.

Depois dos procedimentos realizados os fios de cabelo foram retirados das pinças, numerados e guardados novamente no saquinho de sua amostra para análise com microscópio óptico.

Depois do ensaio de tração foram realizadas análises das amostras com microscópio óptico modelo FWL-1500.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados mostrados no Quadro 1 são valores médios obtidos utilizando fio de cabelo de espessura média de 0,05 mm.

O ensaio de tração consiste em aplicar uma força uniaxial no material, tendendo a alongá-lo até o momento de sua ruptura. Para efeitos de reduzir as diferenças entre as dimensões de diferentes corpos de prova, utiliza-se o conceito de tensão definido por:

$$\sigma = F / A_0$$

Onde, temos que:

F = Força aplicada

A<sub>0</sub> = Área da seção transversal do corpo (antes da aplicação da carga)

A equação da tensão foi utilizada para calcular e resistência máxima a tração que os fios de cabelo suportam.

**Quadro 1:** Propriedades físicas de fios de cabelo expostos a soluções com diferentes concentrações de hipoclorito de sódio.

Solução	Tempo em solução (h)	Carga Máxima (g)	Resistência a Tração (MPa)	Deformação (mm)
Sem solução	0	98,76	123,4	14,53
água destilada	1	96,98	121,2	13,94
	2	98,03	122,5	14,52
	3	97,66	122,0	14,96
água da torneira 0,5 a 0,8 mg/l	1	91,31	114,1	12,17
	2	94,44	118,0	11,55
	3	103,15	128,9	12,08
0,5 mg/l	1	92,55	115,7	12,66
	2	90,06	112,5	11,65
	3	89,59	112,0	10,25
1,5 mg/l	1	80,66	100,8	8,43
	2	78,24	97,8	9,14
	3	78,73	98,4	8,11
6,0 mg/l	1	66,27	82,8	7,33
	2	69,12	86,4	7,77
	3	58,55	73,2	7,25

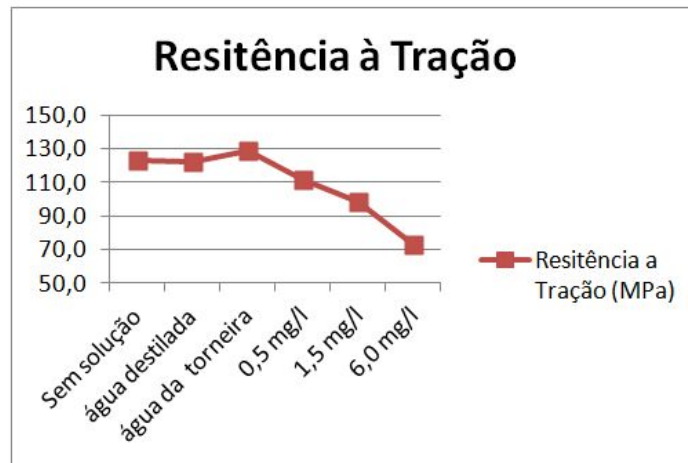
**Fonte:** Os autores, 2016.

Considerando a amostra que não foi exposta a nenhuma solução de hipoclorito de sódio, pode se notar que o fio tem uma resistência a tração até a ruptura de 123,4 MPa e uma deformação máxima de 14,53 mm. Comparando o resultado da amostra sem solução e a amostra submetida à água destilada observou-se que os valores de resistência a tração e deformação permanecem praticamente inalterados.

Analisando-se os resultados obtidos nas amostras que foram mergulhadas em água da torneira (0,5 a 0,8 mg/L), solução de 0,5 mg/L e o fios que não foram expostos a nenhuma solução, é possível observar que os valores de tensão máxima de ruptura variam indicando uma tendência de os fios de cabelo suportarem menos carga e apresentarem perda de elasticidade, ou seja valores de deformação até a ruptura menores. Esta tendência é comprovada quando se analisa os resultados obtidos nos ensaios de tração realizados em fios de cabelo que foram imersos em soluções de 1,5 mg/L e 6,0 mg/L. Nas amostras imersas durante 3 horas na solução de concentração 1,5 mg/L, a resistência a tração até a ruptura é de 98,4 MPa e uma deformação máxima de 8,11 mm, estes valores indicam diminuição de 20,3% na resistência a tração e 44,2% deformação máxima quando comparados aos encontrados nos fios de cabelo que não foram expostos a soluções com hipoclorito de sódio. Nas amostras imersas em solução de 6,0 mg/L a diminuição foi de 40,7% na resistência a tração e 50,1% deformação máxima quando comparados aos encontrados nos fios de cabelo que não foram expostos a soluções com hipoclorito de sódio.

