

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Faculdade de Ciências Farmacêuticas
Programa de
Pós-Graduação em Fármaco e Medicamentos
Departamento Farmácia

**Ação da água do mar artificial nas características da fibra capilar
submetida a descoloração e coloração**

Marjory Bernardes Fileto

Dissertação para obtenção do Título de Mestre
Orientadora: Prof.^a Dr.^a M. Valéria Robles Velasco

São Paulo

2022

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Faculdade de Ciências Farmacêuticas
Programa de
Pós-Graduação em Fármaco e Medicamentos
Departamento Farmácia

**Ação da água do mar artificial nas características da fibra capilar
submetida a descoloração e coloração**

Marjory Bernardes Fileto

Versão corrigida

Dissertação para obtenção do Título de Mestre
Orientadora: Prof.^a Assoc.^a M. Valéria Robles Velasco

São Paulo

2022

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Ficha Catalográfica elaborada eletronicamente pelo autor, utilizando o programa desenvolvido pela Seção Técnica de Informática do ICMC/USP e adaptado para a Divisão de Biblioteca e Documentação do Conjunto das Químicas da USP

Bibliotecária responsável pela orientação de catalogação da publicação:
Marlene Aparecida Vieira - CRB - 8/5562

F481a Fileto, Marjory Bernardes
Ação da água do mar artificial nas características da fibra capilar submetida a descoloração e coloração / Marjory Bernardes Fileto. - São Paulo, 2022.
95 p.

Dissertação (mestrado) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo.
Departamento de Farmácia - Programa de Pós-Graduação em Fármaco e Medicamentos.

Orientador: Velasco, Maria Valéria Robles

1. água do mar. 2. cabelo. 3. descoloração. 4. coloração. 5. dano e condicionamento. I. T. II. Velasco, Maria Valéria Robles, orientador.

Marjory Bernardes Fileto

**Ação da água do mar artificial nas características da fibra capilar
submetida a descoloração e coloração**

Comissão Julgadora
da
Dissertação para obtenção do título de MESTRE

Prof.^a Assoc.^a Maria Valéria Robles Velasco
Orientador/presidente

1º. Examinador

2º. Examinador

3º. Examinador

4º. Examinador

São Paulo, _____ de _____ de 2022.

DEDICATÓRIA

“Nas grandes batalhas da vida, o primeiro passo para a vitória é o desejo de vencer”

(Gandhi)

À minha mãe Lilian B. Da Silva, ao meu padrasto Gilberto A. Martarelli.

Aos meus avós Francisco B. Da Silva Filho e Marlene Bernardes Da Silva.

À minha orientadora Prof^ª. Assoc.^ª Maria Valéria Robles Velasco,

por todo incentivo, paciência e confiança durante esses anos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, à minha orientadora, *Profa. Assoc^a Maria Valéria Robles Velasco*, pela oportunidade de poder realizar essa dissertação e contribuir para meu crescimento. Por todo apoio, compreensão, amizade e ensinamentos durante todas as etapas desse projeto. Muito obrigada!

À *Dr^a Claudinéia Aparecida Sales de Oliveira Pinto* e a *Prof^a. Dr^a. Michelli Ferrera Dario* por todo os ensinamentos, suporte e conselhos!

Aos meus colegas pelo por todo o auxílio, apoio e carinho: Thamires, Andressa, Fernanda, Domingo.

Aos funcionários da Universidade de São Paulo: Claudinéia Aparecida Sales de Oliveira Pinto, Edgar Muniz Machado Junior e David Olimpio de Lima Filho.

Ao CNPq pelos auxílios financeiros (PROJETO: 830634/1999-1).

Ao Sr. Cassiano Carlos Escudeiro e a empresa IPClin por disponibilizar o uso do seu laboratório e equipamentos.

FILETO, M. B. Ação da água do mar artificial nas características da fibra capilar submetida a descoloração e coloração. Dissertação (Mestrado em Fármaco e Medicamentos) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, 2022.

RESUMO

O cabelo quando exposto a fatores de agressão, sejam químicos (coloração, descoloração, alisamentos) ou naturais (água do mar e poluição), apresenta danos em sua estrutura podendo ocorrer alterações nas suas características, propriedades mecânicas e cor. O objetivo desse trabalho foi avaliar os danos provocados pela água do mar artificial, na fibra capilar virgem, descolorida e colorida com três diferentes níveis de loiro (8.0; 10.0 e 12.0) e para este último, foram utilizadas mechas de cabelo liso castanho-escuro virgem descoloridas com água oxigenada de 30 volumes e 20,0g de pó descolorante, para colorir logo em seguida, com tinta permanente as mechas com os 3 tons de loiro. Bem como avaliar as propriedades mecânicas (penteabilidade e brilho), cor (análise colorimétrica) e superfície (perda proteica) após submissão na água do mar artificial. A fim de simular o ambiente de praia dentro do laboratório, os experimentos tiveram três etapas com o objetivo de conseguir comparar com exatidão as mechas: 1° sem a água do mar artificial; 2° com a água do mar artificial e 3° após lavagem da água do mar artificial e condicionamento, esta última somente foi repetido a penteabilidade e o brilho. Os resultados da penteabilidade mostraram que depois da submissão da água do mar artificial, houve um aumento na força de utilizada entre em todos os grupos de mechas (virgem, descolorido e colorida), sendo a mecha com nível de loiro 12.0 (T3) a que teve a maior força utilizada, com um aumento de mais de 70% ao comparar com a mecha virgem. A avaliação colorimétrica demonstrou pouca alteração na cor das mechas depois da submissão na água do mar artificial, sendo a mecha loira nível 8.0 a que apresentou a alteração mais notória, com um valor DE de 17,84% em relação a mecha 8.0 (T1) sem a água do mar artificial, enquanto as outros grupos tiveram uma alteração na cor menos que 4%. Em relação ao teste de brilho, os valores expressos após submissão da água do mar demonstraram redução no nível do brilho das mechas que passaram pelo processo de coloração (T1, T2 e T3), em especial da mecha loira nível 12.0 (0,87 BNT) que teve a maior diminuição de brilho (55,10%) quando comparada com a sua versão sem água do mar. Enquanto a perda proteica, todos os grupos de mecha tiveram uma perda menor que 10%, demonstrando que a água do mar artificial não interfere na perda de proteína da fibra capilar. Com isso, é possível observar, que a água do mar artificial exigiu aumento da força de penteabilidade no cabelo, sendo visualmente notório seu estado poroso, frágil e sem brilho, porém não danificado, se fazendo necessário o uso de produtos condicionadores para resturar a saúde da fibra capilar.

Palavras-chaves: *água do mar, cabelo, descoloração, coloração, dano, condicionamento.*

ABSTRACT

The hair, when exposed to aggressive factors, whether chemical (coloring, bleaching, straightening) or natural (sea water, pollution), these can damage hair's structure, and changes may occur in its characteristics, mechanical properties, color, etc. The objective of this work was to evaluate the damage caused by artificial sea water, in virgin hair fiber, bleached hair and colored hair with three different levels of blonde (8.0; 10.0 and 12.0) and for the latter, locks of straight virgin brown hair were used and bleached with 30 volumes of hydrogen peroxide and 20.0g of bleaching powder, to color immediately afterwards, with permanent dye, the locks with the 3 shades of blonde. As well as evaluating the mechanical properties (combability and gloss), color (colorimetric analysis) and surface (protein loss) after submission in artificial seawater. In order to simulate the beach environment inside the laboratory, the experiments had three stages in order to be able to accurately compare the locks: 1° without artificial sea water; 2° with the artificial sea water and 3° after washing the artificial sea water and conditioning, the latter was only repeated for combing and shine. The combing results showed that after the submission of artificial sea water, there was an increase in the force used among all hair's groups (virgin, bleached and colored), with the lock with blonde level 12.0 (T3) the one that had the highest strength used, with an increase of more than 70% when compared to the virgin's lock. The colorimetric evaluation showed little change in the color of the locks after submission in artificial sea water, with the lock with blonde level 8.0 being the one that showed the most noticeable change, with a DE value of 17.84% compared to lock level 8.0 (T1) without artificial sea water, while all the other groups had a color change of less than 4%. Regarding the gloss test, the values expressed after submission of sea water showed a reduction in the shine level of the locks that underwent the coloring process (T1, T2 and T3), especially the blonde lock level 12.0 (0.87 BNT) which had the greatest decrease in brightness (55.10%) when compared to its version without sea water. As for protein loss, all hair's groups had a loss of less than 10%, demonstrating that artificial sea water does not interfere with protein loss from the hair fiber. With this, it is possible to observe that the artificial sea water requires an increase in the combing strength of the hair, it's porous, fragile and lackluster, but not damaged, making it necessary to use of conditioning products can be enough to restore the hair fiber health.

Keywords: *seawater, hair, discoloration, coloring, damage, conditioning.*

Lista de Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1. Esquema do folículo piloso: haste, bulbo capilar e papila..... | 20 |
| Figura 2. Comparação das cutículas em diferentes condições de danos..... | 21 |
| Figura 3. Estrutura hierárquica da fibra capilar: α -hélice, dímeros em estrutura helicoidal, microfibrilas, macrofibrilas, célula cortical e fibra de cabelo..... | 22 |
| Figura 4. Estrutura química da eumelanina (A) e feomelanina (B). As setas indicam a continuação da estrutura do polímero | 23 |
| Figura 5. Ligações químicas que ocorrem na fibra capilar | 24 |
| Figura 6. Representação esquemática dos componentes do córtex: célula cortical, microfibrila e protofibrila | 26 |
| Figura 7. Estrutura química da α -queratina (A) e β -queratina (B)..... | 26 |
| Figura 8. Fórmula estrutural dos aminoácidos do fio de cabelo | 27 |
| Figura 9. Mecanismo de coloração permanente..... | 30 |
| Figura 10. Estruturas químicas (A) do agente precursor <i>p</i> -fenilenodiamina (PFD) e (B) do agente acoplador resorcinol..... | 30 |
| Figura 11. Reação de foto-oxidação do aminoácido cistina | 32 |
| Figura 12. Danos estruturais causados pela radiação e alteração de cor em função da dose de radiação | 33 |
| Figura 13. Representação da composição mais próxima da água do mar..... | 35 |
| Figura 14. Curva de tensão-deformação na direção longitudinal típica da fibra de queratina, sendo A-B região Hookeana, B-C não Hookeana e C-D região pós-plástica | 36 |
| Figura 15. Equipamento Dia-stron [®] MTT 175 utilizado para avaliação de penteabilidade e tração à ruptura..... | 48 |
| Figura 16. Diagrama CIE L*a*b* | 49 |
| Figura 17. Caminhos para possíveis interações da luz na fibra capilar | 50 |
| Figura 18. Exemplos de equação para calcular o brilho através dos métodos Robbins, TRI, Stamm, Guiolet, Wortman e Bossa Nova | 51 |
| Figura 19. Mechas após preparação para início da primeira etapa de testes sem a água do mar artificial | 57 |
| Figura 20. Trabalho Total (J) do teste de penteabilidade a seco nas mechas após processo de descoloração e coloração. | 58 |
| Figura 21. Comparação de duas mechas T3 antes da submissão a água do mar artificial (Azul) e após a submissão da água do mar artificial (Laranja). | 60 |
| Figura 22. Parâmetro de variação de cor DE da análise colorimétrica nos grupos de mechas, após descoloração e coloração sendo (Azul) sem a água do mar artificial e (Laranja) após submissão da água do mar artificial | 63 |

Figura 23. Imagem da análise de *luster* feito pelo SAMBA das mechas tratadas (A) sem água do mar; (B) após submissão da água do mar e (C) após lavagem e condicionamento depois de submeter a água do mar artificial 65

Figura 24. Curva analítica em concentração equivalente em albumina ($\mu\text{g} / \text{mL}$) com padrão de referência secundário, teor de pureza= 96,1%. Ordenada: Absorbância 69

