



CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AMBIENTE EM DESENVOLVIMENTO

**TIOGLICOLATO DE AMÔNIO:  
AVALIAÇÃO *IN VITRO* DE LIBERAÇÃO, ATIVIDADE ANTIOXIDANTE  
E GERAÇÃO DE RESÍDUOS**

Daiane Petry

Lajeado, 12 de dezembro de 2013

Daiane Petry

**TIOGLICOLATO DE AMÔNIO:  
AVALIAÇÃO *IN VITRO* DE LIBERAÇÃO, ATIVIDADE ANTIOXIDANTE  
E GERAÇÃO DE RESÍDUOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação, em Ambiente e Desenvolvimento, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Roberto de Oliveira

Coorientador: Prof. Dra. Simone Stulp

Lajeado, 12 de dezembro de 2013

“Cabelo é, para crianças, uma parte vital da sua personalidade. Choram aos berros quando lhes é cortado pela primeira vez; e, seja o cabelo como for, cerrado, liso, ou crespo, sentem que são roubadas de uma parte de sua pessoa”.

Charles Chaplin



## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que me concedeu muita saúde para poder superar os desafios propostos em minha vida.

Ao Programa de Pós Graduação em Ambiente e Desenvolvimento, pela oportunidade de realização deste mestrado.

Ao meu orientador, professor Dr. Marcos Roberto de Oliveira, pela sinceridade e preocupação que sempre demonstrou.

A minha coorientadora, professora Dr.<sup>a</sup> Simone Stulp, por conceder todo o apoio nos laboratórios das análises e pelas orientações que foram fundamentais para a realização desta pesquisa.

Aos demais professores do programa, que ministraram as disciplinas cursadas, indispensáveis para minha formação.

Em carinho, agradeço e jamais me esquecerei da Débora Urnau Cerutti (*in memorium*), que foi um grande exemplo de profissionalismo, uma pessoa maravilhosa e perfeita, que muito admirei. Pessoa fundamental que me incentivou a entrada na vida acadêmica e neste mestrado.

Aos meus familiares, que sempre me apoiaram nesta caminhada.

## RESUMO

O tioglicolato de amônio (TGA) tem sido utilizado com sucesso durante tratamentos de alisamento capilar. É um agente redutor, possuindo capacidade de desfazer pontes dissulfeto entre resíduos de cisteína encontrados na queratina dos cabelos. Embora os resultados pretendidos sejam alcançados, há indícios de potencial toxicidade, principalmente por meio de irritação na pele e alergia. Além disso, quebra e ocasiona a queda dos fios de cabelo. Dentre os indivíduos afetados, encontram-se tanto os profissionais da área de estética quanto seus clientes, sendo que ambos os grupos são expostos a tal princípio ativo cronicamente. No entanto, os mecanismos envolvidos nestes processos deletérios não são compreendidos. Não são conhecidos quaisquer efeitos de oxiredução ativos do TGA em sistemas biológicos ou estudos que revelem o quanto o ativo pode ser liberado sobre o couro cabeludo. Ainda, não são conhecidos os efeitos de TGA no ambiente, mais precisamente na água, já que é liberado em esgoto comum, após sua utilização. Mediante o exposto, decidiu-se investigar, o efeito de oxiredução ativo do TGA, sobre a peroxidação lipídica, nas concentrações de 0,0005, 0,005, 0,05, 0,5 e 5% de TGA e se verificou o potencial de liberação, através da célula de difusão vertical, utilizando as concentrações de 0,5 e 5% de TGA, em função dos tempos de exposição de 15, 30 e 45 minutos. Adicionalmente, foram realizadas análises físico-químicas de soluções de água, contendo TGA nas mesmas concentrações, porém em tempos de exposição de meia hora, 1 hora e 12 horas, para verificar a qualidade da água, através de análises de pH, condutividade, carbono orgânico total e nitrogênio total. A partir dos resultados, observou-se que o TGA possui um potencial antioxidante, sobre a lipoperoxidação, exercendo um papel protetor tanto do couro cabeludo quanto do fio do cabelo. Na quantificação da liberação para o meio receptor, o TGA teve sua liberação triplicada de acordo com as concentrações e o tempo de exposição. Os resultados obtidos nas análises da água foram comparados com os estabelecidos pela Resolução do Conselho Estadual do Meio Ambiente nº 128/2006. Houve uma tendência de aumento de condutividade e de pH, nas concentrações 0,5% como 5%. Também foi observada uma estabilidade do TOC, em níveis elevados de TGA, com um leve decréscimo do TN em função do tempo. Níveis estes que não estão em desacordo com a resolução vigente.

**Palavras chave:** tioglicolato de amônia; antioxidante; estética capilar; qualidade de águas.

## ABSTRACT

Ammonium thioglycolate (TGA) has been used with success during hair-straightening treatment. It is a reducing agent, having the ability to break disulfide bonds among cysteine residues found in the keratin of the hair. Although the hair-straightening is achieved, there is a body of evidences of potential toxicity. Skin irritation, allergy, breaking apart and hair loss have been described as collateral effects of TGA use. Professionals in the aesthetics field and their clients, are affected especially when exposed chronically to such active ingredient. However, the mechanisms involved in these deleterious processes are not understood. Active redox effects of TGA on biological systems are not known, as well as there are not studies revealing how much this compound can be released on the scalp. Moreover the effects of TGA on the environment mainly in the water are not known yet, since it is released into common sewage, after usage. Therefore, the aim of the present work was to investigate the active redox effect of TGA on lipidic peroxidation, at concentrations of 0,0005, 0,005, 0,05 and 5% of TGA, as well as releasing by evaluating vertical diffusion cells, at 0,5 and 5% of TGA after 15, 30 and 45 minutes of exposition. Moreover it was carried out physicochemical analyses of water solutions, containing TGA at the same concentrations, after 30 minutes, 1 hour and 12 hours of exposition in order to verify the quality of water by the analyses of pH, conductivity, total organic carbon and total nitrogen. Initially, it was observed that TGA presented an antioxidant potential, on lipidic peroxidation, presenting a protective effect for the scalp and the hair strand. Regarding the quantification of the TGA release to the medium, it was demonstrated that this parameter increased 3 times according to concentrations and time of exposition. Furthermore, water analysis presented a trend of a conductivity and pH increase at concentrations of 0,5 and 5%. Moreover, it was observed a stability of TOC at higher levels of the TGA, as well as a slight decrease of TN in time dependent manner. Such levels are not in accordance with the current Brazilian law.

**Keywords:** Ammonium thioglycolate; antioxidant; capillary aesthetic; water quality.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema do folículo piloso (COLENCI, 2007). .....	16
Figura 2: Estrutura do fio de cabelo: cutícula, córtex, medula (UFSCar). .....	19
Figura 3: As ligações químicas existentes no fio do cabelo (COLENCI, 2007). .....	21
Figura 4: Estrutura do TGA .....	23
Figura 5: Esquema representando as ligações de dissulfeto em um cabelo liso. Após aplicação do TGA, as cadeias se separam e posteriormente o cabelo ondulado, toma sua nova forma (permanente) (COLENCI, 2007). .....	25
Figura 6 e 7: Fotos do cabelo antes e após o alisamento com TGA .....	27
Figura 8: Célula de difusão de Franz. ....	34
Figura 9: Sistema de difusão vertical, sobre a mesa de banho ultratermostatizada a 37°C, utilizados na pesquisa .....	35
Figura 10: curva de absorvância de TGA.....	36
Figura 11: Avaliação da atividade antioxidante quanto à formação do intermediário reativo MDA.....	38
Figura 12: Absorvância máxima de 0,5% de TGA em função do tempo .....	39
Figura 13: Condutividade de 0,5% de TGA, em função do tempo .....	42
Figura 14: Condutividade de 5% de TGA, em função do tempo .....	42
Figura 15: Medidas da concentração de pH, na concentração de 0,5% de TGA, em função do tempo.....	43
Figura 16: Medidas da concentração de pH, na concentração de 5% de TGA, em função do tempo.....	44
Figura 17: TOC e TN em 0,5% de tioglicolato de amônio, em função do tempo .....	45
Figura 18: TOC e TN em 5% de tioglicolato de amônio, em função do tempo .....	45

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Concentração de tioglicolato de amônio na solução receptora <i>versus</i> tempo de liberação: .....	40
---	----



## LISTA DE ABREVIATURAS

μS/cm- microsiemens por centímetro

ATP- adenosina trifosfato

CAT- catalase

CONSEMA – Conselho estadual do meio ambiente

GPx- glutathiona peroxidase

GR- glutathiona redutase

GSH- glutathiona reduzida

MDA- malondialdeído

ml/L- miligramas por litro

N<sub>2</sub>- nitrogênio

nm- nanômetros

pH – potencial de hidrogênio

PRx- peroxirredoxinas

SOD- superóxido dismutase

S-S – pontes dissulfeto

TBARS- espécies reativas ao ácido tiobarbitúrico

TGA- tioglicolato de amônio

TN- total nitrogen

TOC- total organic carbon

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	14
2.1	Cabelos.....	14
2.1.1	História dos cabelos .....	14
2.2	Anatomia do cabelo.....	15
2.2.1	Folículo pilossebáceo .....	15
2.2.2	Haste capilar.....	17
2.3	Composição química do cabelo .....	19
2.3.1	Queratina.....	19
2.4	Alisamentos.....	21
2.5	Tioglicolato de amônio .....	23
2.6	Atividade antioxidante .....	27
2.7	Resíduos químicos.....	30
3	PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL.....	32
3.1	Potencial antioxidante <i>in vitro</i> .....	32
3.2	Ensaio de liberação.....	33
3.3	Análise da qualidade da água .....	36
3.4	Análise e comparação dos dados .....	37
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	38
4.1	Avaliação da capacidade antioxidante do tioglicolato de amônio.....	38
4.2	Ensaio de liberação .....	39
4.3	Estabilidade da solução aquosa de TGA em função do tempo.....	41
4.3.1	Medidas de Condutividade: .....	41
4.3.2	Medidas de pH:.....	43
4.3.3	Medidas de TOC e TN em função do tempo: .....	44
5	CONCLUSÃO .....	48

## 1 INTRODUÇÃO

Desde a idade antiga, sempre esteve em voga a preocupação das pessoas em buscar o embelezamento dos cabelos.

Na busca de padrões de beleza estética, a população corre contra o tempo para rejuvenescer, e um dos principais objetivos é o embelezamento dos cabelos. Percebe-se que o mercado hoje oferece uma grande variedade de tratamentos capilares. As transformações do cabelo podem variar, tanto na cor (que varia de tons mais escuros a mais claros), quanto na manutenção da qualidade (como hidratação, reconstrução), ou ainda na estrutura do fio (cabelo crespo, ou liso), variando de acordo com cada pessoa, sendo esta uma das características que pode revelar a personalidade de cada um.

Pesquisas revelam que o que mais preocupa as mulheres em relação à beleza e ao corpo, é a massa corpórea e os cabelos. As transformações nas madeixas incluem todas as classes sociais e econômicas, étnicas e faixa etárias. O alisamento químico é um dos procedimentos mais populares no Brasil que, desde 2005, vem apresentando um crescimento de utilização de mais de 80%. Os alisantes que hoje são chamados de “escovas progressivas”, rapidamente respondem aos anseios das mulheres, possibilitando a mudança na aparência do cabelo, reduzindo o seu volume, deixando os cabelos macios, maleáveis, e auxiliando na melhoria do bem-estar e autoestima (ABIHPEC, 2010).

Os alisantes químicos capilares possuem substâncias que são altamente irritantes para a pele. Quando utilizados de forma correta, não implicam danos para a saúde, desde que o produto atenda às exigências estabelecidas na legislação sanitária. No entanto, a utilização inadequada pode causar queimaduras graves na córnea e no couro cabeludo, quebra dos fios e queda dos cabelos. Sendo assim, o usuário deve, antes de fazer uso de qualquer produto, verificar se este é registrado na Agência de Vigilância Sanitária (ANVISA), ligada ao Ministério da Saúde, de acordo com a Lei 6.360/76 (BRASIL, 1976).

Um dos ativos mais utilizados no mercado brasileiro para realizar o procedimento de alisamento capilar é o tioglicolato de amônio (TGA). O TGA é um ativo capaz de reduzir as pontes dissulfetos da cisteína encontradas na queratina do cabelo (ABRAHAM et al., 2009; KÖHLER, 2011; MANUSZAK et al, 1996). Testes prévios indicaram que mechas de cabelos tratados com este princípio ativo apresentaram suas propriedades físico-químicas alteradas, perdendo sua massa e tornando-o mais suscetível à quebra (DIAS *et al*, 2012; FRANÇA *et al* 2005 ). Embora o uso de TGA seja comum, há dados mostrando que efeitos negativos, tais como irritação de epitélios e alergia, podem surgir após aplicação de TGA em humanos, o que são efeitos adversos e não desejáveis. (DRAELOS, 1999; SILVA et al 2012). No entanto, não há descrição dos mecanismos pelos quais o TGA pode levar a tais alterações.

Além disso, nada foi reportado até o momento sobre a capacidade do TGA de alterar parâmetros da qualidade da água, como pH, condutividade, carbono orgânico total (TOC) e nitrogênio total (TN), visto que TGA é eliminado sem nenhum tratamento no esgoto comum.