Analisando fios de cabelo expostos a mesma concentração em tempos de exposição diferentes, não houve uma variação significativa quanto aos parâmetros analisados na tabela 1, a partir disso foram feitos os gráficos das Figuras 3 e 4 utilizando apenas os fios expostos por 3 horas, onde se obtém uma melhor visualização das alterações nas propriedades físicas do cabelo pela exposição a soluções com diferentes concentrações de hipoclorito de sódio.

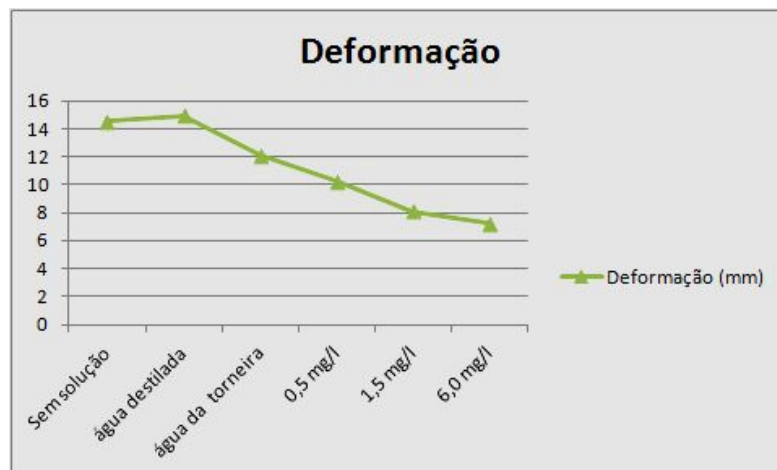
**Figura 3:** Gráfico mostrando resistência à tração de fios de cabelo expostos a soluções com diferentes concentrações de hipoclorito de sódio durante 3 horas.



**Fonte:** Os autores, 2016.

Analisando o gráfico da Figura 3, pode-se notar que quanto maior a concentração de hipoclorito de sódio na solução, menor sua resistência à tração.

**Figura 4:** Gráfico mostrando a deformação máxima sofrida pelos fios de cabelo até sua ruptura, quando expostos a soluções com diferentes concentrações de hipoclorito de sódio durante 3 horas.



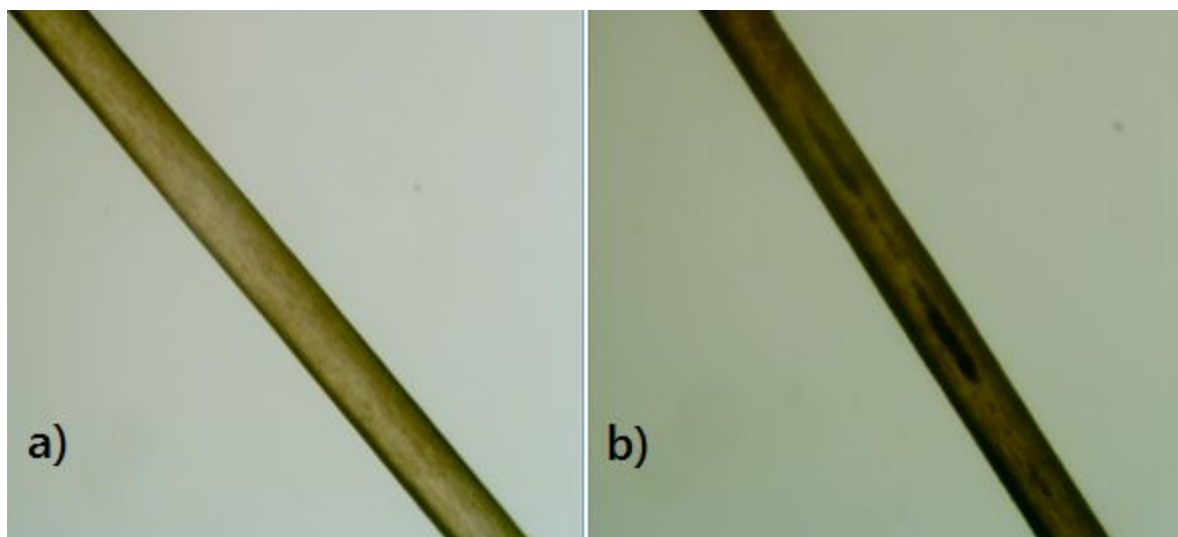
**Fonte:** Os autores, 2016.

Analisando o gráfico da Figura 4, pode-se notar que quanto maior a concentração de hipoclorito de sódio na solução, menor é a deformação máxima até a ruptura do fio de cabelo indicando uma possível perda de elasticidade da fibra ou o aparecimento de

anomalias na estrutura do cabelo causadas pela exposição às soluções de hipoclorito de sódio.