Figura 25. Análise de perda proteica obtidos para o grupo de mechas após descoloração e coloração, sendo (Azul) sem submissão da água do mar artificial e (Laranja) após submissão da água do mar artificial 70

Lista de Tabelas

Tabela 1. Porcentagem de aminoácidos presente na fibra capilar..... 27

Tabela 2. Divisão das mechas selecionadas para os experimentos e suas nomenclaturas 44

Tabela 3. Concentração média equivalente em albumina ($\mu\text{g}/\text{mL}$) da perda proteica referente aos tratamentos aplicados nas mechas de cabelo 69

Tabela 4. Resultados da absorbância a 562 nm da pesquisa de interferentes 74

Lista de Equação

Equação 1. Cálculo para a obtenção do desvio padrão relativo..... 47

Equação 2. Cálculo para obtenção da exatidão 47

Equação 3. Cálculo para obtenção do Limite de detecção estimado 47

Equação 4. Cálculo para obtenção do LQ 48

Equação 5. Cálculo dos parâmetros de cor de acordo com o sistema CIELAB 50

Equação 6. Equação da curva analítica que correlaciona absorbância (y) e concentração equivalente em albumina ($x/\mu\text{g} / \text{mL}$). Sendo $R^2 =$ coeficiente de correlação linear.....69

Lista de Fluxograma

Fluxogram 1 Sequência do procedimento experimental do trabalho.....46

Fluxogram 2 Procedimento da pesquisa de interferentes relacionada a água do mar artificial...54

Sumário

| | |
|---|-----------|
| 1. Introdução | 14 |
| 2. Objetivos | 17 |
| 3. Revisão da Literatura | 19 |
| 3.1 Estrutura capilar | 19 |
| 3.2 Constituição química do cabelo | 23 |
| 3.3 Coloração capilar | 28 |
| 3.4 Danos naturais na fibra capilar | 31 |
| 3.4.1 Efeitos da radiação UV | 31 |
| 3.4.2 Efeitos da água do mar | 33 |
| 3.5 Fibra capilar: propriedades mecânicas e suas características | 35 |
| 3.6 Perda proteica | 39 |
| 3.6.1. Pesquisa de interferentes | 41 |
| 4. Material e Métodos | 43 |
| 4.1 Material | 43 |
| 4.1.1 Mechas de cabelo | 43 |
| 4.1.2 Matérias-primas e reagentes | 43 |
| 4.1.3 Equipamentos | 44 |
| 4.2 Métodos | 44 |
| 4.2.1 Preparo das mechas de cabelo | 44 |
| 4.2.2 Processo de aplicação do pó descolorante e tintura permanente | 45 |
| 4.2.3 Preparo da água do mar artificial | 45 |
| 4.2.4 Submissão das mechas à água do mar artificial | 45 |
| 4.2.5 Lavagem e condicionamento | 45 |
| 4.3 Validação do Método Analítico | 46 |
| 4.4 Penteabilidade a seco | 48 |
| 4.5 Análise Colorimétrica | 49 |
| 4.6 Análise do Brilho | 50 |
| 4.7 Avaliação da Perda Proteica | 51 |
| 4.7.1 Pesquisa de Interferentes: água do mar artificial | 53 |
| 4.7.2 Teste-t | 54 |
| 4.7.3 ANOVA e Turkey | 55 |

| | |
|--|----|
| 5. Resultados e Discussão | 56 |
| 5.1 Mechas avaliadas antes e após submissão a água do mar artificial | 58 |
| 5.1.1 Pentabilidade | 58 |
| 5.2.1 Avaliação Colorimétrica | 62 |
| 5.3.1 Avaliação do Brilho | 65 |
| 5.4 Avaliação da perda proteica | 68 |
| 5.4.1 Pesquisa de interferentes | 73 |
| 6. Conclusões | 74 |
| 7. Referências | 77 |

Introdução

1. INTRODUÇÃO

O cabelo é basicamente composto por um componente primário da fibra capilar que é a queratina, proteína mecanicamente dura (CARVALHO, et al., 2005) que se forma a partir de cavidades em forma de “invaginações” denominados folículos, que se estendem desde a derme até a epiderme através do extrato córneo (POZEBON, et al., 1999). As fibras capilares são divididas em quatro camadas: *cutículas*, camada externa composta por várias subcamadas separadas por um complexo de células: endocutícula, epicutícula e exocutícula; *medula*, a qual representa a camada mais interna do folículo, que em alguns tipos de cabelo pode não estar presente; *complexo da membrana celular (CMC)*, componente que une as células da cutícula ao córtex sendo formado pelo cimento intercelular, formado por proteínas não-queratinosas com baixo conteúdo de enxofre e muitos aminoácidos polares que interagem com a água; e *córtex*, principal componente do cabelo, formado por um conjunto de células cilíndricas denominadas de matriz, e subdividido em: orto, para e mesocórtex (POZEBON et al., 1999).

O *córtex* é o componente e a região de maior massa do fio do cabelo em que se encontram grânulos de melanina de tamanho e quantidade variadas, responsáveis pela cor dos cabelos e pela fotoproteção. É rico em queratina, bem como a matriz amorfa de proteínas sulfurosas e os resíduos de cisteína nos filamentos adjacentes de queratina e forma ligações covalentes de dissulfetos que conferem formato, elasticidade e resistência haste capilar (SANTOS, 2017).

É nesta mesma região que processos envolvendo descoloração, alisamento e alguns tipos de coloração, atuam danificando os fios, como no primeiro caso, que ocorre a degradação dos grânulos de melanina, que compreende a *eumelanina* (cores mais escuras dos fios, marrom ou preto) e a *feomelanina* (cores mais claras como ruivo ou loiro). Esta região influencia muito nas propriedades mecânicas da fibra capilar, incluindo força e elasticidade do cabelo.

Apesar do cabelo não desempenhar uma função vital, ele tem como função proteger a cabeça de traumatismos, da perda de calor, e ainda das agressões do sol. Com isso, pode-se dizer que é um elemento muito importante do nosso corpo e propicia bem-estar e autoestima de homens e mulheres, pois é uma das poucas características físicas que podem facilmente ser alteradas, como à sua forma, comprimento ou cor (FERNANDES, 2013).

Um fato que demonstra a popularidade dos produtos para cabelo decorre das informações de crescimento do mercado. De acordo com o Painel Dados de Mercado da ABIHPEC, a indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos manteve sua performance estável no consolidado de janeiro a março de 2021, em comparação ao mesmo período de 2020 (ABIHPEC, 2021).

Apesar de fazerem parte dos cuidados da população, os cabelos são constantemente danificados de forma natural no dia a dia, pela poluição, exposição solar, piscina, bem como

formas não naturais como os tratamentos químicos (como por exemplo o alisamento), além do próprio fato de lavar e enxugar com uma toalha. Estes agentes causam alterações na estrutura capilar e tornam os fios fracos e quebradiços, difíceis de pentear e ainda podem causar mudanças na cor natural dos mesmos (NAKANO, 2006). Um dos agentes naturais mais comuns capazes de danificar o cabelo é a água do mar, pois contém quase todos os elementos da tabela periódica, do hidrogênio ao urânio, composta de 96,7% de água e 3,3% de sais dissolvidos, todos na forma iônica. Estas interações iônicas numa solução eletrolítica como a água do mar, pode afetar as propriedades físicas do cabelo. (PUC-RIO, 2012; CIRANO, 2004).

Entre os agentes agressores mais comuns no Brasil, temos a descoloração e a coloração, relacionados diretamente aos danos morfológicos na fibra capilar e ocasionam: enfraquecimento, perda de características estéticas ou até mesmo a queda capilar devido à quebra.

A descoloração do cabelo acontece por meio de duas etapas: conforme Borges et al (2018), a proporção aproximada da mistura entre pó descolorante que contém o persulfato de amônio e o peróxido de hidrogênio (proporção 1:2). Quando esta mistura é aplicada ao cabelo, inicialmente abre as cutículas, devido a presença do persulfato de amônio. Em seguida, ocorrem reações nas membranas celulares e aminoácidos contidos na região do córtex, provocadas pelo peróxido de hidrogênio (agente clareador) que degrada grânulos de melaninas (eumelanina e feomelanina) e ocasiona a descoloração da haste capilar (VICENTE; HOCHHEIM, 2017, SILVA, 2022). Este processo interfere na estrutura dos cabelos os tornando mais sensíveis e frágeis, o qual foi abordada nesta dissertação juntamente com os danos relacionados a água do mar artificial.

Objetivos

2. OBJETIVOS

Avaliar os níveis de dano da água do mar artificial na fibra capilar virgem, descolorida e colorida nos níveis de tintura 8.0, 10.0 e 12.0, através da análise das propriedades mecânicas (penteabilidade, brilho e cor) e química (perda proteica) do cabelo.

Revisão da Literatura

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Estrutura capilar

A fibra capilar possui uma estrutura bem organizada, formada por células inertes, a maioria queratinizada (DIAS, 2015), além disso, é um sistema multicelular complexo composto por células que diferem em composição, forma e propriedades (COLENCI, 2007). Ela cresce a partir de uma estrutura denominada folículo piloso e a região de divisão de células ativas é formada ao redor da papila dérmica (DIAS, 2015).

A primeira parte da estrutura é o folículo capilar, o qual é composto por 3 estruturas: um filamento que se projeta para fora da epiderme (*haste*) e outro interno a epiderme (*bulbo*) e a papila. A papila dérmica regula o ciclo de vida do cabelo e é o local de aporte dos nutrientes da corrente sanguínea, as glândulas sebáceas são anexas dos folículos capilares e incluídas na derme e hipoderme. São responsáveis por produzir uma secreção que é um sebo (colesterol), como se fosse uma cera que funciona como agente protetor, mantendo a textura da pele e a maleabilidade do cabelo e dessa forma ocorre a hidratação do cabelo. (RABELO, 2019).

É no *bulbo* capilar que acontecem as sínteses e organizações biológicas, além do processo de queratinização e solidificação por meio de ligações cruzadas de cistina (COLENCI, 2007). No entanto, a *haste* capilar, denominada como cabelo, é o anexo cutâneo que recobre a cabeça dos homens e se encontra bioquimicamente estruturada para resistir às forças, como: fricção, flexão, tração; e radiação ultravioleta. Na formação desta estrutura temos: *cutículas, medula, córtex e o complexo da membrana celular* (CHILANTE, et al., 2010). A *haste* e o *bulbo* podem ser observadas na **Figura 1**.

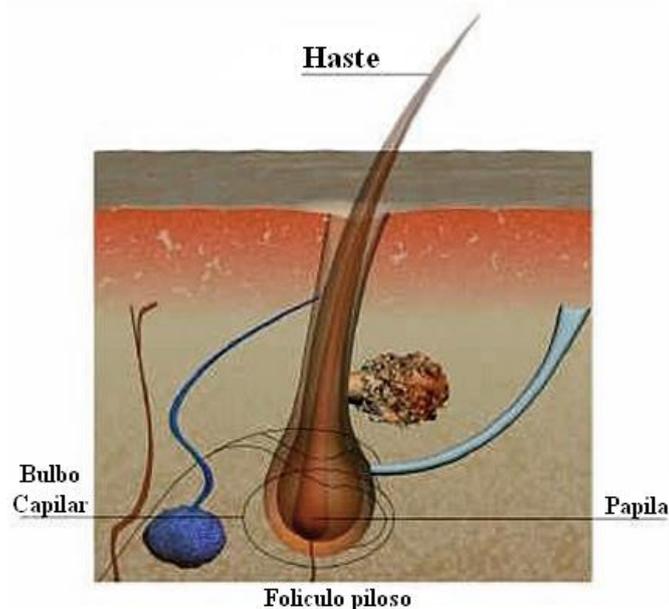
A superfície do fio é constituída pelas *cutículas* e todas suas células possuem uma camada com determinada composição. É uma barreira externa transparente que tem a função de proteger o córtex e controlar a entrada e saída de água do fio de cabelo (OLIVEIRA, 2013). É composta por ácidos graxos unidos por material adesivo composto por uma camada fibrosa de proteína subjacente, conectada por ligações tio-éster de cisteína. Esta característica explica o caráter hidrofóbico aparente da fibra do cabelo e é muito importante nos mecanismos de coloração (OLIVEIRA, et al., 2014).