Vive-se em uma década em que o desenvolvimento sustentável tornou-se um dos principais objetivos mundiais. Para isso, deve-se ter a consciência de que muitas ações provocadas pelo ser humano ocasionam a depredação do meio ambiente, implicando na qualidade de vida humana. O desenvolvimento sustentável consiste entre um equilíbrio entre a preservação do meio ambiente e o desenvolvimento, melhorando assim a qualidade de vida do ser humano. Neste sentido a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e desenvolvimento define: “Desenvolvimento sustentável é aquele que atende as necessidades do presente sem comprometer as possibilidades de as gerações futuras atenderem suas próprias necessidades” (MILARÉ *apud* PEREIRA, 2012).

Atualmente não há nenhum dado sobre o potencial antioxidante do TGA sobre lipídios e bem como sobre a sua capacidade de alterar parâmetros da qualidade da água, embora sua utilização em produtos cosméticos seja ampla e estes parâmetros sejam importantes não só à saúde humana, mas também à qualidade ambiental. Justifica-se, assim, a importância deste trabalho em que serão

determinadas possíveis alterações em lipídios e na água devido a este ativo.

Assim, objetivou-se investigar se o TGA pode agir como molécula com propriedade de oxiredução em um sistema lipídico, já que alterações redox em lipídios, estão associados a processos de irritação de epitélios. Este processo parece envolver morte celular por meio de comprometimento da qualidade da bicamada lipídica celular. Investigou-se também qual é o potencial de liberação do TGA para o meio, quando exposto em tempos diferentes. Também foi analisada a capacidade do TGA alterar parâmetros da água, visto que sua liberação nos esgotos, sem tratamento, pode acarretar efeitos deletérios ao ambiente.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Cabelos

#### 2.1.1 História dos cabelos

Há muitos anos, percebia-se a preocupação das pessoas com os seus cabelos. Desde a idade antiga, havia diferenças que dividiam as etnias, entre cabelos lisos ou ondulados. Eles também serviram como um protetor na pré-história, quando passou a ser responsabilizado por várias funções (BEDIN, 2009).

Os cabelos diferenciavam os cidadãos livres dos escravos, na Grécia antiga e no Egito. Muitos se preocupavam com a aparência dos fios. Neste cenário as perucas foram altamente utilizadas e eram feitas de papiro ou cabelos retirados de defuntos (BEDIN, 2009). Foram elas que deram origem às diversas transformações capilares como o relaxamento. Foram as perucas de Luís XIV que deram início às ondulações permanentes, cujos fios eram enrolados em rolos de barros, aquecidos por um tempo de três horas em água fervente e secas em forno. Depois deste processo, estavam prontas para o uso (BOUILLON, J WILKINSON, 2005).

Por volta de 1906, um cabeleireiro de Londres, chamado Nessler, desenvolveu a primeira solução de ondulação permanente. A solução era composta por uma pasta de bórax, que era aplicada nos fios e em seguida estes eram enrolados em tubos de ferros côncavos, eletricamente aquecidos. A temperatura média atingia cerca de 115°C, por um tempo de 10 a 15 minutos. Esta técnica produzia ondas duradouras, entretanto era dolorosa, e danificava o cabelo (DRAELOS, 1999; BOUILLON, J WILKINSON, 2005; GRAY et al 2001).

Atualmente os produtos utilizados para alisamento e relaxamento dos cabelos primeiramente foram criados para realizar o processo de permanente (ondulação dos cabelos), como é conhecido no Brasil. O método consistia em aplicar o produto nas mechas as quais após eram enroladas em bigodins. Portanto, conseguiam efeitos diferentes, com o mesmo princípio ativo.

## 2.2 Anatomia do cabelo

Os cabelos são estruturas anexas ao corpo humano e desempenham várias funções. Além de ter uma fundamental importância estética masculina e feminina, protege o couro cabeludo contra os fatores ambientais, como raios ultravioletas, melhora a sensibilidade tátil e protege das variações térmicas (BARSANTI, 2009; LEONARDI, 2008).

O pelo é uma estrutura epitelial e compreende duas principais porções: a haste capilar e a raiz do pelo. A haste é a estrutura que se localiza na parte situada acima da epiderme e a raiz se localiza na parte interna, no folículo pilossebáceo (WICHROWSKI, 2007).

### 2.2.1 Folículo pilossebáceo

O cabelo se origina em uma estrutura chamada folículo pilossebáceo, que compreende o folículo piloso, o pelo, suas bainhas, glândulas sebáceas e músculo eretor do pelo (HERNANDEZ, MERCIER-FRESNEL, 1999; AZULAY, 2008; BEDIN, 2009). O folículo piloso se forma na vida embrionária, quando o feto está com três meses. Neste período, começam a aparecer os primeiros germes pilares no couro cabeludo, queixo, lábio superior e supercílios (BEDIN, 2009).

Os germes pilares começam na epiderme e se invaginam, fazendo um caminho oblíquo até a derme e emergindo uma projeção de queratinócitos. Isso ocorre devido às células mesenquimais, que darão origem à papila do pelo, localizada na sua porção mais inferior (AZULAY, 2008; BEDIN, 2009).

O folículo e a sua papila ( figura1), funcionalmente, estabelecem uma relação tão interdependente e íntima que podem ser compreendidas como uma unidade.

Histologicamente o folículo é dividido em infundíbulo, que se estende desde a abertura até a inserção da glândula sebácea, o istmo, da inserção da glândula sebácea até a região do músculo eretor do pelo, e o bulbo que se localiza na região mais inferior, que abraça a papila folicular. Esta última é composta por fibroblastos especializados, que controlam o tamanho e o número de células da matriz e o tamanho do pelo (AZULAY, 2008; WICHROWSKI, 2007).

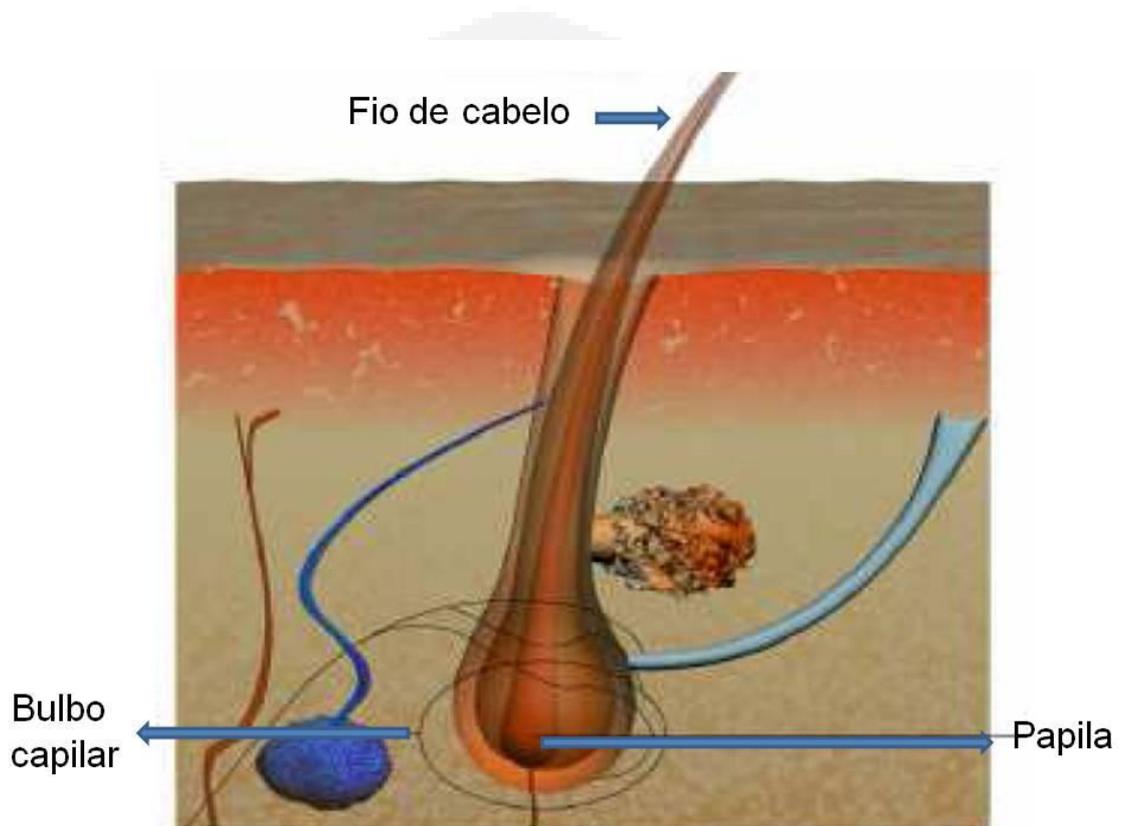


Figura 1: Esquema do folículo piloso (COLENCI, 2007).

Ao nascer, o corpo humano é revestido por cerca de 5 milhões de folículos pilossebáceos. O folículo é uma dilatação terminal de um prolongamento da epiderme e tem mais ou menos 25 ciclos de vida (WICHROWSKI, 2007). Os folículos pilossebáceos estão por toda a pele, exceto algumas regiões como palma das mãos, planta dos pés, face lateral dos dedos, pênis e clitóris (HERNANDEZ, MERCIER-FRESNEL, 1999).

Os pelos podem variar na sua apresentação. Os pelos no couro cabeludo e púbis são denominados pelos terminais (grossos), com glândulas sebáceas bem

desenvolvidas. Por outro lado, na região da face, predomina o pelo velo ou lanugo (fino), com glândulas muito desenvolvidas. Já nas extremidades, predomina o pelo tipo velo e glândulas pouco desenvolvidas (AZULAY, 2009).

As glândulas exercem um papel importante na manutenção do crescimento do cabelo, pois produzem sebo, cuja função é lubrificar os pelos e a pele, impermeabilizando o couro cabeludo e deixando os fios macios, flexíveis e brilhantes (WICHROWSKI, 2007).

### **2.2.2 Haste capilar**

A haste do pelo é constituída por células mortas queratinizadas, e está dividida em três partes: a cutícula, o córtex e a medula (AZULAY, 2008; WICHROWSKI, 2007; BEDIN, 2009; HERNANDEZ, MERCIER-FRESNEL, 1999; LEONARDI, 2008; BOLDUC, SHAPIRO, 2001).

Cutícula: é a camada mais externa do fio, constituída por células sobrepostas, achatadas e queratinizadas. As células cuticulares se sobrepõem como se fossem telhas, constituindo uma camada espessa que varia entre 5 e 10 células, formando um entrelaçamento que firma o pelo no folículo. É uma região quimicamente resistente e com alta concentração de cistina. Cada célula da cutícula é composta de componentes lamelares e são constituídas por três partes, a epicutícula, exocutícula e endocutícula. A cutícula age como uma barreira protetora contra os fatores externos. É a principal barreira para a penetração de elementos químicos para o seu interior. É responsável pelo brilho. Não contém pigmentos, pois não possui melanina. É a região que mais sofre danos provocados pelas agressões físicas diárias como lavar, secar e pentear, além de agressões químicas como colorações e alisamentos (AZULAY, 2008; WICHROWSKI, 2007; BEDIN, 2009; HERNANDEZ, MERCIER-FRESNEL, 1999; LEONARDI, 2008; BOLDUC, SHAPIRO, 2001).

O córtex representa a maior parte do pelo, com 90% do seu peso total. Consiste em células queratinizadas, que gradualmente vão perdendo seu núcleo e tornando queratinizadas. Estas células são constituídas de um material protéico, que ficam sobrepostas umas às outras no sentido da haste do fio. Esta organização das fibras de queratina é que confere as suas propriedades físico-químicas. As células do interior do córtex contêm estruturas alongadas, que são denominadas macro e microfibrilas de queratina. As macrofibrilas são formadas por microfibrilas, que por sua vez, constituem-se de 11 protofibrilas (AZULAY, 2008; WICHROWSKI, 2007; BEDIN, 2009; HERNANDEZ, MERCIER-FRESNEL, 1999; LEONARDI, 2008; BOLDUC, SHAPIRO, 2001).

As protofibrilas são compostas por cadeias polipeptídicas em formato de alfa hélice. Cada protofibrila apresenta-se como uma “corda” torcida, formada por 3 fios de cadeias de aminoácidos. A estrutura e forma química são mantidas por ligações entre os diferentes átomos de cadeia. Essas ligações podem ter forças diferentes como fracas, que são as ligações de hidrogênio, média como as ligações iônicas ou fortes que são as pontes dissulfeto. Essas ligações químicas quando rompidas por tratamentos estéticos, possibilitam a mudança física na forma do pelo (AZULAY, 2008; WICHROWSKI, 2007; BEDIN, 2009; HERNANDEZ, MERCIER-FRESNEL, 1999; LEONARDI, 2008; BOLDUC, SHAPIRO, 2001).

O córtex também é responsável pela cor do cabelo. É nele que se encontram os pigmentos de melanina, que são produzidos pelos melanócitos presentes na região do bulbo. Existem dois tipos de melaninas, a eumelanina, que confere a cor marrom, a feumelanina, representando o tom amarelado. Qualquer um ou ambos os tipos de melanina, podem estar presentes em cabelos de um mesmo indivíduo (FELGHELMAN *apud* BOLDUC, SHAPIRO 2001).