Estas possíveis anomalias podem ser observadas comparando as Figuras 5(a) e 5(b). Na Figura 5(a) é possível observar a estrutura de um fio de cabelo que não foi exposto a solução de hipoclorito e na Figura 5(b) é observado um fio de cabelo exposto a solução de 6,0 mg/L por 1 hora. As manchas escuras verificadas na foto da Figura 5(b) indica uma alteração na estrutura da fibra capilar, já que nas imagens obtidas em fios que não foram expostos a soluções de hipoclorito de sódio estas manchas não aparecem.

**Figura 4:** (a) Fio de cabelo que não foi exposto a soluções de hipoclorito de sódio e (b) Fio de cabelo exposto a solução de hipoclorito de sódio na concentração de 6,0 mg/L durante 1 hora. As imagens foram obtidas através do microscópio FWL-1500 com um aumento de 100x.



**Fonte:** Os autores, 2016.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na análise dos resultados obtidos, conclui-se que:

- A água da torneira, que possui de acordo com informações fornecidas pela SAMAE (Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto) de Jaraguá do Sul, uma concentração de cloro entre 0,5 e 0,8 mg/L, não afetou significativamente a resistência a tração dos fios de cabelo, porém a deformação da fibra até sua ruptura apresentou uma diminuição quando comparada aos resultados obtidos no ensaio de tração dos fios que não foram submetidos a soluções de hipoclorito de sódio.
- Com o aumento da concentração de hipoclorito de sódio nas soluções, ficou comprovada a hipótese inicial levantada neste trabalho de que maiores teores de cloro na solução podem danificar a estrutura do cabelo. Os resultados obtidos nos ensaios de tração realizados em fios de cabelo que foram imersos em soluções de 1,5 mg/L e 6,0 mg/L indicam que a diminuição na resistência a tração foi superior a 40% e a diminuição na deformação máxima até a ruptura foi próxima a 50%, quando comparados aos dados encontrados no ensaio de tração realizado nos fios de cabelo que não foram expostos a soluções com hipoclorito de sódio.

Por fim, torna-se evidente a importância de estudos acerca da influência do Cloro na estrutura do fio de cabelo, pois as alterações encontradas verificadas neste estudo indicam possíveis danos aos fios de cabelo aqui analisados. Sendo assim, faz-se necessário repensar em formas de controle no contato diário do cloro e o fio de cabelo. Contudo esta pesquisa mostra apenas dados relativos à amostra de cabelo cedida por um único indivíduo sendo necessário, portanto estudos posteriores com diferentes tipos de fios para comprovar as conclusões descritas neste trabalho.

## 6. REFERÊNCIAS

ABIHPEC (Brasil). Associação Brasileira de Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos. Disponível em: <[https://www.abihpec.org.br/wp-content/uploads/2012/12/ABIHPEC\\_2012\\_internet.pdf](https://www.abihpec.org.br/wp-content/uploads/2012/12/ABIHPEC_2012_internet.pdf)> Acesso em: 05 de maio de 2015

BRASIL, Ministério da Saúde. PORTARIA Nº 2.914, DE 12 DE DEZEMBRO DE 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: <[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html)> Acesso em: 01 de junho de 2015.

CALLISTER, Jr., W.D. Materials Science and Engineering. 7<sup>o</sup> ed. New York: John Wiley & Sons, Inc, 2007.

DALCIN, Gabrieli Bortoli. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões. (URI), 2007. Acesso em 05 de junho de 2015.

GAMA, R. M. **Avaliação do dano a haste capilar ocasionado por tintura oxidativa ou não de substâncias condicionadoras**. 2010. 160 f. Mestrado (Mestrado em Fármaco e Medicamentos) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo. 2010.

PATNAIK, P. Guia Geral: propriedades nocivas das substâncias químicas. Belo Horizonte: Ergo, 2011.

SALES, Kaliana Cristina dos Santos. **MELHORIA DE SOLOS POR INCLUSÃO DE FIBRAS NATURAIS**. 2011. 113 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geotecnia, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Brasília Faculdade de Tecnologia, Brasília, 2011

SANTOS, Regis Eugenio. Microscópio Optico. UNICAMP, 2008. Acesso em 05 de junho de 2015.

SCIENTIFIC, America Brazil, Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos. Disponível em: <<http://www.sciam.com.br>> Acesso em 25 de março de 2015;

SUAREZ, Paulo AZ, Simoni M. Plentz Meneghetti. "Assuntos Gerais." *Quimica Nova*, volume 30, 2007.

ZANATTA, Ana. Avaliação da Integridade do Fio de Cabelo com Utilização de Xampu Espessado com Cloreto de Sódio Hidroxietilcelulose. Universidade do Vale do Itajaí – UNIVALI, Florianópolis, Santa Catarina, 2008.