Além disso, esta é responsável pelo brilho, propriedades friccionais e, conseqüentemente, a aparência estética do cabelo (COLENCI, 2007). São transparentes e opacas e quanto mais fechadas, maior sua luminosidade. Se as *cutículas* se abrem ou se degradam, o cabelo fica poroso, sem brilho e sujeito aos agentes externos e substâncias químicas. É importante que as *cutículas* sejam mantidas em boas condições para que o cabelo tenha aspecto saudável e com o máximo de reflexo de luz (CHILANTE, et al., 2010).

A cutícula possui em 4 subdivisões as quais são:

- *Camada A*
- *Exocutícula e endocutícula*
- *Complexo da membrana celular*
- *Epicutícula*

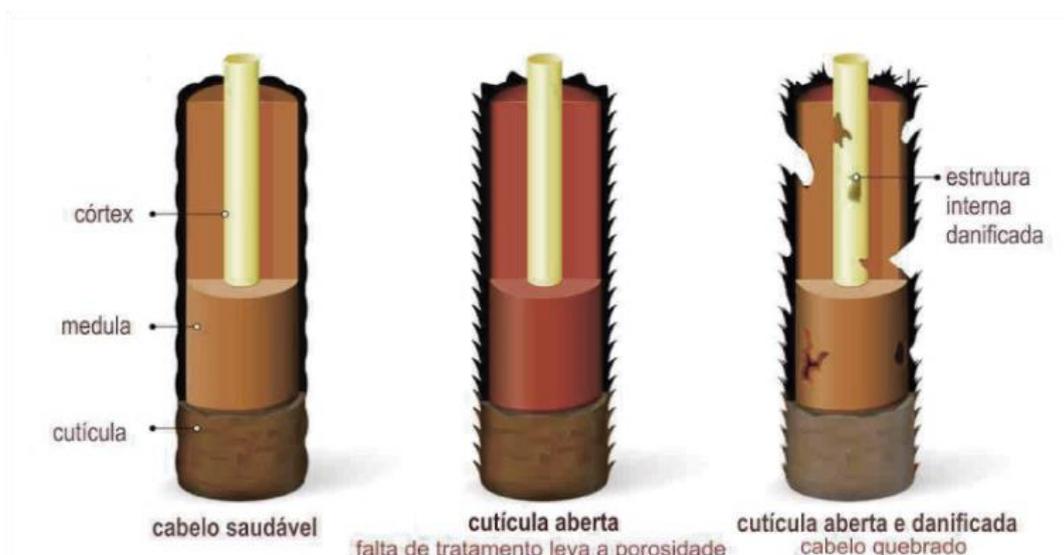
Figura 1. Esquema do Folículo piloso: haste, bulbo capilar e papila (COLENCI, 2007).



As células que compõem a *Camada A* e a *Exocutícula* são resistentes devido elevado conteúdo de cistina (aproximadamente 30 e 15%, respectivamente) e, conseqüentemente, de ligações cruzadas entre as proteínas, garantindo proteção da estrutura da fibra capilar aos fatores ambientais. Possui ligações isopeptídicas que se formam entre os aminoácidos glutamina e lisina. Porém, a *Endocutícula* não é resistente ao ataque químico ou proteolítico, pois apresenta baixo conteúdo de cistina (aproximadamente 3%) e de ligações dissulfeto. A *Epicutícula*, região mais externa da *Camada A*, apresenta resistência comparável à *Exocutícula* (DIAS, 2015), sendo composta, aproximadamente, de 25% de lípidos, 75% de proteínas e 12% de cistina, e possui alto conteúdo de enxofre. É considerada a parte mais importante das *Cutículas* no ponto de vista da deposição de polímeros, além disso, a ligação lipídica com a matriz da proteína confere uma superfície hidrofóbica substantiva de alta afinidade (DIAS, 2004).

A **Figura 2** indica a importância das cutículas estarem saudáveis e o que ocorre caso a mesma seja danificada.

Figura 2. Comparação da cutícula em diferentes condições de danos (MORAIS, 2018).



O *Complexo da Membrana Celular (CMC)*, que forma uma fase contínua na fibra capilar. Contém cerca de 2% de cistina (não queratinosa), sendo composto principalmente por proteínas, lipídeos, carboidratos, compostos minerais e aminoácidos polares, que confere seu caráter hidrofílico (COLENCI, 2007). Sua função é unir as células cuticulares e corticais adjacentes, sendo formado pelo cimento intercelular, composto por proteínas com baixo teor de enxofre, que apesar de ser facilmente atacada por enzimas, é resistente aos agentes alcalinos e redutores (CHILANTE, et al., 2010).

A *medula*, quando presente, localiza-se no centro da fibra e pode ser fragmentada, contínua ou inexistente; apresenta conteúdo elevado de lipídeos, quando comparada com o restante da fibra e baixa proporção de cisteína. As cadeias dissulfídicas são substituídas pelas peptídicas, que mantêm a coesão da estrutura, resultando na insolubilidade das proteínas da medula (DIAS, 2015).

O *córTEX* ocupa a maioria da composição da fibra e é a parte intermediária da fibra capilar, constituindo cerca de 70% da massa. As células corticais são ricas em cistina, compactas, pouco penetráveis por líquidos em geral. São pouco reativas quimicamente, menos resistentes à ação de agentes oxidantes (COLENCI, 2007) e são divididas em três tipos de células corticais: ortocorticais, mesocorticais e paracorticais. As *ortocorticais* possuem maior proporção da matriz intramacrofibrilar de não-queratina, e contém menor concentração de ligações dissulfetos que são ricas em tirosina. As *paracorticais* são o oposto das ortocorticais, tendo elevado teor de enxofre e reduzido de matriz intramacrofibrilar. Enquanto que as *mesocorticais* estão entre a *orto* e *paracortical* em relação a matriz intramacrofibrilar (LIMA, 2016).

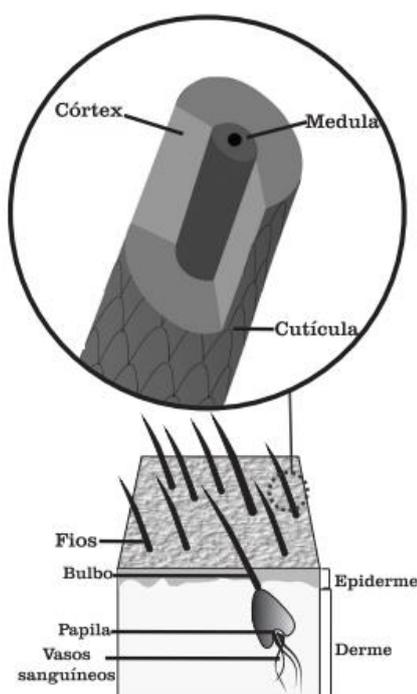
No interior das células corticais, as microfibrilas agrupam-se em porções denominadas

macrofibrilas e dentro destas, há uma matriz rica em cistina une as microfibrilas, de maneira que, quando as fibras de queratina são estendidas, a macrofibrila age como uma unidade mecânica única (LEWIS; RIPPON, 2013).

As macrofibrilas que compõem o *córtex* se apresentam na forma espiral e são as maiores constituintes do córtex. Cada uma consiste em filamentos cristalinos arranjados em α -hélice e denominados microfibrilas (α - queratina) e de uma matriz amorfa (γ - queratina) que envolve a microfibrila. A microfibrila, é uma proteína fibrosa cristalina, principalmente composta por proteínas α -hélice com baixo teor de cistina, denominada α -queratina, as quais são estruturas que estão alinhadas ao longo da fibra axial e encaixadas em uma matriz amorfa com alto teor de cistina formada por grupos dissulfetos (S - S), que formam ligações cruzadas nas fibras de queratina e contribuem nas propriedades físicas e mecânicas, bem como na estabilidade da estrutura (COLENCI, 2007).

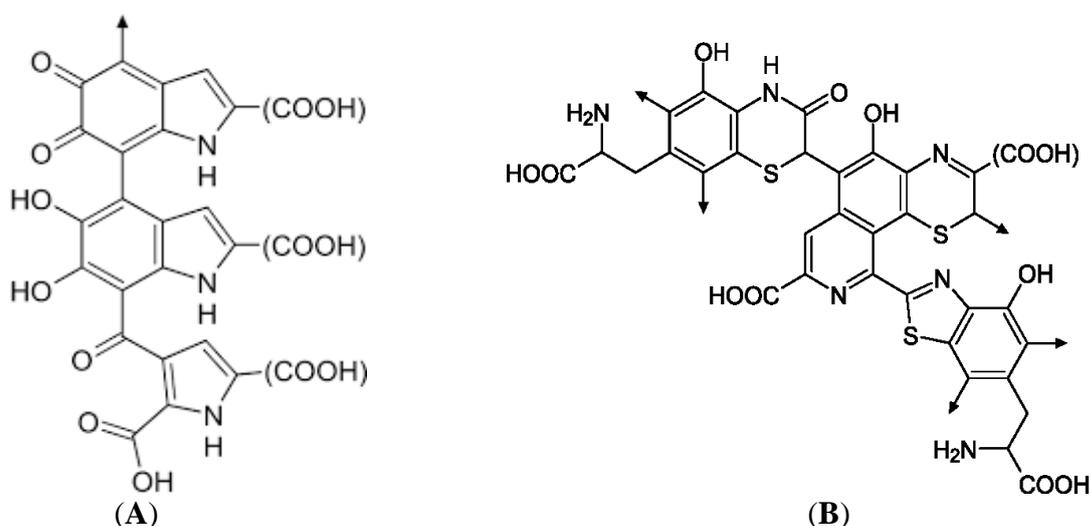
As α -queratinas podem ser moles (contém cerca de 10 a 14% de cistina) e duras (alto teor de cistina, até 22%), ambas encontradas nos folículos pilosos, sendo que a queratina mole recobre a pele de maneira generalizada e a dura é encontra em certos anexos, como *cutícula* e *córtex* dos pêlos dos homens. Desta maneira, no *córtex* é que ocorrem as transformações químicas que ocasionam: alisamento, ondulação e mudança de coloração, dentre outras (LIMA, 2016). Na **Figura 3** segue a ilustração da haste capilar em seu interior.

Figura 3. Estrutura hierárquica da fibra capilar (OLIVEIRA, et al., 2014).



A cor natural do cabelo é decorrente da melanina presente no *córtex*. Ela é derivada de melanócitos presentes no bulbo capilar, sua síntese se inicia por uma reação enzimática. Este processo envolve pelo menos 3 enzimas denominadas, tirosinase, ácido 5,6-diidroindol-2-carboxílico (DHICA) oxidase e tautomerase de diidroxifenilalanina (DOPAchrome). A atividade do melanócito no bulbo capilar é um processo cíclico e a melanogênese ocorre simultaneamente ao ciclo de crescimento do cabelo, denominado de queratinização. Um ou dois tipos de melanina (eumelanina e feomelanina) podem estar presentes no cabelo de um indivíduo, combinadas em diversas proporções. Os pigmentos granulosos ou eumelaninas, que variam do preto ao vermelho escuro, conferem ao cabelo as cores sóbrias e os pigmentos difusos ou feomelaninas, que variam do vermelho brilhante ao amarelo pálido, conferem cores claras ao cabelo. Dependendo do grau de concentração dos pigmentos granulosos ou difusos temos a variedade das cores naturais dos cabelos (MELLO, 2010; RICHENA, 2011). A estrutura química da eumelanina e da feomalanina podem ser observadas na **Figura 4**.