A medula situa-se na parte central do pelo e é formada por células anucleadas. Ao longo do cabelo, a medula praticamente deixa de existir no seu extremo final e em alguns cabelos de outras partes do corpo, ele por vezes não existe. Ainda é desconhecida a principal função da medula no ser humano.

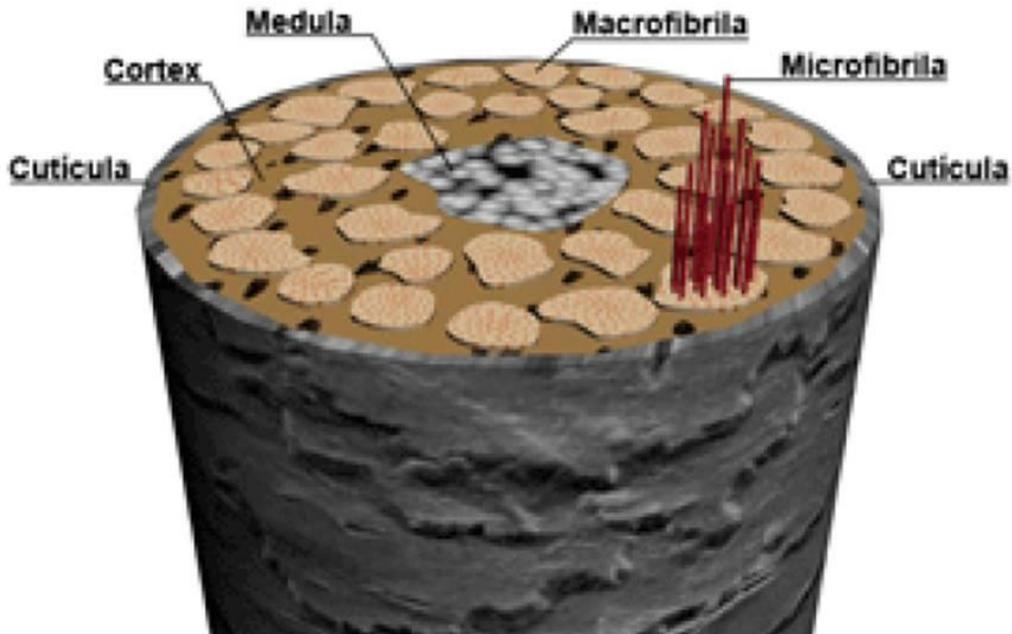


Figura 2: Estrutura do fio de cabelo: cutícula, córtex, medula (UFSCar).

## 2.3 Composição química do cabelo

### 2.3.1 Queratina

A maior parte do cabelo é constituída por uma substância proteica chamada queratina, que corresponde a 91% do peso do fio. Outros elementos também são encontrados, como lipídios, com 4% do seu peso seco e água (DRAELOS, 2000; SWIFT, 1997). Esta estrutura forma uma unidade alfa helicoidal, com formato espiralado. A queratina é formada por um grande número de aminoácidos, unidos por ligações peptídicas, estas estáveis e difíceis de se romper. Entre os 20 aminoácidos existentes na natureza, 18 estão presentes na queratina do cabelo, especialmente os aminoácidos sulfurados como a cisteína (PEYREFITTE; CHIVOT; MARTINI, 1998). As ligações se formam através de ligações de hidrogênio, ligações

iônicas e pontes dissulfeto, que são ligações fortes e estáveis, conferindo ao cabelo firmeza e flexibilidade (LEONARDI, 2008; WILKINSON, MOORE 1990; AZULAY, 2009).

É no córtex que se encontram essas ligações químicas (figura 3) que podem ser modificadas no fio do cabelo, devido à ação de processos químicos. As ligações de hidrogênio são ligações consideradas fracas, são rompidas pela ação da água, quando o cabelo é molhado. A ligação ocorre entre um átomo de hidrogênio de um aminoácido específico e o átomo de oxigênio de outro aminoácido (DELDOTTO, 2011). Quando as ligações de hidrogênio são rompidas, há um estiramento da estrutura, tornando o cabelo mais comprido. Ao secar o cabelo, as ligações de hidrogênio se reestruturam, retomando a sua forma original (PEYFERITTE; CHIVOT; MARTINI, 1998).

As ligações de dissulfeto são as mais fortes entre as existentes no pelo e as responsáveis pela resistência da fibra, porém podem ser rompidas em processos químicos. A estrutura da queratina se adapta a uma forma helicoidal. Cada volta da hélice se fixa em relação à outra através de ligações de hidrogênio, formando outras cerdas elementares. Essas cerdas se ligam a outras em átomos de enxofre, formando as pontes dissulfeto e as ligações iônicas. As ligações de dissulfeto são provenientes de duas moléculas do aminoácido cisteína (DELDOTTO, 2011; FONSECA, 2011; PEYREFITTE; CHIVOT; MARTINI, 1998). Quando se realiza um processo de alisamento utilizando-se o tioglicolato de amônio ou cremes alcalinos para alisamento (com pH acima de 10), estas ligações são rompidas, assim, modificando a estrutura do fio (GOMES, 2006).

As ligações iônicas também chamadas de ligações salinas, são atrações eletrostática entre dois íons carregados com cargas opostas. A formação de ligações ocorre entre ligações paralelas de ácidos e bases, portanto podem ser quebradas quando se utilizam produtos alcalinos com pH acima de 10 ou ácidos, abaixo de 2 ( WILKINSON, MOORE 1990; GOMES, 2006).

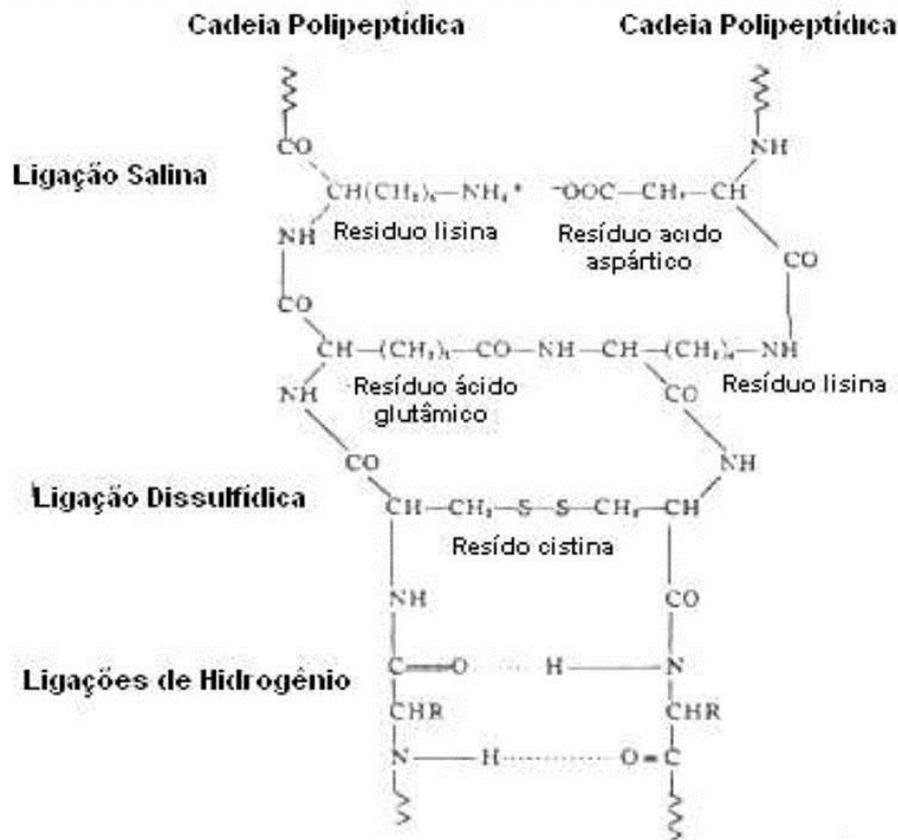


Figura 3: As ligações químicas existentes no fio do cabelo (COLENCI, 2007).

A estrutura do fio do cabelo pode ser modificada quando se rompem as ligações químicas nela existente. Quando as ligações dissulfeto são desfeitas, o cabelo se debilita, embora não quebre caso se mantenham as outras ligações íntegras. No caso do rompimento de todas as ligações ao mesmo tempo, o fio seria dissolvido (GOMES, 2006).

## 2.4 Alisamentos

O alisamento consiste na quebra das ligações químicas que mantêm a estrutura da queratina do fio do cabelo (ABRAHAM et al, 2009). Este é um

procedimento que altera a haste, mas não o cabelo que ainda está para nascer. As ondulações permanentes ou alisamentos consistem em processos químicos idênticos, ambos modificam a estrutura das ligações químicas, rompendo-as ou as reduzindo, entretanto a forma que lhes é dada é totalmente oposta, uma lisa e outra crespa (BOUILLON; WILKINSON, 2005).

Os alisantes químicos capilares possuem substâncias que são irritantes para a pele. Quando utilizados de forma correta não implicam danos para a saúde, desde que o produto atenda às exigências estabelecidas na legislação sanitária. Entretanto a utilização inadequada pode causar queimaduras graves na camada córnea e no couro cabeludo, a quebra dos fios e a queda dos cabelos. Sendo assim, o usuário deve verificar se o produto é registrado na ANVISA/Ministério da Saúde, como determina a Lei 6.360/76 (BRASIL, 1976). Para a obtenção do registro, o responsável deve apresentar à ANVISA uma série de documentos e informações técnicas referentes à composição, para assegurar a segurança e a eficácia, segundo a finalidade pretendida. As informações são, então, analisadas pela Gerência-Geral de Cosméticos da ANVISA, com base em regulamentação específica (BRASIL, 2011).

Os ativos mais utilizados para a técnica de alisamento são derivados do ácido tioglicólico ou bissulfitos. Esses compostos químicos são utilizados desde a década de 40, com um histórico de um dos mais eficientes na indústria de permanentes (ondulação). As soluções, além de altamente eficazes eram combinadas em fórmulas com agentes reativos e outros ingredientes que controlam pH e a viscosidade (SCHUELLER, 2002).

A ANVISA 2007, p. 72, ainda sugere alguns cuidados aos usuários antes de usar um alisante:

- “Observe as advertências e restrições de uso. Por exemplo, não aplicar se o couro cabelo apresentar irritação ou lesões; manter fora do alcance de crianças;”
- “Respeite a indicação de uso profissional. Alguns produtos devem ser aplicados apenas por cabeleireiros porque sua aplicação requer uma preparação específica que apenas o profissional está habilitado a fazer.”

## 2.5 Tioglicolato de amônio

O TGA é um sal amônio derivado do ácido tioglicólico (ABRAHAM et al., 2009). O TGA é um dos princípios ativos mais utilizados no Brasil. Atualmente, vem sendo utilizado como “alisamento ou “relaxamento”, nome dado ao processo usado para alisar os cabelos excessivamente cacheados. (ABRAHAM et al., 2009). Segundo Varela (2007), cerca de 34% das empresas brasileiras de cosméticos, fabricam produtos alisantes para cabelo, e 23% são à base de TGA. A figura 4 demonstra a estrutura química de TGA.

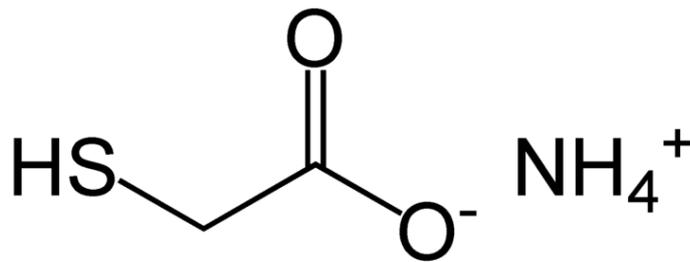


Figura 4: Estrutura do TGA

A concentração de TGA depende do pH da solução de amônia. Geralmente, o pH varia em torno de 10. Quando se utiliza uma solução de tioglicolato a 6% em pH 9,8, tem-se o mesmo resultado de uma solução a 10% em pH 9,35. Porém a primeira será potencialmente mais irritante, devido a concentração maior de amônia, e seu odor desagradável (BORISH *apud* BOLDUC, SHAPIRO 2001; ABRAHAM et al., 2009).

Draelos (1999) sugere que o pH seja ajustado entre 9 e 10, pois substâncias de redução como o tioglicolato, não são muito eficazes em pH muito baixos. A alcalinidade desfaz algumas pontes, por isso, a concentração de tioglicolato, deve ser ajustada de acordo com o tipo de cabelo. Em mechas que já foram coloridas ou descoloridas deve-se utilizar uma concentração de 1%, para evitar problemas, e, em cabelos naturais, sugere-se uma concentração de 7%.

“O tioglicolato de amônio é um produto alcalino, produz alisamento químico permanente e de eficiência moderada” (BARSANTI, 2009, p.47). É um agente redutor, possuindo capacidade de desfazer pontes dissulfeto entre resíduos de cistina encontrados na queratina dos cabelos (ABRAHAM *et al.*, 2009; KÖHLER, 2011; MANUSZAK *et al.*, 1996). Quando o cabelo sofre este processo, a queratina se torna maleável para ser enrolada (permanente) ou alisada. No permanente, os cabelos são enrolados em rolos, que, de acordo com o seu tamanho, definirá o tamanho do cacho. No alisamento, secam-se os fios e aplica-se a prancha quente em mechas bem finas. Em seguida, aplica-se a solução com TGA, que romperá as ligações de enxofre da queratina. Após tempo determinado, (15 a 45 minutos), conforme orientações do fabricante o cabelo é enxaguado com água, para retirar e interromper o agente redutor (INOAR, 2013; L'ORÉAL). É necessário aplicar uma solução neutralizante, isto é, um agente oxidante, geralmente o peróxido de hidrogênio, para regenerar as ligações de dissulfeto. Assim, o cabelo terá o resultado de uma nova forma (SCHUELLER, 2002; ABRAHAM *et al.*, 2009; BORISH *apud* BOLDUC, SHAPIRO 2001). A figura 5 demonstra o esquema das ligações durante o processo.