Figura 4. Estrutura química da eumelanina (A) e feomelanina (B). As setas indicam a continuação da estrutura do polímero (WAKAMATSU, 2012).



3.2 Constituição química da cabelo

A estrutura capilar, em relação à composição, é idêntica para todos os tipos de cabelos existentes no mundo, mas suas características físicas e fisiológicas variam de acordo com a origem do indivíduo (CHILANTE, et al., 2010). Como todos os tecidos do corpo, o cabelo é constituído basicamente de proteína (91% do peso seco), mais especificamente a queratina, única proteína

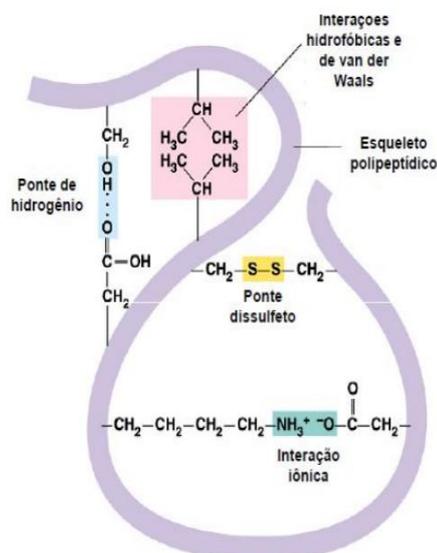
com elevado conteúdo de aminoácidos com enxofre (em torno de 15% de cistina). Os lipídios (4% do peso seco), também, são encontrados assim como outros elementos e a água (MELLO, 2010).

As queratinas são sistemas celulares naturais de proteínas fibrosas ligadas transversalmente pelo enxofre de resíduos cisteicos, ou seja, são formadas por cadeias polipeptídicas que se distinguem de outras proteínas por seu alto teor de pontes de dissulfeto (S – S) (COLENCI, 2007), resultante de uma condensação de aminoácidos em forma de íons com cargas positivas e negativas. É uma proteína insolúvel em água e solventes orgânicos, mas é sensível aos produtos alcalinos e oxidantes e estável entre pH 4 e 8 (CHILANTE, et al., 2010), o que confere ao cabelo propriedades: mecânica, térmica e químicas da fibra capilar. As ligações de pontes de dissulfeto ocorrem entre uma molécula de cisteína de uma cadeia com outra molécula de outra cadeia, que se responsabilizam, também, pelo grau de ondulação dos cabelos (COLENCI, 2007).

A queratina mantém sua estrutura, modelada e fixa, por meio de ligações químicas adicionais, dispostas de três modos, conforme apresenta a **Figura 5** (MELLO, 2010).

- Pontes de hidrogênio entre cadeias polipeptídicas paralelas, consideradas fracas e se quebram com a simples ação da água, porém são numerosas e significativas para a estabilização da estrutura da proteína.
- Forças de Van der Waals e ligações hidrofóbicas.
- Ligações salinas formadas entre ácidos e bases, pois algumas cadeias de polipeptídeos possuem grupos ácidos e outros básicos, havendo a formação de sais (ligações iônicas). Estas ligações são consideradas de força média.
- Ligações dissulfeto, formada pelos átomos de enxofre, consideradas fortes.

Figura 5. Ligações químicas que ocorrem na fibra capilar (SILVA, 2012).



As pontes dissulfetos formam uma rede tridimensional com alta densidade de ligações cruzadas, proporcionando ao cabelo elevada resistência ao ataque químico. A redução destas ligações causa mudanças nas propriedades mecânicas do fio. A cistina é o aminoácido que se apresenta em maior quantidade na queratina e é o mais reativo também, conferindo extrema resistência e insolubilidade da queratina. Possui dois grupos NH_2 e dois grupos COOH , podendo participar de duas cadeias polipeptídicas interligadas por ligações de dissulfeto do aminoácido (ligações intercadeias) (COLENCI, 2007).

Os lipídeos dos fios podem se originar de duas fontes: os que surgem de lipídeos que se localizam nas membranas celulares, ou da adsorção de sebo pelo cabelo em contato com o couro cabeludo. De 1 a 9% da massa do cabelo é constituída de lipídeos presentes, principalmente, no sebo; no entanto, os internos, são encontrados nos espaços intercelulares, majoritariamente nas *cutículas* e, mais raramente, na *medula*. Nos cabelos afro-étnicos têm-se nível mais elevado de lipídeos que nos caucasiano (MELLO, 2010).

A estrutura β contém cadeias estendidas em uma reticulação de folhas pregueadas, enquanto a estrutura α é helicoidal, ambas estabilizadas pela formação de ligações de hidrogênio entre as cadeias polipeptídicas. A estrutura α é mais elástica e menos resistente mecanicamente que a estrutura β . A α -hélice é uma conformação estável, preferida pela cadeia polipeptídica da α -queratina, porque permite a formação de pontes de hidrogênio (COLENCI, 2007).

O restante da composição química do cabelo é formado por: água; carbono; hidrogênio; nitrogênio; enxofre; oxigênio; e minerais, como ferro, cobre, zinco, alumínio e cobalto; e outros elementos, como lipídios, pentoses, glicogênio e ácido glutâmico (CHILANTE, et al., 2010).

A imagem contendo os componentes do córtex pode ser observado na **Figura 6**. A matriz amorfa (γ -queratina) é rica em cistina e possui pontes de dissulfeto intra e intermolecular, que não ocorrem nos filamentos cristalizados de α - queratina, cuja estrutura química pode ser observada na **Figura 7**, ao lado da estrutura química da β -queratina (forma desnaturada da α -queratina). As microfibrilas constituem-se em 11 protofibrilas, que se apresentam como uma estrutura torcida formada por três cerdas elementar, formando uma cadeia de aminoácidos ou cadeia polipeptídica (CHILANTE, et al., 2010).

Figura 6. Representação esquemática dos componentes do córtex: célula cortical, microfibrila e protofibrila (TUCCI, 1989).

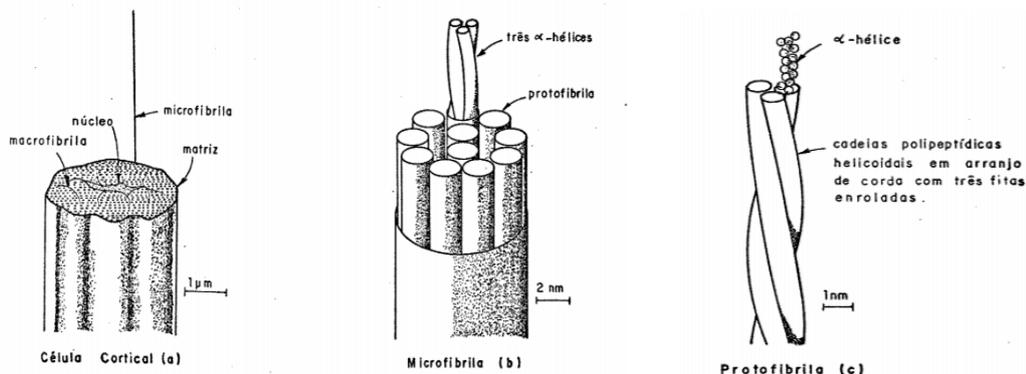
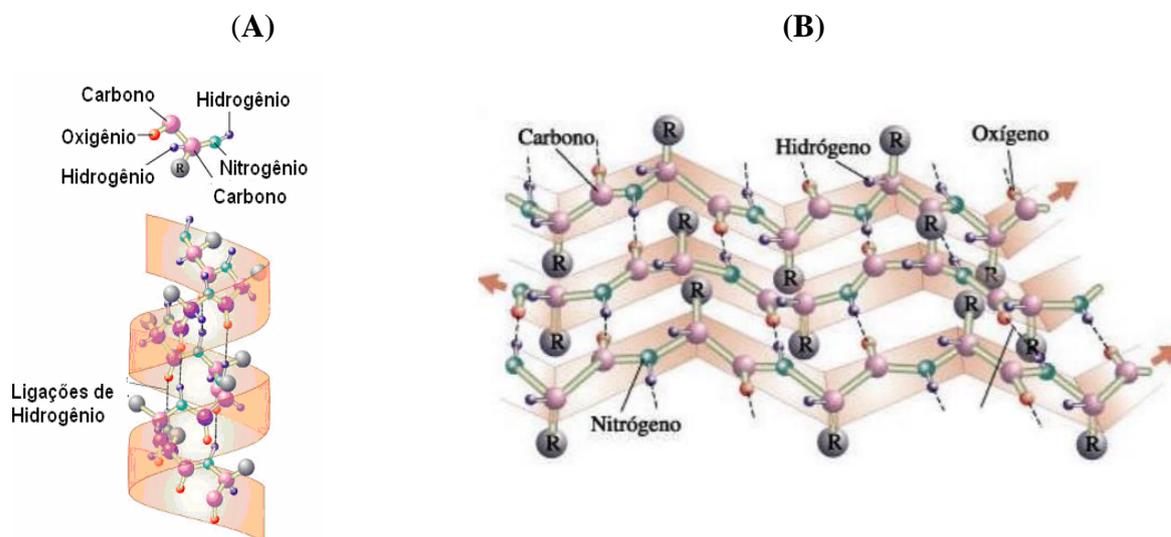


Figura 7. Composição química da α -queratina (A) e β -queratina (B) (COLENCI, 2007; OLIVEIRA, 2013).



As proteínas têm uma afinidade particular pela água, fator essencial na estabilização destas estruturas. As ligações com a molécula de água e sua absorção afetam todas as propriedades físicas do cabelo e refletem em alteração na arquitetura do cabelo. A capacidade de absorção de água dos cabelos de origem africana é menor comparada a dos povos asiáticos ou europeus (MELLO, 2010).

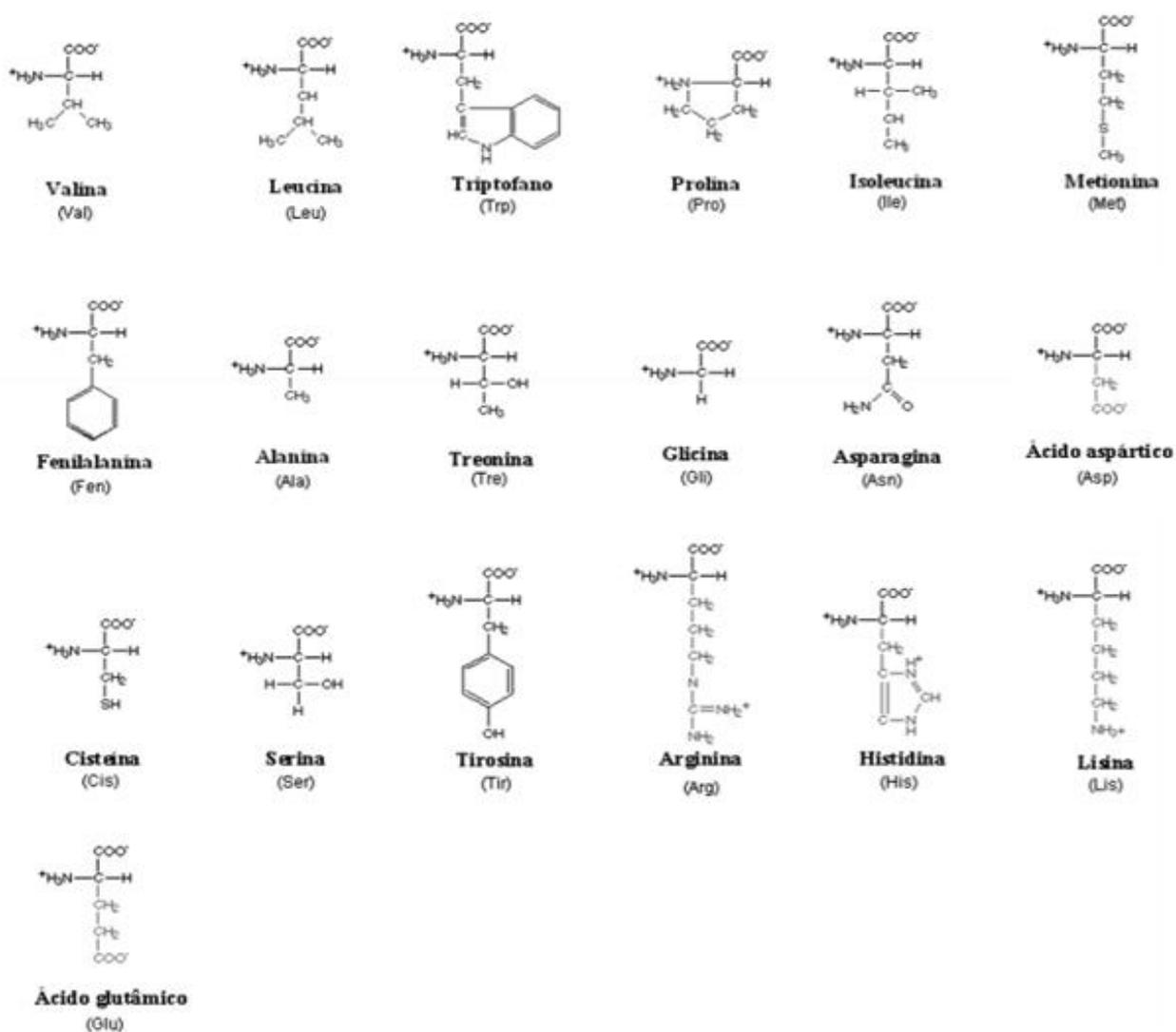
A fibra capilar, também, contém elevada variedade de elementos inorgânicos, mas geralmente em nível baixo. O total deste conteúdo é sempre menor que 1% e, em sua maioria, são metais. Estes elementos podem ter origem interna ou serem incorporados no cabelo durante a síntese no folículo, mas, principalmente, originam-se do meio ambiente. Por esse motivo, o cabelo, também, pode ser utilizado para monitorar o ambiente ou poluição atmosférica (MELLO, 2010).