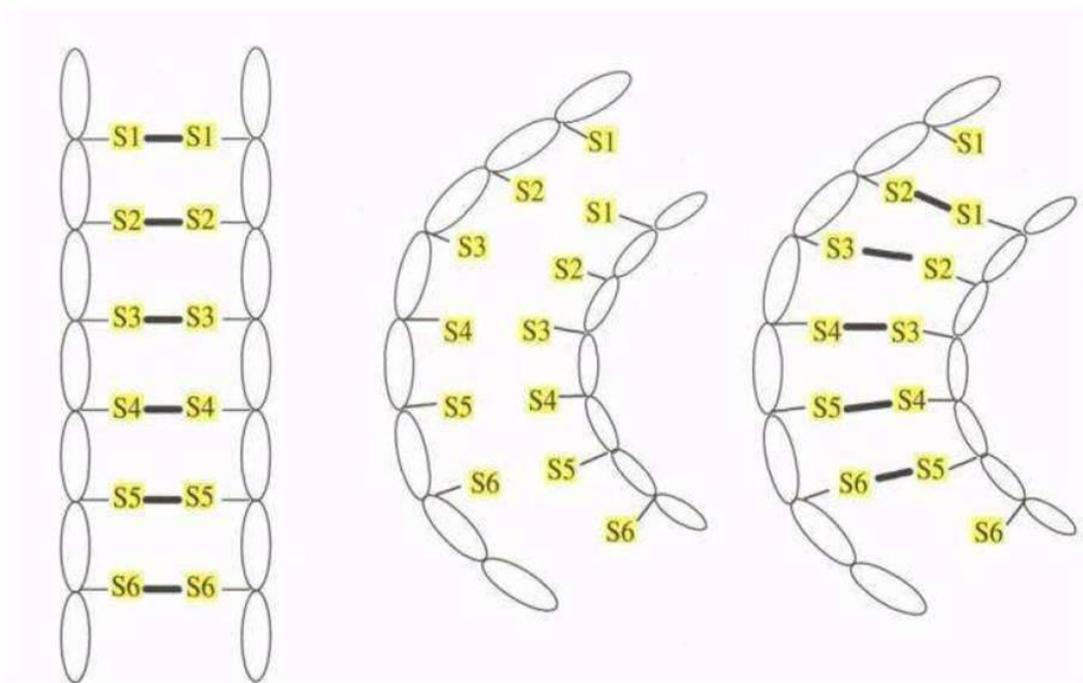


Figura 5: Esquema representando as ligações de dissulfeto em um cabelo liso. Após aplicação do TGA, as cadeias se separam e posteriormente o cabelo ondulado, toma sua nova forma (permanente) (COLENCI, 2007).

É importante ressaltar que o TGA não é compatível com alguns compostos químicos como os hidróxidos, por isso é de suma importância o conhecimento do profissional que fará a utilização e aplicação deste produto. Em geral, os próprios profissionais ligados à área cosmética não possuem conhecimentos suficientes sobre o modo de atuação e do efeito do produto utilizado, baseando-se nas informações generalizadas mencionadas no rótulo do produto, seguindo orientações do fabricante (ABRAHAM et al 2009; VARELLA, 2007).

O TGA é considerado um alisante seguro, porém há relatos de dermatite alérgica de contato e irritações na pele. O contato do ativo com o couro cabeludo pode ser evitado, utilizando-se uma solução à base de vaselina, que forma um filme protetor, ou afastando a aplicação do produto na raiz do cabelo (DRAELOS, 1999).

Silva e colaboradores (2012) avaliaram a frequência de positividade a componentes cosméticos em pacientes com dermatite alérgica, identificando os principais sensibilizantes associados à dermatite de contato ocupacional. Dos 147 pacientes estudados, 31,29% dos casos apresentaram sensibilização aos componentes cosméticos apresentados. Entre eles, 17,81% dos pacientes, correspondem alergia ao TGA, demonstrando pouca associação à dermatite de contato ocupacional.

Neste sentido Valks (2005) descreve que a profissão de cabeleireiro sofreu modificações importantes nos últimos 20 anos, devido à mudança de substâncias e técnicas para melhorar a educação profissional. Sua pesquisa avaliou a dermatite de contato ocupacional em cabeleireiros entre 1980 à 1993 e 1994 à 2003. Os resultados foram obtidos para comparar ambos períodos. Houve um aumento significativo de sensibilização aos cosméticos entre o último grupo de 48,8% para 58% de dermatites, e uma das substâncias químicas testadas, foi o TGA. O autor concluiu que a alta sensibilização em cabeleireiros demonstrada exige algumas medidas urgentes para melhorar as medidas de proteção e aplicação dos produtos.

Segundo Dias e colaboradores (2012), em um estudo realizado para verificar quais impactos causados nas propriedades mecânicas (tensão, elasticidade e resistência) do cabelo cacheado, após aplicação de ativos comerciais como hidróxido de sódio, TGA e guanidina, demonstrou que o cabelo tratado com TGA quebrou mais facilmente quando comparado aos outros relaxantes testados.

França e colaboradores 2005, realizaram uma pesquisa para avaliar as propriedades térmicas de mechas de cabelos. As mechas foram submetidas a uma aplicação de tratamento químico contendo ativos alisantes, como TGA, guanidina e hidróxido de sódio, associados com tintura de cabelo oxidativa. Os resultados apontaram perda de massa e um enfraquecimento das fibras do cabelo quando comparadas às mechas que não receberam tratamento químico.

Em fim, os métodos de aplicação devem ser seguidos pela orientação do fabricante. Antes do início do processo, a fim de verificar a resistência dos cabelos ao produto, há de se proceder a uma pequena aplicação do ativo em uma mecha

teste. (VARELA, 2007; ABRAHAM, et al, 2009). As figuras 6 e 7, demonstram o antes e o depois de um alisamento definitivo. O cabelo da cliente era natural e nunca havia realizado nenhum procedimento de alisamento antes. O procedimento foi realizado com o tioglicolato de amônio, feito pela pesquisadora, no Centro de Beleza e Estética Daia Petry. Neste tipo de cabelo, o TGA apresentou-se eficaz.

Figura 6 e 7: Fotos do cabelo antes e após o alisamento com TGA



Fonte: Do autor

## 2.6 Atividade antioxidante

O metabolismo energético de uma célula consiste em inúmeras reações químicas que fazem com que nutrientes (glicose, aminoácidos, ácidos graxos e corpos cetônicos) sejam transformados em outras moléculas, incluindo ATP, água e  $\text{CO}_2$ . O ATP, que é uma forma de conservação de energia e o seu sítio de produção é principalmente a mitocôndria. Esta organela consome  $\text{O}_2$  mantendo a oxidação de diferentes nutrientes (HALLIWELL, 2006, DE OLIVEIRA, 2008). A mitocôndria, portanto, consome  $\text{O}_2$  e o transforma em  $\text{H}_2\text{O}$  na cadeia transportadora de elétrons, que se encontra na sua membrana interna.

A maior proporção do  $\text{O}_2$  que se capta pela inspiração é usada na manutenção do metabolismo energético, auxiliando na cadeia transportadora de elétrons para a síntese de ATP (dentre outras reações nas quais o  $\text{O}_2$  é importante,

como na desintoxicação que ocorre, principalmente, no fígado). A produção de ATP ocorre também na ausência de  $O_2$ , fosforilação a nível de substrato na glicose, a via metabólica de oxidação da glicose (HALLIWELL, 2006; BARREIROS et al 2006; CHENG, RISTOW, 2013).

Embora o uso de  $O_2$  seja obrigatório no organismo humano, a proximidade de  $O_2$  com outras moléculas e sistemas complexos celulares dá origem as espécies reativas do oxigênio, dentre as quais se encontram os radicais livres (HALLIWELL, 2006). Então, o uso de  $O_2$  dá origem a algo que é reativo e que pode causar danos a componentes celulares. A própria molécula de  $O_2$  é reativa e pode ser classificada como um radical livre, pois apresenta dois elétrons desemparelhados em sua estrutura química. Sendo assim, um radical livre é qualquer molécula capaz de existir de maneira independente, mesmo quando um ou mais de seus elétrons estejam faltando. Se existe, então, um ou mais elétrons desemparelhados, ou seja, sem seu par, na estrutura daquela molécula, ela será chamada de radical livre (HALLIWELL, 2006).

A presença de um ou mais elétrons desemparelhados garante maior reatividade a este radical livre, que poderá reagir de maneira inespecífica e descontrolada com outras moléculas a sua volta. Isto é diferente das espécies reativas, às quais apresentam a capacidade de formar radicais livres, mas não apresentam elétrons desemparelhados. Assim, dentro do grande grupo de espécies reativas, encontramos os radicais livres. Embora a quantidade de moléculas reativas que possa ser formada a partir do uso do  $O_2$  nas mitocôndrias não seja grande, isto pode trazer danos a diferentes componentes celulares, tais como carboidratos, proteínas e lipídios. Este dano pode ou não comprometer a função celular. Isto dependerá de sua amplitude (HALLIWELL, 2006).

As moléculas pró-oxidantes (espécies reativas e radicais livres) podem ser metabolizadas a algo menos reativo, devido à ação das defesas antioxidante. O aparato antioxidante conta com componentes enzimáticos e não-enzimáticos. Dentre as defesas antioxidantes enzimáticas, encontram-se as diferentes formas de

superóxido dismutase (SOD), a catalase (CAT), as formas de glutathiona peroxidase (GPx), de glutathiona redutase (GR) e as peroxirredoxinas (PRx), dentre outras (BARREIROS et al 2006).

Já o componente não-enzimático do sistema antioxidante conta com moléculas como vitaminas antioxidantes (vitamina A em baixas concentrações, vitamina C – o ácido ascórbico –, vitamina E, dentre outras) e glutathiona reduzida (GSH, que é uma molécula pequena composta por três aminoácidos, inclusive uma cisteína, em estado reduzido) (BARREIROS et al 2006). Há outras inúmeras moléculas que não são enzimas, mas que apresentam importante papel antioxidante, tais como os polifenóis, que estão presentes no vinho e no chocolate. Todas estas são usadas pelos diferentes tipos celulares na defesa antioxidante (ERGIN, HARIRY, KARASU, 2013).

Estresse oxidativo ocorre no momento que o nível de defesa antioxidante celular não é o bastante para deter o dano provocado por espécies reativas. É comum observar momentos de estresse oxidativo associados a inflamações, distúrbios neurodegenerativos, intoxicações, dentre outros. A análise de ambiente redox é complexa e conta com a quantificação de moléculas que possam aparecer ao longo do desenvolvimento de estresse oxidativo. Um exemplo é a formação de malondialdeído (MDA), produzido quando ocorre dano a lipídios. Lipídios são encontrados, principalmente, em membranas biológicas tanto células quanto organelas é no tecido adiposo, armazenados como triglicerídeos. Lipídios também podem ser encontrados em outros locais e dentro de outros tecidos, como no fio de cabelo. Assim, quando se encontra elevado nível de MDA em algum tecido, pode-se sugerir, com bastante ênfase, que há estresse oxidativo naquele tecido e que envolve dano oxidativo a lipídios (KERKSICK, WILLOUGHBY, 2005; FERNANDES et al, 2012;).

Não só o O<sub>2</sub> e seus derivados causam danos a componentes celulares, mas há derivados pró-oxidantes do N<sub>2</sub> também. O estresse nitrosativo é importante em

diversos tecidos, mas aparece muito em momentos de inflamação.

## 2.7 Resíduos químicos

O TGA é considerado um resíduo químico do grupo B. Este tipo de resíduo pode oferecer riscos à saúde humana e ao meio ambiente, dependendo das suas características de toxicidade, inflamabilidade, corrosividade e reatividade, quando não forem submetidos a um destino final correto e específico (BRASIL, 2004). Sabe-se que o destino final do TGA, que compõe o alisamento definitivo, é enxaguado e diretamente liberado sobre esgoto comum (resíduo da lavagem do cabelo), sem tratamento adequado para o efluente, podendo desencadear problemas ambientais.

A qualidade da água influencia os estados fisiológicos dos animais, vegetais e microrganismos que a habitam. Variações bruscas em temperatura ou em pH contribuem no desenvolvimento de patologias animais, afetando taxa de crescimento e de reprodução destes, no meio alterado (CARVALHO, FERNANDES, 2006). Além dos fatores expostos, há artigos reportando que alterações na qualidade da água podem levar a distúrbios celulares que induzem ou agravam a sanidade animal, incluindo estresse oxidativo e morte celular em taxas elevadas (GARCIA et al., 2011).