Na **Tabela 1** é possível observar a porcentagem de aminoácidos presentes no fio de cabelo e na **Figura 8** as fórmulas estruturais dos aminoácidos.

Tabela 1. Porcentagem de aminoácidos presente na fibra capilar (DIAS, 2015).

| Aminoácidos | % | Aminoácidos | % |
|--------------|----------|-----------------|-----------|
| Glicina | 4,1-4,2 | Tirosina | 2,2-3,0 |
| Alanina | 2,8 | Asparagina | 3,9-7,7 |
| Valina | 5,5 | Ácido Glutâmico | 13,6-14,2 |
| Leucina | 6,4 | Arginina | 1,9-10,8 |
| Isoleucina | 4,8 | Lisina | 1,9-3,1 |
| Fenilalanina | 2,4-3,6 | Histidina | 0,6-1,2 |
| Prolina | 4,3 | Triptofano | 0,4-1,3 |
| Serina | 7,4-10,6 | Cisteína | 16,6-18,0 |
| Treonina | 7,0-8,5 | Metionina | 0,7-1,0 |

Figura 8. Fórmula estrutural dos aminoácidos do fio de cabelo (OLIVEIRA, 2013).



3.3 Coloração Capilar

Cerca de 40 % das mulheres tingem os cabelos regularmente, seja para matizar tons claros, brancos, cinzas, colorir totalmente os cabelos brancos ou fazer reflexos coloridos. Com o desenvolvimento dos cosméticos de coloração foram desenvolvidos diferentes tipos de tinturas, com várias finalidades, a fim de suprir todas as necessidades. De acordo com WILKINSON e MOORE (1990), os sistemas de coloração capilar podem ser divididos em três categorias principais, de acordo com a durabilidade da cor, após a aplicação nos fios de cabelo. Pode ser temporária, semipermanente e permanente. As duas primeiras são baseadas em moléculas que são coloridas, denominadas corantes de deposição (SANTOS, 2016).

Os compostos químicos utilizados na produção de tinturas capilares são considerados os produtos mais reativos da indústria de cosméticos e, conforme a reação e estabilidade destes, as tinturas capilares são classificadas nas seguintes categorias:

- a) *Natural ou Vegetal*: são corantes extraídos de plantas como henna e camomila: mudam a tonalidade, são atóxicas e permanecem um curto período no cabelo (RODRIGUES, 2020).

- b) *Metálica*: são tinturas que utilizam sais metálicos como agentes colorantes, geralmente sais de prata, cobre, ferro, níquel, cobalto e chumbo, combinadas algumas vezes com enxofre, o mais utilizado é o acetato de chumbo. O mecanismo de ação baseia-se na deposição dos sais metálicos sobre os cabelos, sendo cumulativo, pois existe afinidade entre os metais e a queratina presente no fio de cabelo. Exigem o uso diário e podem durar semanas ou meses e são usados principalmente para cobrir cabelos brancos (WILKINSON; MOORE, 1990).

- c) *Sintéticas*: são classificadas de acordo com o tipo de corante, a resistência a lavagens e o grau de permanência no cabelo em temporária, semipermanente e permanente (WILKINSON; MOORE, 1990):
 - *Tintura temporária*: colorações temporárias são aquelas que nas primeiras lavagens com xampu saem dos cabelos e utilizam maior massa molar, que atuam como depósitos sobre a superfície do cabelo, sem a capacidade de penetrar no córtex (WILKINSON; MOORE, 1990). Este tipo de coloração não tem poder de clareamento do fio, sendo, portanto, indicada apenas para adicionar novas nuances nos fios e não para alterar a sua cor (SANTOS, 2016).

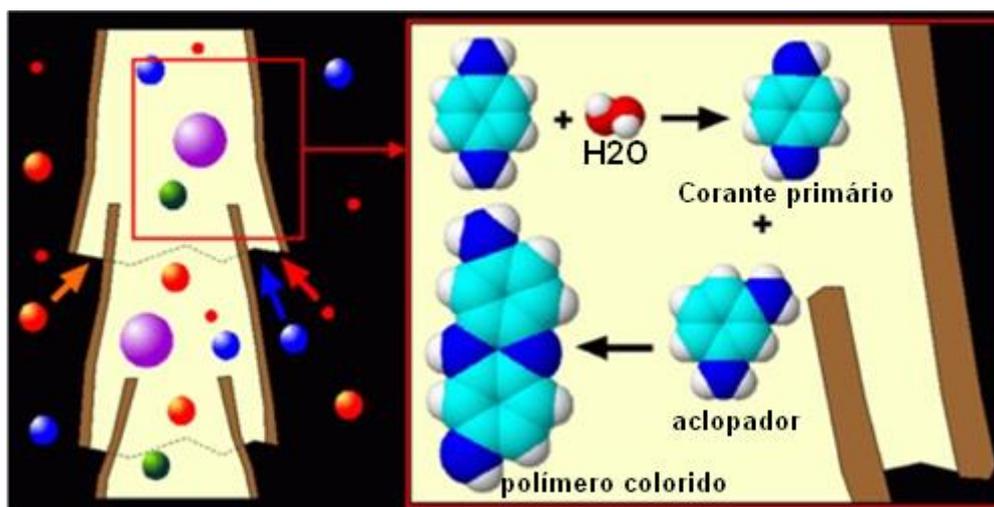
 - *Tintura semipermanente*: os corantes sintéticos interagem na haste capilar com grau moderado de resistência, sendo denominados de corantes ácidos e dispõem na sua estrutura

química; grupos amino e fenóis, como derivados de nitroanilinas, nitrofenilenediaminas e nitroaminofenóis, além do grupo cromóforo. A molécula é relativamente mais estável em relação aos corantes temporários e geralmente duram de 4 a 6 lavagens no cabelo. Neste tipo de coloração não ocorre reação de oxidação comumente vista nas tinturas permanentes. Estas tinturas penetram na cutícula e parcialmente no córtex do cabelo (NOHYNEK, et al., 2010).

- *Tintura permanente*: são as mais utilizadas. Têm um efeito mais duradouro, resistente a lavagens com xampu e outros fatores externos, como: aplicação de temperatura com secagens, fricção, luz, entre outros (WILKINSON; MOORE, 1990).

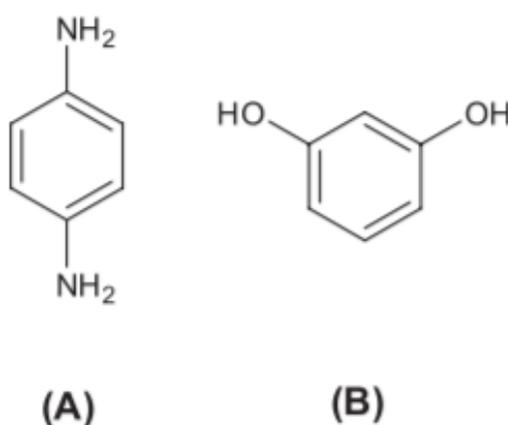
O mecanismo da tintura permanente, indicado na **Figura 9**, requer basicamente 3 componentes: O *corante primário* atua como cromóforo, que consiste de aminas aromáticas *orto* e *para*-substituídas com grupos amino e/ou hidróxidos, que facilitam a oxidação, tais como *p*-fenilenediamina, *p*-toluenodiamina e *p*-aminofenol e seus derivados denominados intermediários primários que atuam como precursores de cor; o *agente acoplador* é formado por compostos aromáticos *m*-substituídos com grupos doadores de elétrons, tais como *m*-fenilenediaminas, resorcinol, naftol e outros derivados que não oxidam facilmente em presença de peróxido de hidrogênio. Eles não produzem colorações significativas, mas podem alterá-las quando usados em reações com precursores e oxidantes; o *agente oxidante* reage em meio alcalino, preponderantemente peróxido de hidrogênio na presença de amônia. É necessária a adição de uma solução alcalina para abrir as escamas das cutículas e permitir que a tintura atinja o córtex, agindo dentro do mesmo. Diferentes precursores e aditivos são misturados para desenvolvimento da cor à medida que reagem entre si. As formulações contendo os agentes oxidantes normalmente são utilizados na forma de emulsão (RODRIGUES, 2020).

Figura 9. Mecanismo de coloração permanente (DARIO, 2016).



Inicialmente, o cabelo é tratado com um agente alcalino (amônia, monoetanolamina, aminometilpropanol) que facilita a difusão dos reagentes na estrutura interna do cabelo (córtex), onde propicia a formação do polímero colorido. Para as espécies precursoras têm se usado diferentes compostos com diferentes substituintes, tais como: diaminas, fenóis e etc, bem como *p*-fenilenodiamina (PPD) e *p*-toluenodiamina (PTD). A oxidação destas substâncias na presença de outros agentes de acoplamento resulta em polímero colorido irreversível no cabelo, uma vez que a reação ocorre no córtex e não na superfície (FRANÇA, et al., 2015). A seguir, temos a **Figura 10**, a estrutura da *p*-fenilenodiamina e do agente acoplador resorcinol.

Figura 10. Estruturas químicas (A) do agente precursor *p*-fenilenodiamina (PFD) e (B) do agente acoplador resorcinol (OLIVEIRA, et al, 2014):



3.4 Danos naturais na fibra capilar

3.4.1 Efeitos da Radiação UV

A exposição à radiação ultravioleta (UV) ocorre tanto devido a fontes naturais quanto artificiais. A radiação UV compreende uma faixa de comprimentos de onda de 100 a 400nm, podendo ser classificada, segundo a Comissão Internacional de Iluminação (CIE), em três regiões: UVA (315 - 400 nm), UVB (280 – 315 nm) e UVC (100 – 280 nm), sendo que o sol é a principal fonte de UV. A radiação UV do sol sofre absorção e espalhamento quando atravessa a atmosfera terrestre, sendo a absorção pelo O₂ e pelo O₃ o processo mais importante (NOGUEIRA, 2003). A camada de ozônio é capaz de boquear a entrada da radiação UVC, permitindo a passagem de 1-10% de radiação UVB e 90-99% de radiação UVA (DARIO, 2016).

Além dos efeitos sobre a pele como o fotoenvelhecimento, a radiação UV, também, causa danos aos cabelos. Como as queratinas são formadas por tecido morto, não ocorre sua regeneração nas fibras deterioradas, e os efeitos causados pela radiação UV na estrutura são acumulativos e se associam a outros fatores, que contribuem e aceleram as modificações estruturais. O primeiro sinal de alteração nas queratinas expostas a luz solar é o aparecimento de uma coloração amarelada, atribuída à degradação de vários aminoácidos como tirosina ($\lambda_{\text{máx.}} = 275$ nm), triptofano ($\lambda_{\text{máx.}} = 280$ nm) e cisteína ($\lambda_{\text{máx.}} = 200$ nm) bem como as melaninas ou pigmentos depositados por colorações, sendo que o cabelo não pigmentado é mais sensível ao UV do que o pigmentado, que possui melaninas para a sua fotoproteção (TUCCI, 1989).

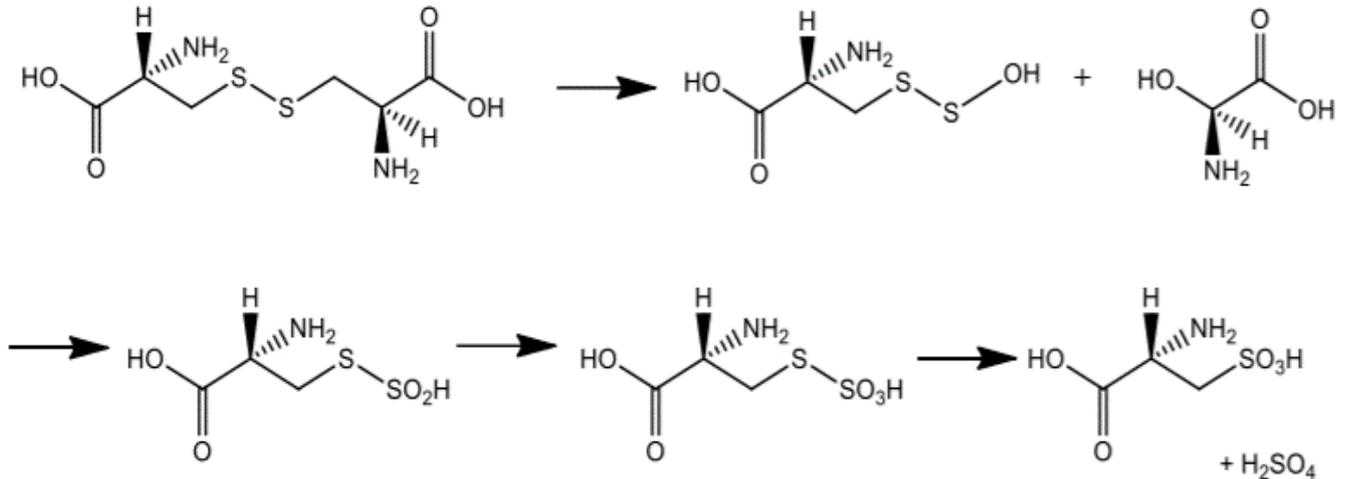
Na maioria dos casos dos tratamentos foto-oxidativos, os aminoácidos das cutículas são mais degradados do que do córtex, porque a intensidade de radiação recebida por estas é maior do que no córtex. (NOGUEIRA, 2003).

A quantidade de triptofano no cabelo, aumenta com a idade, sendo a concentração maior naqueles de coloração branca. A exposição do cabelo à radiação UV produz redução significativa desse aminoácido, ocorrendo outras alterações químicas na estrutura da queratina, como a oxidação de ligações dissulfídicas com formação de ácido cistéico. É comumente aceito que o mecanismo de foto-oxidação da cistina envolve a quebra de ligações C-S, que conduz a formação do ácido S-sulfônico, degradado pela radiação com formação de ácido cistéico. Na foto-oxidação das ligações dissulfídicas, ocorre a formação de 1 mol de ácido cistéico por 1 mol de ligação dissulfídica quebrada. (RICHENA, 2011; NOGUEIRA, 2003). Esta reação pode ser visualizada na **Figura 11**.

Os cabelos brancos ou grisalhos, devido à ausência ou reduzida quantidade de melanina, respectivamente, são mais suscetíveis aos danos causados pela radiação UV, apresentando maior taxa de quebra de ligações dissulfídicas e, conseqüentemente, menor resistência

mecânica (DARIO, 2016).

Figura 11. Reação de foto-oxidação do aminoácido cistina (STAVALE, 2018).



Os cabelos negros possuem maior quantidade de eumelanina em relação à feomelanina, ao contrário dos cabelos castanho-claros, que apresentam quantidade considerável de feomelanina e dos loiros que possuem pequenas quantidades de eumelanina. Devido a variação da proporção dos dois pigmentos nos cabelos, o efeito das radiações, principalmente UV, pode ser diferente. Os cabelos negros têm sua cor alterada (são clareados) quando expostos à radiação visível ou total (UVA + UVB + visível + IV). Porém, mechas castanho-claras, que apresentam menor proporção de eumelanina que os cabelos negros, são alteradas por todos os tipos de radiação, exceto IV, e particularmente pelo UVA e visível. Isso indica que a eumelanina possui maior fotoestabilidade em relação à feomelanina, provavelmente devido ao grupo quinona presente na estrutura deste polímero (DARIO, 2016).

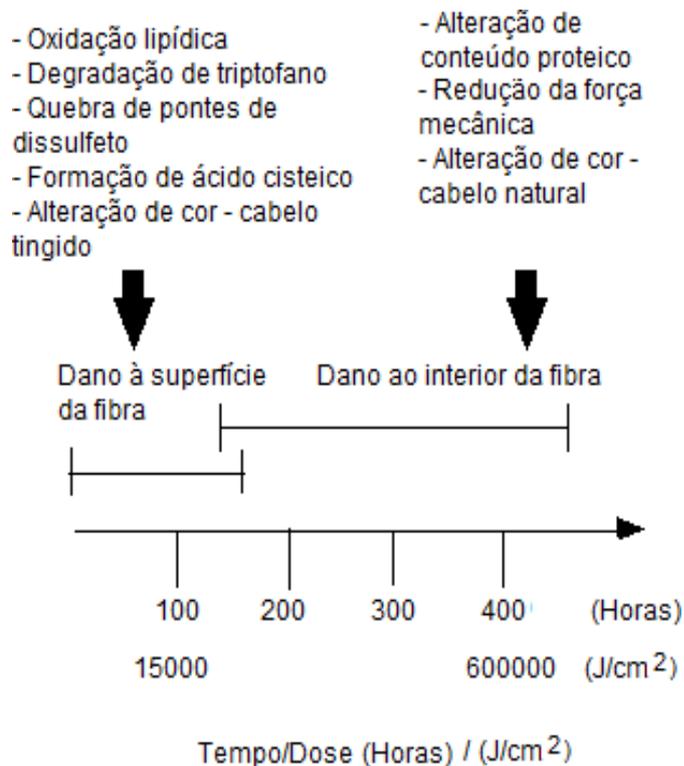
A radiação UVA é a maior responsável pela produção das EROs, relacionadas com a oxidação da porção indolquinona da eumelanina e conversão da porção benzotiazina da feomelanina a benzotiazol. As alterações estruturais, principalmente as ocorridas na eumelanina, são responsáveis pelo fenômeno de foto-clareamento observado nos cabelos naturais expostos à radiação solar. As ERO são geradas pela reação entre o oxigênio molecular (O₂) e a melanina radical formada, após sua interação com a radiação UV-Vis, sendo esta última a maior responsável pela modificação da cor natural da cabelo por promover a degradação dos grânulos de melanina, enquanto a UV causa alterações nas proteínas, afetando as propriedades mecânicas (DARIO, 2016).

Uma dificuldade encontrada pelos consumidores que desejam proteger os cabelos contra

a radiação UV é que as formulações desenvolvidas que contém filtro solar são, em sua maioria, destinados para aplicação na pele. (STAVALE, 2018).

A partir deste fato, sabe-se que a radiação solar provoca danos à fibra capilar, alterando negativamente suas características de cor, conteúdo proteico e, conseqüentemente, afeta suas propriedades mecânicas, como tração à ruptura e elasticidade. Porém, as alterações de cor são mais perceptíveis na fibra capilar com tintura, pois a dose de radiação necessária para promover esse efeito é cerca de 20 vezes menor que a requerida pela fibra natural, uma vez que a melanina é uma substância fotoprotetora. Além disso, os tons de coloração vermelho (ruivos claros, médios e intensos) são os que apresentam as alterações de cor mais pronunciadas (DARIO, 2016). A **Figura 12** apresenta os danos causados da fibra capilar pela radiação UV.

Figura 12. Danos estruturais causados pela radiação e alteração de cor em função da dose de radiação (LOCKE, et al., 2005).



3.4.2 Efeitos da água do mar

A água do mar abrange mais de 70% da superfície do planeta Terra e atinge profundidades que podem passar de 10.000 m em alguns pontos dos oceanos, como no caso das fossas das Marianas, no Oceano Pacífico. Corresponde a maior parcela de água disponível no planeta e está presente nos oceanos, compondo um sistema termodinâmico formada por água pura e diversos sais dissolvidos (SARAIVA, 2012). Possui salinidade média em torno de 33 g/L a 37 g/L.

Entretanto, existem regiões hipersalinas, como é o exemplo do Mar Morto com salinidade superior 40 g/L e mares considerados hiposalinos ou salobros com salinidade inferior a 25 g/L (FERREIRA, 2019).

A água do mar é um meio corrosivo complexo, constituído de solução de sais, matéria orgânica viva e em decomposição e gases dissolvidos, portanto a ação corrosiva não se restringe a ação isolada da solução salina, mas ao conjunto de diferentes componentes que compõe a água do mar. Entre os nutrientes que, geralmente, estão presentes na água do mar, temos: HPO_4 , NO_2^- , NH_4^+ , NO_3^- e Si(OH)_4 . A concentração em que são encontrados é muito pequena e existem variações de uma área para outra no oceano e de acordo com a profundidade, atingindo valores para o Atlântico de: $1,5 \mu\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ de HPO_4 ; $3,5 \mu\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ de NO_2^- ; $3,5 \mu\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ de NH_4^+ ; $4,3 \mu\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ de NO_3^- ; e $40 \mu\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ de Si(OH)_4 no Atlântico. Além dos nutrientes que a água do mar possui, também, existem sais que representam 99% de sua composição, como: Cl^- (cloreto) 56,0%; Na^+ (sódio) 28,0%; SO_4^{2-} (sulfato) 8,0%; Mg^{2+} (magnésio) 4,0%; Ca^{2+} (cálcio) 1,5%; K^+ (potássio) 1,0%; e HCO_3^- (bicarbonato) 0,5% (LIMA, 2019; MOURIÑO, FRAGA, 1984; HATJE, [s.d.]). A composição da água do mar natural está representada na **Figura 13**.

O modo como a salinidade varia ao longo dos oceanos depende quase inteiramente do equilíbrio entre a evaporação e a precipitação e a extensão da mistura entre as águas superficiais e mais profundas. Em geral, as mudanças de salinidade não têm efeito sobre as proporções relativas dos sais; todas as suas concentrações mudam na mesma proporção, ou seja, suas razões iônicas permanecem constantes (WRIGHT, et al., 1995). Além dos sais, estão distribuídos pelos mares, os gases que apresentam trocas livres entre a água e a atmosfera. Também, temos nutrientes de origem interna e externa, como: nitrito, nitrato, fosfato e silicato, e materiais particulados orgânicos e inorgânicos (HATJE, [s.d.]).