Desta maneira, torna-se importante haver certa estabilidade na qualidade da água. No entanto, havendo liberação de substâncias como o tioglicolato de amônio no ambiente, há chance de tais parâmetros serem alterados, já que o amônio pode ser liberado em solução aquosa. Ainda, este íon amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) pode perder seu próton para o meio, podendo resultar em variações de pH, condutividade, carbono orgânico total e nitrogênio (BURNETT et al, 2009). Em conjunto, estas modificações da qualidade do meio influenciam negativamente a fisiologia dos seres vivos que o habitam.

Para análise da qualidade da água, parâmetros de carbono orgânico total e nitrogênio são necessários, já que emissão do TGA por ação antrópica pode

contribuir para a poluição do meio ambiente, através do ciclo do carbono, pois parte do dióxido de carbono é lançado na atmosfera. Portanto, é absorvida por corpos d'água, rios e oceanos. Este dano ao meio ambiente pode causar o que se chama de efeito estufa, pois as altas concentrações resultam no aumento da temperatura (TOMÉ, 2012).

Atualmente o desenvolvimento sustentável é um dos grandes temas em busca da preservação do meio ambiente e do desenvolvimento humano. A poluição é um dos maiores problemas ambientais que pode ser causada por vários fatores, entre eles, os resíduos, que podem ser gerados por indústrias ou até mesmo de maneira caseira. Entre estes, está o TGA. Este efluente pode provocar a contaminação do meio ambiente e causar vários efeitos na vida aquática e terrestre, ocasionando um impacto ambiental.

Segundo Macêdo, 2002, p. 19, o impacto ambiental é:

“Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: a saúde, a segurança e o bem estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos ambientais”.

### 3 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

A presente pesquisa é de caráter explicativo, pois visa aprofundar o conhecimento da realidade, procurando determinar relações de causa e efeito do produto, utilizando procedimentos técnicos experimentais. Pode ser abordada como quantitativa, pois será realizada uma coleta de dados resultantes da medida, quantificação dos dados e análises *in vitro* da atividade antioxidante, ensaio de liberação e geração de resíduos do ativo tioglicolato de amônio, sendo o método indutivo, o é que adequado para demonstrar este estudo (CHEMIN, 2013).

#### 3.1 Potencial antioxidante *in vitro*

O potencial antioxidante do tioglicolato de amônio foi testado, utilizando os princípios da técnica de Espécies reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) (NETO et al, 2013). Para isso, utilizou-se a gema de ovo como fonte de lipídios, incubando-a com o ativo TGA, da marca Aldrich, possuindo seu grau de pureza em 60% em água. A ideia foi avaliar quanto o TGA consegue proteger a gema de um indutor de dano oxidativo. A avaliação é feita pela aplicação da técnica de TBARS. A peroxidação lipídica foi medida através da formação de malondialdeído, através de uma reação ao ácido tiobarbitúrico. As concentrações de TGA utilizadas no experimento, foram de 0,0005%, 0,005%, 0,05%, 0,5% e 5% e acrescidas nos tubos de controle e teste. A quantidade de TBARS foi determinada pela leitura em espectrofotômetro a 532 nm. O procedimento foi realizado em triplicata.

### 3.2 Ensaio de liberação

Testes de liberação *in vitro*, são utilizados para determinar a liberação de fármacos e para o controle de qualidade de produtos, principalmente, por formulações dermatológicas. O ensaio de liberação tem como objetivo caracterizar o produto e o controle da qualidade (SIEWERT et al, 2003). O uso de células de difusão vertical como célula de Franz, contendo uma membrana sintética para determinar a liberação *in vitro* de cosméticos, tornou-se um método popular para analisar a liberação e permeação de ativos através do tecido subcutâneo (SHAH, 1991; BEMVINDO, 2006; TASSINARY, 2010; FERRONY et al 2012).

A célula de Franz possui dois compartimentos, um possui o ativo a ser avaliado e o outro compartimento contém uma solução onde o ativo é solúvel. Estes são divididos por uma membrana que pode ser natural ou sintética. O ativo cosmético é depositado sobre a membrana do compartimento doador (FRIEND *apud* BEMVINDO, 2006). A passagem ocorre para o meio receptor e é avaliada através da análise da solução nela contida, em tempos diferentes. A figura 8 representa a célula de difusão de Franz.

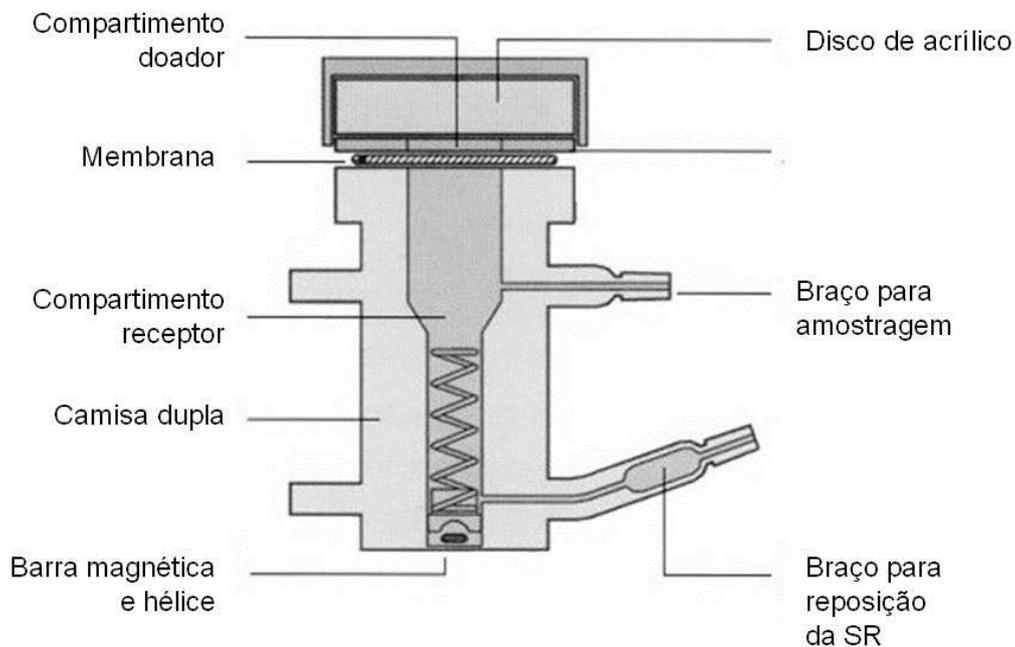


Figura 8: Célula de difusão de Franz.

Fonte: Adaptação do manual da célula - *Hanson Research Corp*

Com base na literatura, investigou-se o potencial de liberação *in vitro* do TGA, utilizando-se o sistema de célula vertical de Franz. Estipularam-se as concentrações de 0,5 e 5% do ativo, relacionados às proporções utilizadas na forma prática do procedimento, assim como o tempo indicado pelos fabricantes.

Preparou-se um sistema (figura 9), utilizando a membrana de acetato de celulose de 0,45  $\mu\text{m}$  de porosidade, com área exposta de 7,06  $\text{cm}^2$ , da marca Sartorius Biolab Products®, para o estudo de liberação. Manteve-se em banho ultratermostatizada de água em 37°C, a célula vertical, que continha em seu receptor, uma preparação de água com álcool etílico 99% (Qhemis), na proporção de 1:1, para receber a liberação. No compartimento doador, foi acoplado o agente, o composto de tioglicolato de amônio 0,5 e 5% + veiculado à glicerina (Nuclear) e posteriormente o sistema foi fechado, com cuidado para não formar bolhas sob a

membrana disposta. Após esse procedimento, realizou-se a retirada das amostras, através de uma seringa, deslocado através da cânula de amostragem no braço da célula, em função dos tempos (15, 30 e 45 minutos). A análise de absorvância foi medida através da leitura da faixa de espectrofotômetro, no comprimento de onda de 230 nm, parâmetro escolhido próximo ao que condiz a literatura (ELDER *apud* BURNETT et al 2009).



Figura 9: Sistema de difusão vertical, sobre a mesa de banho ultratermostatizada a 37°C, utilizados na pesquisa

Fonte: Do autor.

Os valores de absorvância foram convertidos em concentração, através da curva padrão de TGA em meio aquoso, em diferentes concentrações (figura 10).

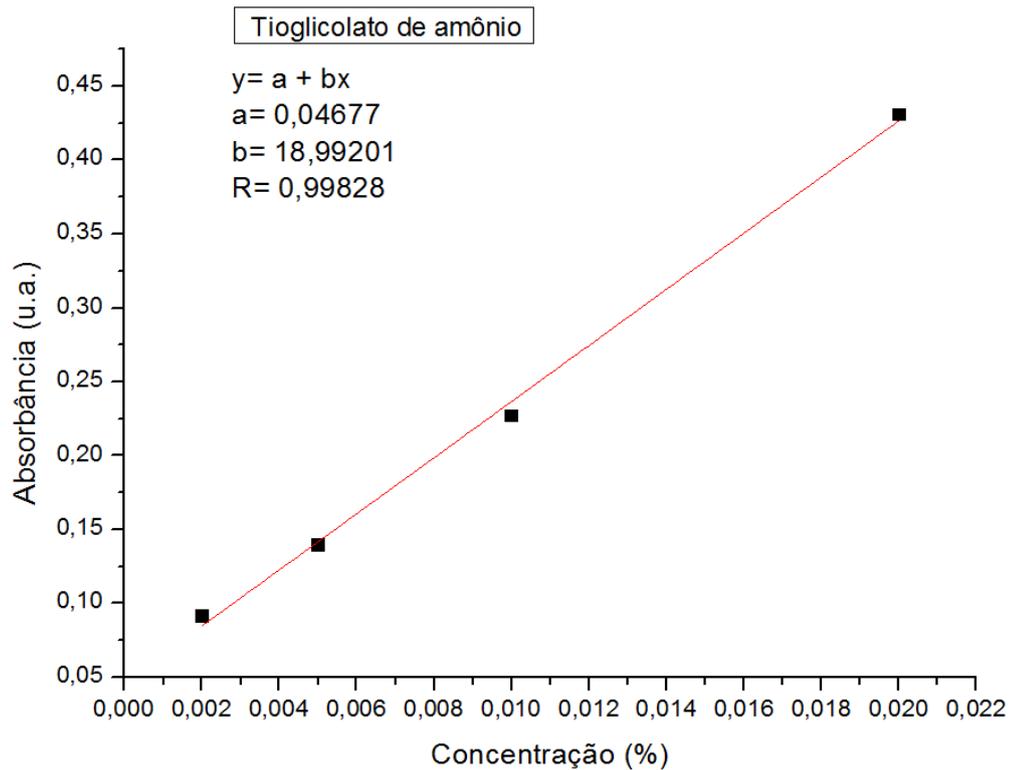


Figura 10: curva de absorvância de TGA

Analisando a figura 10, verifica-se que há uma tendência linear da absorvância *versus* a concentração de soluções aquosas de TGA, sendo que a curva obtida,  $y = 18,99201 \cdot x + 0,04677$ , possui  $R = 0,99828$ . A partir desta curva de calibração os valores de absorvância medidos nos demais experimentos foram convertidos para valores de concentração, nos ensaios de liberação.

### 3.3 Análise da qualidade da água

Antes e após a adição de TGA, nas concentrações de 0,5 e 5%, em sistema aquoso nos tempos de 30 minutos, 1 hora e 12 horas, alíquotas de água foram

coletadas para posterior caracterização em triplicata por meio das seguintes análises:

- pH (pHmetro 827– METROHM)
- Condutividade (Condutímetro 856 – METROHM)
- Carbono Orgânico Total (Equipamento – TOC-VCPH da SHIMADZU).

A determinação de TOC foi realizada com o TGA, adicionado em água, por uma oxidação térmica de 900°C. A amostra de água foi analisada por 3 minutos, utilizando uma absorção do infravermelho para determinar o dióxido de carbono (HARRIS, 2002).

- Nitrogênio (TNM-1 da SHIMADZU).

O método Dumas consiste em obter uma amostra que é misturada com óxido de cobre (II), pulverizada e queimada em tubo de combustão, produzindo dióxido de carbono, água, nitrogênio e quantidades mínimas de óxidos de nitrogênio. Um fluxo de dióxido de carbono conduz esses produtos por um cartucho que contém cobre aquecido, reduzindo quaisquer óxido de nitrogênio a nitrogênio elementar. Depois da mistura ser passada por uma bureta de gás com hidróxido de potássio concentrado, o único componente não absorvido é o nitrogênio e seu volume é medido diretamente (SKOOG *et al.*, 2006).

### **3.4 Análise e comparação dos dados**

Os dados obtidos nesta pesquisa foram analisados através de ANOVA de uma via seguida de teste pós-hoc de Tukey, considerando como significativamente diferente do controle, quando  $p < 0,05$ . Os demais dados foram avaliados a partir de gráficos no software Origin®. Todos os procedimentos foram realizados em triplicata.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Avaliação da capacidade antioxidante do tioglicolato de amônio

Pode se observar na figura 11 que o tratamento com TGA em concentrações crescentes induz um efeito antioxidante quanto à formação do intermediário reativo MDA, o qual indica dano oxidativo a lipídios (NETO et al 2013; KERKSICK, WILLOUGHBY, 2005; FERNANDES et al, 2012). Não houve diferença significativa entre as concentrações de TGA aplicadas neste parâmetro.