A água do mar sintética é composta de uma mistura de sais semelhantes a água do mar natural, com a vantagem de não possuir: substâncias tóxicas, provenientes da poluição do mar, parasitas e predadores. Outra vantagem do uso da água do mar artificial é a possibilidade de reproduzir uma água uniforme em termos de qualidade, pois a água do mar natural pode perder suas propriedades quando armazenada por longo período. Empresas privadas desenvolveram misturas para o preparo de água do mar de forma artificial mas, geralmente, não apresentam a composição química exata. Embora tenha ocorrido evolução na tecnologia de preparação de água do mar artificial, este problema ainda não foi totalmente resolvido (MALLASEN; VALENTI, 1998). Desta maneira, verifica-se a importância da utilização de uma água do mar artificial para pesquisas com uma composição mais próxima possível da água do mar natural. Na **Figura 13**, verifica-se a composição da água do mar artificial utilizada neste trabalho de pesquisa.

Figura 13. Representação da composição mais próxima da água do mar (WRIGHT, et al., 1995).

| Substância j | Valência Z _j | Massa Molar M _j (g/mol) | Fração Molar X _j × 10 ⁷ |
|---------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|--|
| Na ⁺ | +1 | 22.98976928 | 4188071 |
| Mg ²⁺ | +2 | 24.305 | 471678 |
| Ca ²⁺ | +2 | 40.078 | 91823 |
| K ⁺ | +1 | 39.098 | 91159 |
| Sr ²⁺ | +2 | 87.62 | 810 |
| Cl ⁻ | -1 | 35.453 | 4874839 |
| SO ₄ ²⁻ | -2 | 96.062 | 252152 |
| HCO ₃ ⁻ | -1 | 61.016 | 15340 |
| Br ⁻ | -1 | 79.904 | 7520 |
| CO ₃ ²⁻ | -2 | 60.0089 | 2134 |
| B(OH) ₄ ⁻ | -1 | 78.84 | 900 |
| F ⁻ | -1 | 18.998403 | 610 |
| OH ⁻ | -1 | 17.00733 | 71 |
| B(OH) ₃ | 0 | 61.833 | 2807 |
| CO ₂ | 0 | 44.0095 | 86 |

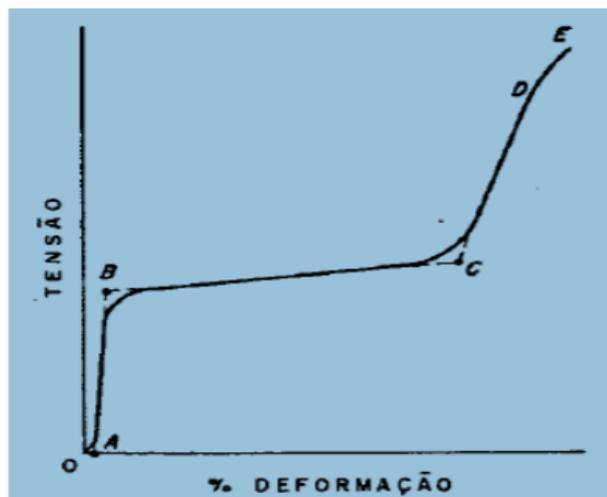
3.5 Fibra capilar: propriedades mecânicas e suas características

As propriedades mecânicas são divididas entre: **1) resistência a ruptura; 2) fricção; 3) brilho e 4) penteabilidade.**

1) A resistência de ruptura, nada mais é que a função do diâmetro do cabelo, da condição do córtex e é afetada negativamente pelos tratamentos químicos. Quando se aplica uma carga determinada e mede-se a elongação, temos regiões com as seguintes características: 3% de alongamento, denominada região *Hookeana*, entre 3 e 30% conhecida como região *não Hookeana ou plástica*; e acima de 30% região *pós-plástica* (DIAS, 2004; STEFONI, 2014) (**Figura 14**):

- *Região Hookeana ou elástica* O começo da estrutura é alongado e proporcional a carga aplicada. Esse alongamento nessa fase é de 2% em relação ao início do comprimento do fio da haste capilar.
- *Região não Hookeana ou plástica*: Nessa fase, o comprimento inicial tem um leve aumento na de carga, onde seu alongamento possui 25-30%.

Figura 14. Curva de tensão-deformação na direção longitudinal típica da fibra de queratina, sendo **A-B** região Hookeana, **B-C** não Hookeana e **C-D** região pós-plástica (DIAS, 2015).



O estágio inicial é conhecido como região de Hookeana. As estruturas capilares consistem em cadeias α -queratina estáveis com ligações de hidrogênio e a fibra capilar parece um sólido cristalizado. A inclinação da curva sobre a região elástica depende da coesão da α -queratina, e todos os fatores que afetam a coesão diminuirão esse valor (VELASCO, et al., 2009).

Quanto aos polipeptídeos, são produtos da cadeia de aminoácidos, sendo 18 no cabelo humano. No estado estacionário, as cadeias polipeptídicas não estirado, apresentam estrutura helicoidal que gera diversas ligações. A ligação cistina-S-S é a mais forte e ocorre a cada 4 voltas da espiral. As ligações com sais são mais fracas, embora ocorram a cada 2 voltas da espiral. As ligações de hidrogênio com os grupos C = O e H - N ocorrem em quase todas as voltas. Portanto, na região Hookeana (região elástica) ocorre interferência proveniente da forma α -queratina como resistência ao estiramento, por ligações de hidrogênio que estabilizam a estrutura helicoidal. Sobre a região não-Hookeana, esta ocorre a transição da α -queratina para a β -queratina, quando um deslocamento das cadeias peptídicas aparece sem um alto grau de resistência. O terceiro estágio, é a região pós não-Hookeana, relacionada à resistência da configuração da β -queratina ao alongamento, até atingir o ponto de ruptura (VELASCO, et al., 2009). Quando o cabelo está molhado, a zona plástica inicia-se, aproximadamente, com a metade da carga necessária em comparação ao cabelo seco. Como resultado da perda de ligações de hidrogênio e aumento da temperatura, têm-se uma elevação no grau de hidratação da fibra, portanto umidade e temperatura devem ser controladas ao se proceder a estudos das características mecânica (STEFONI, 2014).

2) Com relação a **fricção**, ela é a força que resiste ao movimento, quando um corpo desliza sobre outro. A superfície das cutículas possui coeficiente de atrito elevado devido o formato das

escamas e depende da geometria das cutículas e do estado físico-químico do cabelo. O atrito contínuo de um fio sobre outro danifica as cutículas. Da raiz à extremidade, o coeficiente de atrito difere no fio de cabelo seco e molhado e o ato de pentear pode danificar o cabelo. A superfície do cabelo, também, apresenta cargas elétricas positivas e negativas e possui um ponto eletricamente neutro (igual quantidade de cargas positivas e negativas) no valor de pH 3,8 (ponto isoelétrico). Quando o cabelo entra em contato com produtos com valor de pH é superior a 3,8, torna-se mais negativo, pois o grupo NH_3^+ perde sua carga. No entanto, valores abaixo de 3,8 tornam o cabelo mais positivo, os grupos carboxila são protonados e neutralizados e ocorre uma predominância do grupo NH_3^+ (DIAS, 2004).

3) A respeito do **brilho**, ele é um dos atributos cosméticos mais importantes e desejados do cabelo. Do ponto de vista físico, está relacionado à maneira pela qual o cabelo reflete e difunde o feixe de luz incidente e qualquer fator que altere a reflexão da luz teria influência no brilho. Por ser uma propriedade superficial, a disposição das cutículas é a principal responsável pelo brilho em função de influenciar no processo de reflexão da luz. Quando um feixe de luz atinge a superfície do cabelo, uma parte é refletida, outra parte é absorvida e uma terceira parte é dispersa. Os fatores que influenciam a percepção do brilho, por ordem de importância, são: reflexão, dispersão da luz, alinhamento e cor.

Os danos nas cutículas (abertura e quebra de escamas), assim como partículas de poeira e secreções do couro cabeludo acumuladas sobre os fios reduzem o brilho (VELASCO, et al., 2009).

4) Para o fim de avaliar o estado da camada mais externa da fibra capilar, as *cutículas*, duas características são muito importantes, a **pentabilidade** e o **atrito** (descrito anteriormente). Devemos considerar que, quanto mais as *cutículas* estiverem alinhadas e íntegras, as características como maciez, brilho, *frizz* serão melhores. Um dos testes utilizados para avaliar o estado das *cutículas* é o de pentabilidade, que calcula o trabalho total para pentear a mecha de cabelo. É possível observar se mechas tratadas com algum produto químico ou que apresenta danos, costuma diminuir este valor. As propriedades mecânicas dos cabelos está estreitamente relacionada à geometria e ao estado de conservação dos fios uma vez que as cutículas estiverem seladas esse valor será menor (DARIO, 2016; GOSHIYAMA, 2019). A **pentabilidade**, portanto, pode ser definida como a percepção subjetiva da maneira fácil ou difícil de pentear os cabelos. Está diretamente relacionada às forças opostas à ação de pentear os cabelos. É um atributo importante na avaliação do condicionamento capilar. Para o consumidor, a melhora na condição da pentabilidade reflete o melhor condicionamento do cabelo, comumente conhecido como “hidratação”. Outros fatores relacionados à pentabilidade são os danos mecânicos que

podem ocorrer, quando penteamos o cabelo é penteado, que pode ser agravado quando se tenta desembaraçá-lo (VELASCO, et al., 2009).

Quanto às características da fibra capilar, na maioria das vezes, depende da geometria do fio, isto é, nos cabelos caucasianos sua geometria é oval; nos asiáticos, circular; e no caso dos afro-étnicos, é elíptica. Diversas propriedades mecânicas estão diretamente relacionadas ao diâmetro da fibra (DIAS, 2004). Outro fator determinante das propriedades mecânicas é a constituição do *córtex*, pois é o principal componente do cabelo, constituído por células cilíndricas de aproximadamente 1 a 6µm de espessura e 100µm de comprimento. (STEFONI, 2014). A seguir, apresentamos os 3 tipos de fibra capilar e suas características (COLENCI, 2007):

- *Cabelos asiáticos*: nascem perpendicularmente ao couro cabeludo, resultando em fios totalmente retos. Suas fibras possuem o maior diâmetro entre as 3 raças e possuem formato cilíndrico. A taxa de crescimento dos cabelos asiáticos é a mais rápida dos três grupos e apresentam na coloração castanho escuro ao preto (COLENCI, 2007).
- *Cabelos caucasianos*: é o mais variado dos três grupos raciais, podendo possuir formas ondulada ou reta. Suas fibras possuem formato mais oval, crescem em ângulo oblíquo em relação ao couro cabeludo, possuem diâmetro muito variado, porém apresentam o menor diâmetro entre os três grupos. A coloração varia do castanho-escuro ao loiro (COLENCI, 2007).
- *Cabelos africanos*: se apresentam muito ondulados e, por esse motivo, são mais secos, pois as glândulas sebáceas são menos ativas neste grupo e a distribuição de oleosidade no decorrer da fibra é irregular. Este grupo é o que apresenta a taxa de crescimento dos cabelos mais lenta. A composição de aminoácidos é similar aos caucasianos e asiáticos, mas sua disposição que contém átomos de enxofre é diferente, sendo responsável pelas variações estruturais. Apresenta, também, o menor conteúdo de água. As *cutículas* são mais torcidas em suas bordas, sendo facilmente danificado neste ponto, razão para maior vulnerabilidade do cabelo africano aos processos químicos e físicos. Suas fibras possuem um formato elíptico. A coloração do cabelo africano varia do castanho escuro ao preto (COLENCI, 2007).

O cabelo virgem compreende os fios que nunca passaram por processos químicos, como: alisamento/ relaxamento, descoloração, tinturas, porém podem sofrer processos físicos, como o ato de escovar, o uso de secadores, piastra, além da radiação solar (raios UV) e da poluição ambiental que causam efeitos irreversíveis na estrutura das fibras. Um cabelo danificado altera as propriedades físicas, mecânicas e modificações nas cargas da superfície do cabelo. O estresse mecânico e eletromecânico ocasionam a formação de sub-microcavidade, e em decorrência disto, os elétrons podem se mover para fora, promovendo a degradação (COLENCI, 2007).