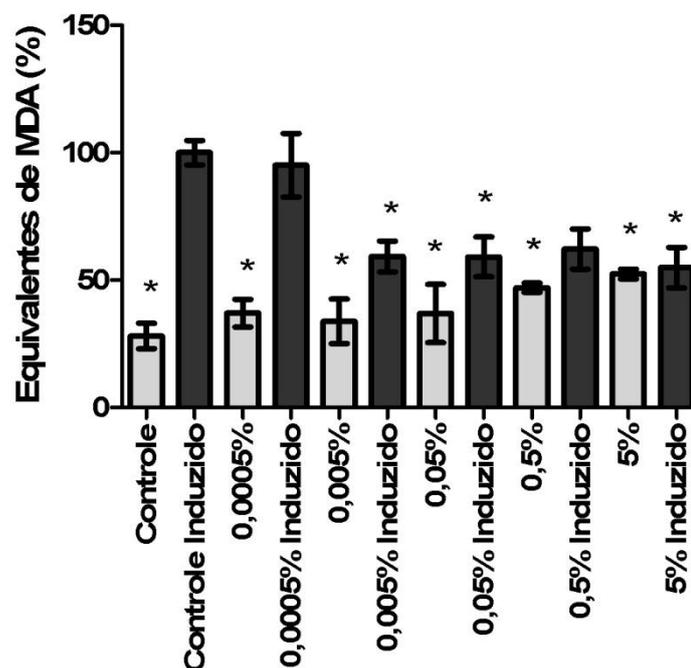


Figura 11: Avaliação da atividade antioxidante quanto à formação do intermediário reativo MDA.

Por meio da quantificação da formação de MDA em análise *in vitro*, observou-se que o TGA diminuiu a formação deste intermediário reativo importante, ao longo de uma cascata de dano oxidativo a lipídios em qualquer concentração testada. Assim, pode-se inferir que o TGA é um agente antioxidante contra dano à lipídios.

Mediante o exposto, pode-se sugerir que o TGA diminua a chance de ocorrer dano oxidativo em lipídios envolvidos na fisiologia do couro cabeludo e ao longo do processo de alisamento no fio de cabelo.

## 4.2 Ensaios de liberação

A figura 12 demonstra os picos da absorbância máxima (230 nanômetros), através da análise da varredura espectrofotométrica de 200 a 900 nm, nos ensaios de liberação com a membrana de acetato de celulose, com a concentração de 0,5 de TGA, após 45 minutos em célula de difusão vertical e os picos de absorbância máxima da glicerina (veículo).

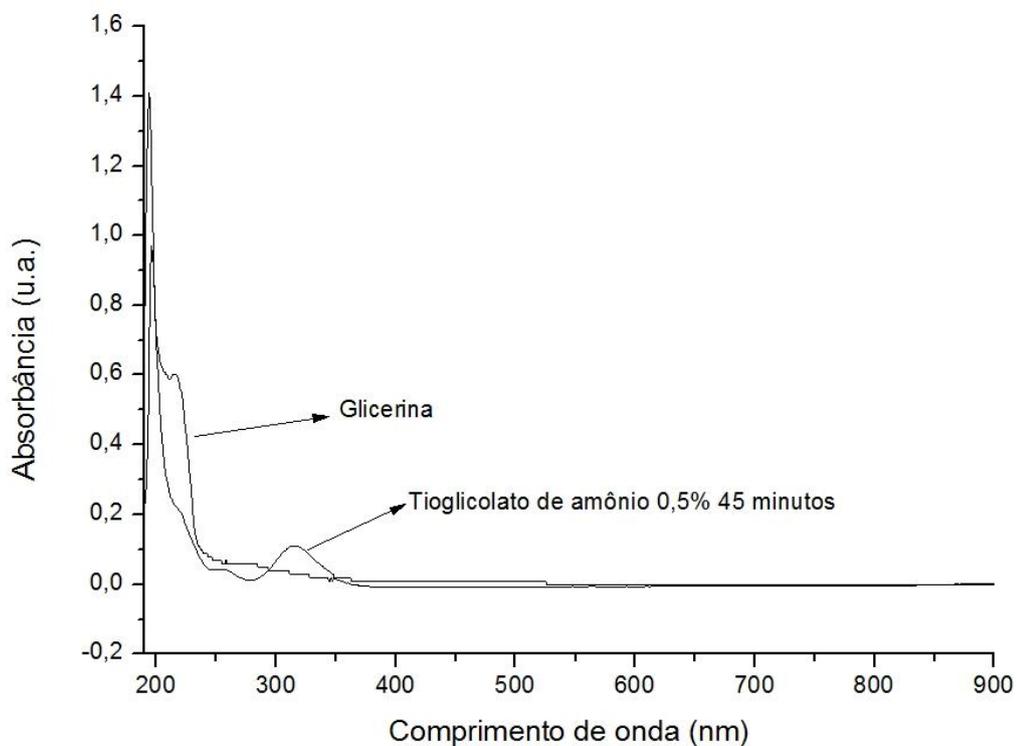


Figura 12: Absorbância máxima de 0,5% de TGA em função do tempo

A tabela a seguir (tabela1), demonstra os resultados obtidos através da análise absorbância, nos ensaios de liberação com a membrana de acetato de

celulose, com a concentração de 0,5 e 5 % de TGA, após o tempo de exposição de 15, 30 e 45 minutos em célula de difusão vertical. Nesta análise, as triplicatas mostraram que quanto maior o tempo de exposição, maior a liberação para o meio receptor. Observou-se que após 15 minutos, a concentração em percentual de TGA foi entre 0,001 % e 0,003% e tende a triplicar a sua concentração na solução receptora quando exposto ao tempo de 45 minutos.

Tabela 1: Concentração de tioglicolato de amônio na solução receptora *versus* tempo de liberação:

Concentração TGA (%) em amostras contendo glicerina – sistema doador	Concentração percentual (%) de TGA em sistema receptor contendo água/álcool etílico		
	Após 15 min.	Após 30 min.	Após 45 min.
0,5	0,001	0,005	0,007
5	0,003	0,007	0,009

A liberação de TGA em 0,5% e 5% após o tempo de 45 minutos, foi quantificada em 991,5  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$  e 1274,78  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ , respectivamente. Estes números foram maiores em comparação a trabalhos anteriormente publicados na literatura, pelo fato de haverem diferentes tamanhos dos grupamentos ligados ao oxigênio do tioglicolato e do caráter de ser um sal orgânico do TGA.

Para comparação de dados, análises de liberação foram analisadas com célula de difusão vertical do tipo Franz, onde o ativo avaliado foi o tioglicolato de glicerila, um derivado do ácido tioglicólico, em solução contendo 11% do ativo. A membrana utilizada neste caso foi a pele humana. A liberação foi medida após os tempos de 8 e 48 horas, quantificando 9,1  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$  e posteriormente 1217  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$  (WALTERS et al *apud* BURNETT et al 2009).

Um relato de caso foi reportado, com um cabeleireiro, que realiza de 5 a 10 procedimentos diariamente. Concentrações de TGA em 0,3, 0,5, 0,7%, 1%, 3%, 5% e 7%, apresentaram dermatite alérgica de contato (eritema e inchaço), observadas após o tempo de aplicação de 24, 48 e 72 horas. Os testes foram aplicados com 7 diferentes tipos soluções contendo tioglicolato de amônio. As reações persistiram por mais de uma semana. Concluiu-se que o ativo é causador de reações alérgicas em cabeleireiros, pelo contato com a pele e consequente permeação (STRAUBE *apud* BURNETT et al, 2009).

#### **4.3 Estabilidade da solução aquosa de TGA em função do tempo.**

Para quantificar as medidas da estabilidade da água, foi adicionado o TGA em concentrações de 0,5 e 5%, em tempos de 30 minutos, 1 hora e 12 horas.

##### **4.3.1 Medidas de Condutividade:**

Compostos em contato com a água, podem se dissociar, induzindo a condutividade elétrica que corresponde a capacidade da água em transmitir a sua corrente elétrica. A condutividade elétrica é medida utilizando a unidade de micromhos/cm que corresponde a microsiemens/cm. Pode ser bastante variada a condutividade em águas superficiais e subterrâneas, podendo ser parâmetros de 50  $\mu\text{S/cm}$  baixo, variando até 50.000  $\mu\text{S/cm}$ , que é a condutividade da água do mar (MACÊDO, 2002).

Nas concentrações testadas, o TGA apresentou um aumento de condutividade, de uma maneira dependente de tempo. As figuras 13 e 14 demonstram as medidas de condutividade, em milisiemens/cm, em função do tempo.

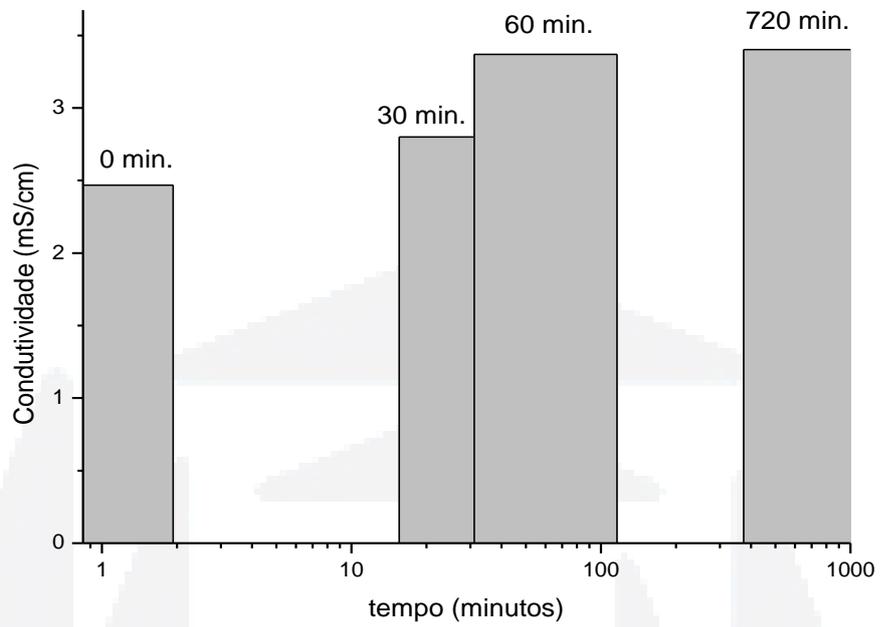


Figura 13: Condutividade de 0,5% de TGA, em função do tempo

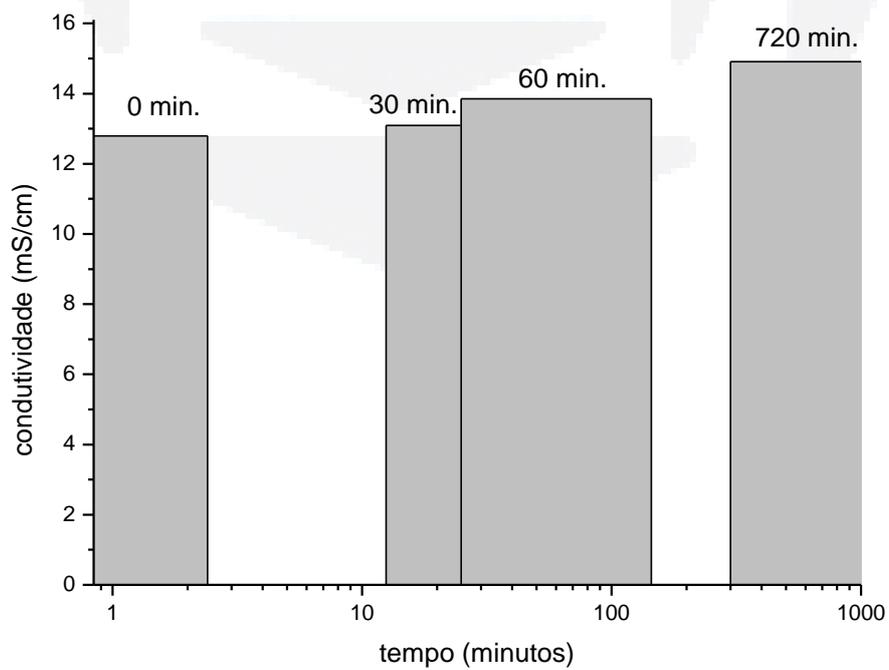


Figura 14: Condutividade de 5% de TGA, em função do tempo

### 4.3.2 Medidas de pH:

Os valores de pH mantêm-se constantes com uma tendência a aumento nas concentrações de 0,5 % e 5% de TGA, sendo então classificado como neutro. Segundo a resolução do CONSEMA 128/2006, este efluente está de acordo com os padrões das normas estipuladas para emissão de efluentes em corpos d'água superficial, limitando valores de pH entre 6,0 e 9,0.

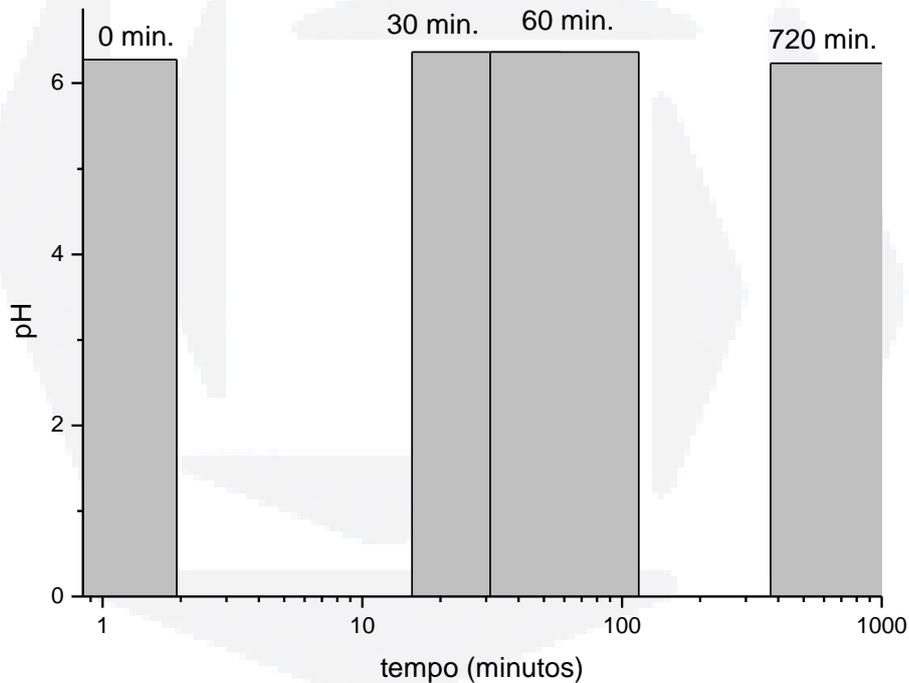


Figura 15: Medidas da concentração de pH, na concentração de 0,5% de TGA, em função do tempo.

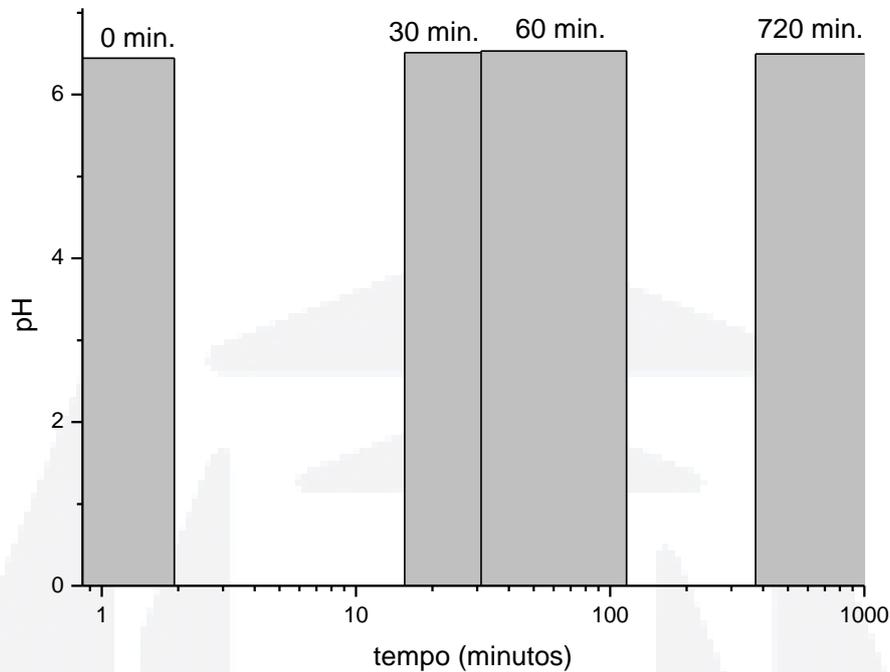


Figura 16: Medidas da concentração de pH, na concentração de 5% de TGA, em função do tempo

Em linhas gerais, há uma tendência de aumento de condutividade e de pH, tanto em concentrações 0,5% como 5%, podendo ser devido ao fato de que, quando em contato com a água, há uma tendência de que o tioglicolato de amônio se dissocie, passando a estar disponível no meio aquoso o íon amônio, explicando a tendência de aumento da condutividade e pH, o que confirma Burnett e colaboradores, 2009, detalhando que sais do ácido tioglicólico devido à seus componentes iônicos, normalmente se dissociam quando em contato com a água.

#### 4.3.3 Medidas de TOC e TN em função do tempo:

Os gráficos 17 e 18 demonstram os teores de carbono orgânico total e nitrogênio total.

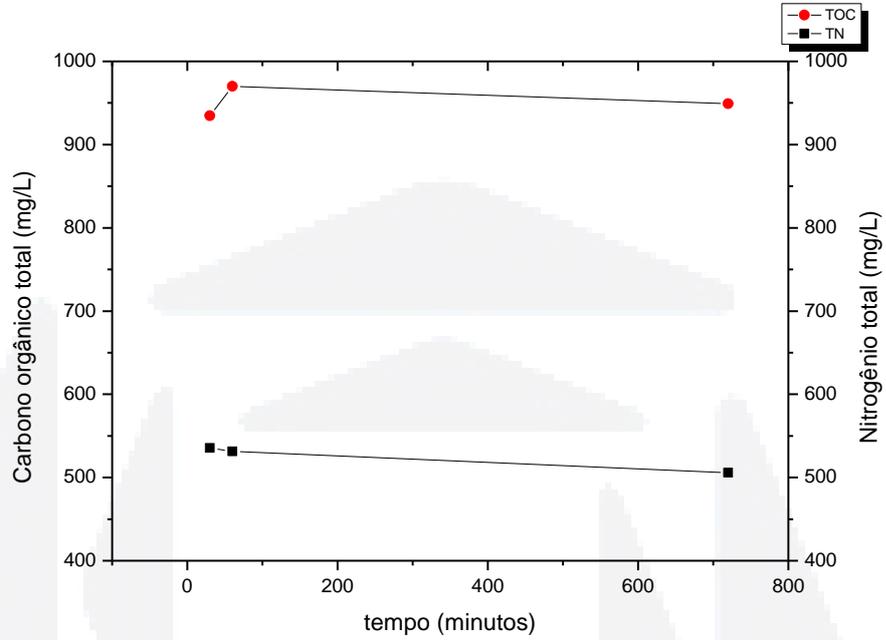


Figura 17: TOC e TN em 0,5% de tioglicolato de amônio, em função do tempo

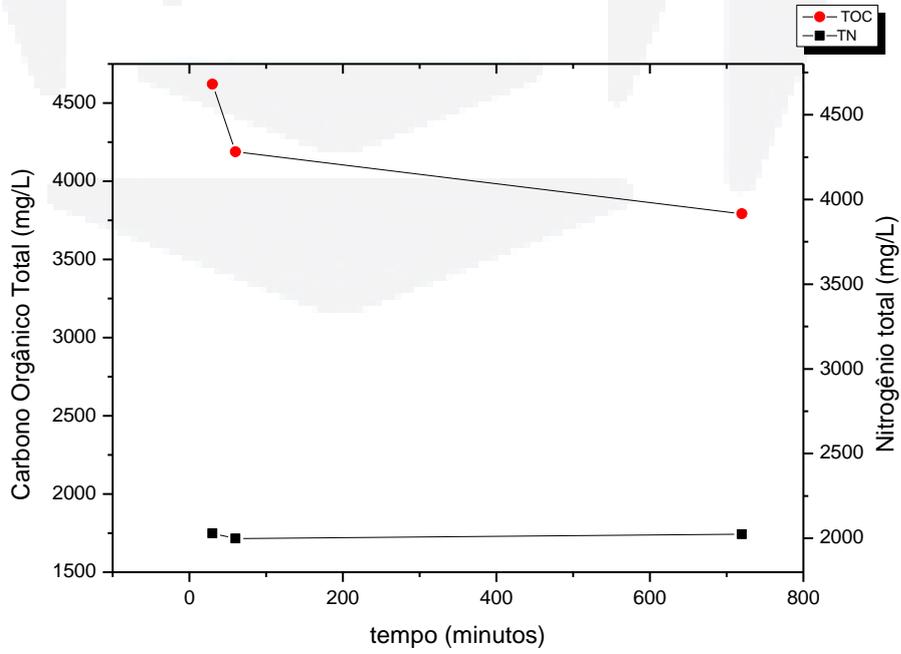


Figura 18: TOC e TN em 5% de tioglicolato de amônio, em função do tempo

Há uma tendência de estabilidade do TOC, com leve decréscimo do TN em função do tempo, podendo ser devido à liberação de amônia volatilizada, na forma de gás para o ambiente, corroborando os resultados obtidos nas análises de pH e condutividade.

Considerando as necessidades de preservar o meio ambiente, mantendo a sua qualidade, preservando a saúde pública e os recursos naturais, a resolução do Conselho Estadual do Meio Ambiente (CONSEMA) 128/2006 dispõe em sua categoria, os padrões de emissão de efluentes para sua liberação em corpos hídricos do RS. Conforme estipulado, os efluentes líquidos poluidores só poderão ser despejados em corpos d'água superficial se atenderem aos seus padrões de emissão. Neste caso, percebe-se que após a avaliação da quantidade de TN, na adição de TGA, nos diferentes tempos, obteve-se uma média de 512,65 mg/L, na concentração de 0,5% e de 1735,4 mg/L na concentração de 5%, sendo que o limite máximo para vazões menores que 100 m<sup>3</sup>/dia de lançamento é de 20 mg/L. Ao avaliar a quantidade de TOC, observou-se que os níveis se mantiveram elevados. No primeiro momento, como demonstra a figura 17, a média obtida de TOC, foi de 939,23 mg/L e posteriormente na figura 18, houve um aumento de TOC, devido a maior concentração de TGA (5%), que apresentou uma média de 4199,83 mg/L.

É possível comparar os resultados de TOC, com os padrões de emissão demanda química de oxigênio (DQO). Os resultados de TOC equivalem à aproximadamente três vezes mais do que DQO (AQUINO et al, 2006). Portanto, os valores estipulados de DQO, para vazões menores que 20 m<sup>3</sup>/dia, são de 400 mgO<sub>2</sub>/L. Desta forma, pode-se concluir que os níveis de TOC estão elevados e não estão de acordo com o que determina a resolução da CONSEMA 128/2006.

A gestão da água e a sua escassez, o uso inadequado, estavam sendo um dos maiores problemas da humanidade do século XXI, que todo o planeta terra já estava sentindo os sinais da natureza, demonstrando para o homem que ele deveria acordar para um novo sentido de vida. Em função da degradação e previsões pessimistas em relação a insuficiência da água, o homem começou a entender que

a sua sobrevivência já estava sendo ameaçada se nenhuma medida fosse tomada para a preservação e proteção da natureza (MACÊDO, JORDÃO *apud* MACÊDO 2002).



## 5 CONCLUSÃO

O alisamento de cabelo, que utiliza o tioglicolato de amônio como ativo alisador, pode ser utilizado de forma segura para tratamentos do fio de cabelo, desde que siga as instruções de uso do fabricante. Em cabelos naturais, que estão extremamente hidratados, onde suas pontes dissulfeto estejam íntegras, o método propicia um excelente resultado, proporcionando um liso perfeito.

O tioglicolato de amônio apresentou características positivas quanto ao seu efeito protetor em lipídios. Não houve aumento significativo nos níveis de malondialdeído (MDA) nas concentrações testadas até 5%. Portanto, o TGA apresentou ser um antioxidante em lipídios, que podem estar envolvidos tanto na fisiologia do couro cabeludo, quanto na estrutura do fio de cabelo.

Quando testado sua liberação, em célula de difusão vertical, pôde-se concluir que quanto maior o tempo e maior a concentração de tioglicolato de amônio no compartimento doador, maior foi o aumento na liberação do ativo para o meio receptor, ou seja, quanto mais o produto ficar exposto ao couro cabeludo, maior concentração de TGA pode ser absorvida.

Recomenda-se que os profissionais que estão expostos ao tioglicolato de amônio, protejam-se, utilizando luvas de proteção, para evitar reações alérgicas, que podem acontecer em decorrência do contato com a pele, durante a aplicação do procedimento. Também se indica que seja respeitada a distância entre o couro cabeludo e o fio de cabelo, indicados pelo fabricante.

Em relação às análises apresentadas na qualidade da água, fica claro que os valores de TOC e TN não estão de acordo com a resolução do estado. O tioglicolato de amônio apresentou-se, de certa maneira, tóxico e pode em contato com a vida aquática, não ser seguro, pois os valores estão acima da média de lançamento para corpos d'água.

As principais causas da poluição ambiental são causadas pela ação antrópica, que aumentam a cada dia, com a disposição inadequada de resíduos

para o meio ambiente.

Deve-se buscar o desenvolvimento sustentável para garantir as necessidades das gerações futuras, e também para gerações presentes, para poderem gozar do momento, e para isso, precisam-se ter atitudes para mudar a realidade que aponta hoje em dia para a vida no planeta.

Faz-se necessário um planejamento adequado para os resíduos químicos produzidos pelas clínicas de estética capilar e institutos de beleza, que proporcionem condições adequadas para o seu descarte, contribuindo para o equilíbrio ambiental.

Sugestões para trabalhos futuros:

- Outros métodos para avaliar o estresse oxidativo, causado pela ação de TGA;
- Ensaio de absorção de TGA;

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ABIHPEC, Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos. V, 2, **II Caderno de Tendências**. São Paulo: Printcrom, 2010. Acesso dia 9 de abril de 2013 em [http://www.abihpec.org.br/wp-content/uploads/2011/08/caderno\\_tendencias1.pdf](http://www.abihpec.org.br/wp-content/uploads/2011/08/caderno_tendencias1.pdf)

ABRAHAM S. L., MOREIRA M. A., MOURA. H. L., GAVAZZONI. R. F. M., ADDOR S. A. F. Tratamentos estéticos e cuidados dos cabelos: uma visão médica (parte 2) **Surgical & Cosmetic Dermatology**, v. 1, nº4, p.-178-185, 2009.

ANVISA. Vigilância Sanitária – Alimentos, Medicamentos, Produtos e Serviços de Interesse à Saúde. **Guia didático**. Ed. Copyright, 2007.

AQUINO, S. F.; SILVA, S. Q.; CHERNICHARO, C. A. L. Considerações práticas sobre o teste de demanda química de oxigênio (dco) aplicado a análise de efluentes anaeróbios. **Engenharia sanitária ambiental**. V. 11, nº 4, p. 295-304. 2006.

AZULAY, Rubem David. **Dermatologia**. 5ª ed. Rio de Janeiro:Guanabara Koogan, 2008.

BARREIROS, André L.B. DAVID, Jorge M. DAVID, Juceni P. Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesa do organismo. **Química Nova**. Vol. 29, No. 1, 113-123, 2006.

BARSANTI, Luciano. **Dr. Cabelo: saiba tudo sobre cabelos: estética, recuperação capilar e prevenção da calvície**. São Paulo: Elevação, 2009.

BEDIN, Valcinir. **Cabelo: Tudo o que você precisa saber**. São Paulo: Ateneu, 2009.

BEMVINDO, Carolina Soares. **Estudo comparativo da liberação e penetração cutânea de nitrato de miconazol de emulsões tópicas comerciais**. Dissertação - Programa De Pós-Graduação Em Ciências Farmacêuticas. Rio de Janeiro, 2006.

Bolduc C, SHAPIRO. Hair care products: waving, straightening, conditioning, and coloring. **J. Clin Dermatol.**, 2001, v.19, p.431-6, 2001.

BOUILLON, C; WILKINSON, J. **The science of hair care**. 2ª Ed. Estados Unidos, 2005.

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Lei nº 6.360, de 23 de setembro de 1976. **Dispõe sobre a vigilância sanitária a que ficam sujeitos os medicamentos, as drogas, os insumos farmacêuticos e correlatos, cosméticos, saneantes e outros produtos, e dá outras providências**. Disponível em: [http://www.anvisa.gov.br/legis/leis/6360\\_76.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/leis/6360_76.htm). Acesso em 25 de setembro de 2013.

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Alisamentos. Folheto explicativo**. Disponível em: [http://www.anvisa.gov.br/cosmeticos/alisantes/folder\\_alisantes/alisantes.htm](http://www.anvisa.gov.br/cosmeticos/alisantes/folder_alisantes/alisantes.htm). Acesso em 25 de setembro de 2013.

BRASIL, Resolução da Diretoria Colegiada – **Regulamento Técnico para gerenciamento de resíduos de serviços de saúde**. Resolução nº 306 de 7 de dezembro de 2004.

BURNETT, Christina L., BERGFELD Wilma F., Belsito Donald V., KLAASSEN Curtis D., MARKS James G., Jr, SHANK Ronald C., SLAGA Thomas J., SNYDER Paul W., Cosmetic Ingredient Review Expert Panel and ANDERSEN, F. Alan. Final Amended Report on the Safety Assessment of Ammonium Thioglycolate, Butyl Thioglycolate, Calcium Thioglycolate, Ethanolamine Thioglycolate, Ethyl Thioglycolate, Glyceryl Thioglycolate, Isooctyl Thioglycolate, Isopropyl Thioglycolate, Magnesium Thioglycolate, Methyl Thioglycolate, Potassium Thioglycolate, Sodium Thioglycolate, and Thioglycolic Acid. **International Journal of Toxicology**.V. 28, n. 4S, p. 68-133. Washington, 2009.

CARVALHO C.S., FERNANDES M.N. Effect of temperature on copper toxicity and hematological responses in the neotropical fish *Prochilodus scrofa* at low and high pH. **Aquaculture**. V 1, n- 251, p. 109-117, 2006.

CHEMIN, Beatris Francisca. Manual da Univates para trabalhos acadêmicos: planejamento, elaboração e apresentação. 2. ed. - Lajeado: Ed. da Univates, 2012.

CHENG Z, RISTOW M. Mitochondria and metabolic homeostasis. *Antioxid Redox Signaling*. Jul , v. 19, p.240-2, 2013.

COLENCI, P. V. Ana. **Efeito de uma formulação contendo o biopolímero quitosana sobre a fibra capilar caucasiana**. Dissertação de mestrado. Curso de pós graduação em bioengenharia. São Carlos, 2007.

CONSEMA, Conselho Estadual do Meio Ambiente. Secretária do Meio Ambiente do Rio Grande do Sul. Resolução nº 128 de 24 de novembro de 2006.

De OLIVEIRA, M. Roberto. **Efeitos agudos e crônicos de suplementação com diferentes doses de vitamina A sobre parâmetros de estresse oxidativo e comportamentais em ratos**. Dissertação de Mestrado – Pós Graduação em Ciências Biológicas: Bioquímica. Porto Alegre, 2008

DELDOTTO Lauren; KASPRZYK, Elzbieta ; SOUZA, Francisco Santin de; STORELLI, M O R O. Proteína hidrolizada de quinoa no tratamento de cabelos quimicamente danificados. **Cosmetics e Toiletries**. V 23, p. 36-40, 2011.

DIAS, S. C. T, GAMA, M. R., FRANÇA, A. S., KANEKO, M. T., BABY, R. A., VELASCO, R. V. M. Relaxer treatments: are the hair mechanical properties affected by them? São Paulo, 2012.

DRAELOS, Z.D. The biology of hair care. **Dermatologic clinics**. V 18, n4, 2000.

DRAELOS, Zoe Diana; M. D; F. A. A. D. **Cosméticos em Dermatologia**. Rio de Janeiro: Revinter, 1999.

ERGIN V, HARIRY RE, KARASU C. Carbonyl Stress in Aging Process: Role of Vitamins and Phytochemicals as Redox Regulators. *Aging and disease*. V. 4, p. 276–294, 2013.

FERNANDES, W. Roberto, RODRIGUES, A. Jaqueline; MICHIMA, E. S. Lilian; SIQUEIRA, F. Renata. Avaliação do estresse oxidativo em cavalos de trote através da mensuração de malondialdeído (MDA) e glutathiona reduzida (GSH) eritrocitária. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. V. 32(7), p. 677-680, 2012.

FERRONY Daniel, ROGGIA Isabel, ALVES Marta Palma. Avaliação da liberação “in vitro” da dexametasona nanoestruturada e incorporada em um creme gel. **Disc. Scientia**. **Série: Ciências da Saúde**, Santa Maria, v. 13, n. 1, p. 51-62, 2012.

FRANÇA, A. S, GAMA, M. R, DIAS, S. C. T, BABY, R. A., MATOS, R. J., LIMA, R. C., VELASCO, R. V. M. Evaluation of hair thermal properties after straightening and oxidative hair dye process. São Paulo, 2005.

GARCIA L.O., BECKER A.G., BERTUZZI T., CUNHA M.A., KOCHHANN D., FINAMOR I.A., RIFFEL A.P.K., LLESUY S., PAVANATO M.A., BALDISSEROTTO B.. Oxidative stress parameters in silver catfish (*Rhamdia quelen*) juveniles infected with *Ichthyophthirius multifiliis* and maintained at different levels of water pH. **Veterinary Parasitology**, v. 178, Issues 1-2, p 15-21, 2011.

GOMES, Álvaro Luiz. O uso da tecnologia cosmética no trabalho do profissional cabeleireiro. São Paulo: Senac, 2006.

GRAY, J., M.B.B.S, M.R.C.G.P, M.I.T. Hair care and hair care products. **Clinics in dermatology**. V 19, p. 227-236. New York, 2001.

HALLIWELL, Barry. Reactive Species and Antioxidants. Redox Biology Is a Fundamental Theme of Aerobic Life. **Plant Physiology**. Vol. 141, pp. 312–322, 2006.

HANSON Research Corp. Vertical Diffusion Cell. Set-Up and manual operation.

HARRIS, C.D. Análise química quantitativa. 5ªed. P. 368, Ed. LTC. Rio de Janeiro, 2008.

HERNANDEZ, Micheline; MERCIER-FRESNEL, Marie Madeleine. **Manual de Cosmetologia**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Revinter, 1999.

INOAR, Cosméticos. Serviços – alisamento capilar marroquino Inoar. Disponível em <http://www.inoar.com/pt/servicos/alisamento/alisamento-marroquino>. Acesso em junho de 2013.

KERKSICK C., WILLOUGHBY D. The antioxidant role of glutathione and n-acetylcysteine supplements and exercise induced oxidative stress. **J.Int. Soc. Sports nutr.** V. 2(2), p.38-44, 2005.

KÖHLER, Rita de Cassia Oliveira. **A química da estética capilar como temática no ensino de química e na capacitação dos profissionais da beleza**. 2011. 113 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde- Santa Maria, 2011.

L'ORÉAL, Professional. **Texturas e Serviços – Guia do participante**.

LEONARDI, Gislaine Ricci. **Cosmetologia Aplicada**. 2ª ed. São Paulo, 2008.

MACÊDO, de B.A.J. Introdução a química ambiental: química e o meio ambiente e sociedade. 1ªed. Minas Gerais, 2002.

MANUSZAK, A., BORISH, T. E, WICKETT, R. R. Reduction of human hair by cysteamine and ammonium thioglycolate: A correlation of amino acid analysis and

single-fiber tensile kinetic data. **Journal Soc. Cosmet. Chem.**, v 47, p. 213-227, 1996.

NETO, D. N. José; SOUSA, P. de Damião ; FREITAS, M de Rivelilson. Avaliação do potencial antioxidante *in vitro* do nerolidol. **Revista Ciências Farmacêuticas Básica Aplicadas**. V34(1), p. 125-130, 2013.

PEREIRA, A., Nayara. Desenvolvimento sustentável. Revista **Jurídica do UNIRAXÁ**. V. 7, n. 6, 2012.

PEYREFITTE, Gérard; MARTIN, Marie-Claude; CHIVOT, Martini. **Estética-Cosmética. Cosmetologia, Biologia Geral, Biologia da Pele**. São Paulo: Andrei, 1998.

SCHUELLER, Randy. **Iniciação à química cosmetica**. V 2. São Paulo: Tecnopress, 2002.

SHAH, V. P. et al. In vivo percutaneous penetration / absorption. **International Journal of Pharmaceutics**. V. 74, p. 1-8, 1991.

SIEWERT, M. *et al.* FIP/AAPS Guidelines to Dissolution/*in vitro* release testing of Novel/Special dosage forms. **AAPS PharmSciTech**, v. 4, n. 1, p. 1-10, 2003.

SILVA, E.A. BOSCO, M. R. M, MOZER, E. Study of the frequency of allergens in cosmetics componentes in patients with suspected allergic contact dermatitis. **Anais Brasileiros de Dermatologia**. V 87, p. 263-8, 2012.

SKOOG; WEST, M.D.; HOLLER, J.F.; CROUCH, R.S. **Fundamentos da química analítica**. Ed. Thomson Learning. P. 414. São Paulo, 2006.

SWIFT J.A. **Fundamentals of human hair science**. 1<sup>a</sup> ed. Micelle Press, 1997.

TASSINARY, A. João, BIANCHETTI Paula, REMPEL, Claudete, STULP, Simone. Avaliação dos efeitos do ultrassom terapêutico sobre a cafeína e verificação da liberação em sistema de difusão vertical. **Química Nova**, Vol. XY, No. 00, 1-5, 2011.

TOMÉ, D. Vanessa. **Levantamento de carbono orgânico total (cot) dissolvido nos corpos de água superficiais na área do inpe-cachoeira paulista**. Ministério da Ciência e Tecnologia – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (relatório de PROJETO de iniciação científica - PIBIC/CNPq/INPE). Paraíba, 2012.

UFSCar – Universidade Federal de São Carlos. **Fundamentos Teóricos**. Disponível em [HTTP://www.liec.ufscar.br/ceramica/pesquisa/cosmeticos/page2.php](http://www.liec.ufscar.br/ceramica/pesquisa/cosmeticos/page2.php). Acesso em 25/06/2013.

VALKS, R, CONDE-SALAZAR L , J Malfeito , LEDO S . A dermatite de contato em cabeleireiros, 10 anos depois: resultados patch-teste em 300 cabeleireiros (1994-2003) e comparação com o estudo anterior. *Dermatite*, v. 16 (1), p. 28-31. – Pubmed. Espanha, 2005.

VARELA M. E. A. **Um estudo sobre os principais ativos dos produtos para alisamento e relaxamento de cabelos oferecidos atualmente no mercado brasileiro**. 2007, 22 f. Monografia ( Graduação) – Curso de Cosmetologia Estética. Universidade do Vale do Itajaí. Balneário Camburiú. 2007.

WICHROWSKI, Leonardo. **Terapia Capilar – uma abordagem complementar**. Porto Alegre: Alcance, 2007.

WILKINSON, J. B.; MOORE, R. J. **Cosmetologia de Harry**. Madrid: Diaz de Santos, 1990.