3.6 Perda Proteica

O cabelo humano quando submetido aos tratamentos físicos ou químicos pode apresentar danos em sua estrutura o que ocasiona alterações na composição proteica. Esta pode ser facilmente avaliada, pela determinação quantitativa de aminoácidos extraídos da fibra capilar (GAMA, 2010; SANDHU et al., 1995; SANDHU; ROBBINS, 1993).

Muitos métodos espectrofotométricos têm sido propostos para a determinação de proteínas totais provenientes do cabelo, porém os métodos mais utilizados e citados na literatura científica são: Lowry (GAMA, 2010; DIAS et al., 2008; SANDHU et al., 1995; SANDHU; ROBBINS, 1993); o método de Bradford (SILVA et al., 2004) e o método BCA (ácido bicinconínico), que elimina a necessidade de adição de reagentes em tempo preciso e de longa duração de incubação como ocorre no método de Lowry, sendo comumente utilizado na avaliação da fibra capilar, oferecendo grande flexibilidade e facilidade no seu uso (BIOAGENCY, 2010). O método de Lowry se fundamenta na redução do reagente fosfomolibdico-fosfotungístico, denominado de reagente de Folin-Fenol, pela proteína tratada previamente com sulfato de cobre em meio alcalino. É o mais utilizado pelos pesquisadores, devido à sua simplicidade, precisão e sensibilidade (GAMA, 2010). Inicialmente, a proteína reage com íons cúprico em solução (valor de pH próximo a 10), provenientes do sulfato de cobre e em meio de hidróxido e carbonato de sódio. Para garantir a estabilidade da solução e evitar a precipitação do cobre, adiciona-se o reagente tartarato de sódio/ potássio. O mecanismo de ação envolve o complexo formado pelos íons cúpricos e aminoácidos, extraídos da fibra capilar, com redução a íons cuprosos. A formação deste último composto é seguida pela redução do reagente de Folin-Fenol, obtendo solução de coloração azul cuja leitura espectrofotométrica é realizada no comprimento de onda de 750 nm (PETERSON, 1977; LOWRY et al., 1951).

Por meio desta técnica, quanto maior o valor da absorbância, maior a quantidade de proteínas extraídas do cabelo, refletindo seu dano (SANDHU et al., 1995; SANDHU; ROBBINS, 1993). Contudo, o método de Lowry depende do Folin-Ciocalteu para aumentar a sensibilidade da reação de biureto (LOWRY et al., 1951), e ainda este reagente é instável em meio alcalino, necessitando de um tempo exato para sua adição para conseguir resultados precisos. Outra desvantagem é que na presença de tampão salino e tensoativos não iônicos formam-se precipitados insolúveis, interferindo nos resultados obtidos (SMITH et al., 1985).

Comparativamente, no método do BCA, o cobre é reduzido na presença de cadeias polipeptídicas como a proteína, e seu estado de oxidação passa de Cu^{2+} para Cu^+ , que reage com o sal sódico do ácido bicinconínico (BCA). Na reação, forma-se um complexo púrpura pela quelação do Cu^+ por duas moléculas de BCA, que exibe uma absorbância a cerca de 562 nm,

proporcional à concentração de proteínas do meio, no intervalo de 20 a 2000 mg/ mL (ZAIA, et al., 1998). A formação da coloração púrpura nas amostras de proteínas quando ensaiadas com o reagente BCA decorre da estrutura macromolecular da proteína, número de ligações peptídicas e presença de quatro aminoácidos (cisteína, cistina, triptofano e tirosina). De forma similar aos demais tratamentos, a perda proteica representa desgaste da estrutura das cutículas e do córtex, provavelmente maior valor para as mechas submetidas aos tratamentos de alisamento e tintura (STEFONI, 2014).

Na avaliação da perda proteica apresentada no trabalho de LUCARINI & KILIKIAN (1999) que avaliaram comparativamente os métodos de Lowry e Bradford, frente ao nível de interferência de algumas substâncias usadas para a precipitação do glicoamilase pelo álcool etílico. O método de Bradford não apresentou nenhuma interferência, enquanto o de Lowry resultou em valores 20% superiores da concentração da proteína na presença do álcool etílico e do tampão Tris. Apesar destas interferências, o método de Lowry pode avaliar mais exatamente, o aumento da pureza durante o fracionamento, devido maior sensibilidade às proteínas e aos peptídeos de baixa massa molar (inferiores a 6 kDa) (LUCARINI&KILIKIAN, 1999; GAMA, 2010). Por outro lado, os estudos realizados por SMITH et al. (1985) demonstraram que o método de quantificação proteica BCA seria uma alternativa superior ao método de Lowry pelo monitoramento dos resultados e aumento na precisão da resposta da reação de biureto com a proteína. A técnica oferece manipulação simples e maior tolerância a algumas substâncias de interferência, além da grande estabilidade do reagente de trabalho, o que aumenta a sensibilidade do método (SMITH et al., 1985; STEFONI, 2014).

Além disso, no trabalho realizado por DARIO (2016), avaliando que as mechas descoloridas tingidas de ruivo apresentaram, após 90h de exposição à radiação solar, significativa e elevada alteração de cor ($dE = \sim 8$) e perda proteica inferior ($4,18 \pm 0,03$ mg/g cabelo) aquela observada para as mechas descoloridas tingidas de loiro ($10,1 \pm 0,1$ mg/g cabelo), que tiveram pequena alteração de cor ($dE = 1,5$). Portanto, o comportamento de alteração de conteúdo proteico das mechas controle (não tratadas com formulação) pode ser explicada pelo efeito fotoprotetor intrínseco aos pigmentos da tintura capilar. A tintura cor ruivo foi mais eficaz na proteção das estruturas proteicas, oxidando-se e prevenindo a oxidação e quebra de ligações químicas nas proteínas. No entanto, os pigmentos da tintura cor loiro não passaram pelo processo oxidativo, pois apresentaram-se mais resistentes à degradação induzida pelo UV/ VIS permitindo, assim, a oxidação de proteínas da estrutura capilar (DARIO, 2016).

3.6.1 Pesquisa de interferentes

A **especificidade** ou **seletividade** representa a capacidade que um método possui de avaliar um composto em presença de outros componentes como impurezas, produtos de degradação e componentes da formulação. Esta característica deve ser assegurada para não comprometer os outros parâmetros como a substância padrão e a amostra a ser analisada. Pode ser determinada pela comparação dos resultados obtidos de amostras contaminadas e quantidades apropriadas de impurezas e amostras não contaminadas para demonstrar que o resultado do teste não é afetado (BRASIL, 2003; FDA, 2001, ICH Q2B, 1996).

Neste trabalho a pesquisa de interferentes foi realizada nas seguintes condições: água do mar artificial como grupo número **(1)**; mecha de cabelo descolorida e tingida com nível de loiro 12.0 **sem** água do mar artificial como grupo número **(2)**; mecha de cabelo descolorida e tingida com nível de loiro 12.0 **com** água do mar artificial como grupo número **(3)** e por fim, água do mar artificial aplicada na mecha de cabelo descolorida e tingida com nível de loiro 12.0 **sem** água do mar artificial como grupo número **(4)**.

Material e Métodos

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Material

4.1.1. Mechas de cabelo

As mechas de cabelo utilizadas para experimento possuem 15cm de comprimento e 3,0g de massa e foram divididas em: mecha virgem castanho escuro liso; mecha descolorida e 3 grupos de mechas tonalizadas com os respectivos níveis de loiro: 8.0, 10.0 e 12.0, tintura permanente da linha Imédia Excellence® da L'oréal.

4.1.2 Matérias-primas e reagentes

- Lauril éter sulfato de sódio: *Sodium Lauryl Ether Sulfate* (Fornecedor: DEG. Imp. Prods. Química.Ltda).
- Albumin Standard (bovine sérum albumin): 2,0 mg/mL em 0.9% aquosos de solução NaCl contendo azida sódica (Fornecedor: Thermo Scientific).
- Água do mar artificial: sal do mar sintético da Blue Treasure® (9560 mg/L de Na⁺; 1350 mg/L Mg²⁺; 380 mg/L de K⁺; 400 mg/L de Ca⁺; 10,5 mg/L de Sr²⁺; 012 mg/L de Rb²⁺; 0,2 mg/L de Fe; 0,15 mg/L de Li⁺; 17600 mg/L da Cl; 2430 mg/L de SO₄²⁻; 20 mg/L de Br⁻), pH de 8,15 e água destilada (Aqua SeaSalt).
- Reagente A: 1% BCA.Na₂; 2% Na₂CO₃H₂O; 0,16% Na₂ tartarato; 0,4% NaOH e 0,95% NaHCO₃) (Fornecedor: Thermo Scientific).
- Reagente B: 4% CuSO₄. 5H₂O (Fornecedor: Thermo Scientific).
- Condicionador: Cloreto cetiltrimetilamônio 10% p/v e Água destilada q. s. p. 100,0 (Farmácia de manipulação: FarmaAssist).
- Tintura permanente Imédia Excellence® L'oréal: *Water; Cetearyl Alcohol; Propylene Glycol; Deceth-3; laureth-12; Ammonium hydroxide; Oleth-30; Hexadimethrine Chloride; Lauric Acid; Alycol distearate; Polyquaternium-22; Ethanolamine; Silica Dimethyl Silylate; CI 77891/ Titanium Dioxide, m-Aminophenol, Ascorbic Acid, Sodium Metabisulfite; Hydroxybenzomorpholine; Dimethicone; Proline, p-Phenylenediamine; Carbomer, Threonine; Resorcinol; EDTA; Parfum* (L'oréal Professional).
- Peróxido de hidrogênio Beira Alta®: *Water; Hydrogen Peroxide; Cetearyl alcohol; Sodium Salicylate; Trideceth-2-Carboxamide MEA; Phosphoric acid; Ceteareth-25-Tetrasodium Etidronate; Tetrasodium Pyrophosphate; Glycerin.* (Beira Mar).
- Persulfato de amonia Wella Blondor® Camomila: *Ammonium persulfate; Sodium silicate; Sodium bicarbonate; Cellulose gum; Hydroxyethylcellulose; Disodium EDTA; Silica; CI*

77007; Parfum; Chamomilla recutita Flower Extract; Benzyl Alcohol, Limonene (Wella Profissionais).

4.1.3. Equipamentos

- Balança analítica Shimadzu[®], modelo AUY 220
- Espectrofotômetro Shimadzu[®], modelo UV-VIS UV-1203, com cubeta de 1cm caminho óptico
- Dia-stron[®] MTT 175 e acessórios de penteabilidade e software específico
- SAMBA Hair System Bossa Nova Technologies[®]
- Banho de Ultrassom Unique[®] UltraCleaner 1600 A
- Colorímetro (Chroma Meter) CR-400 Konica Minolta[®]
- Aquário de vidro de 4,5 litro (medida: 25 x 12 x 14)
- Banho de aquecimento Nova Ética[®] Modelo 500/3D com temperature entre 42°C-50°C

4.2. Métodos

4.2.1 Preparo das mechas de cabelo

Foram preparadas 5 grupos, sendo que cada grupo continha 3 mechas de cabelo liso castanho-escuro virgem, totalizando 15 mechas utilizadas, que foram umedecidas por 30 s com água morna ($40,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$) e lavadas com a dispersão 10% p/p de lauriléter sulfato de sódio (*Sodium Lauryl Ether Sulfate*). Após, massageadas por 1 min com a dispersão mencionada com o polegar e o dedo médio e, em seguida, enxaguadas por 1 min com água morna. Este procedimento padronizado é utilizado para remoção de sebo natural, possíveis resíduos de produtos cosméticos e impurezas (DARIO, 2013). Em seguida, as mechas foram secas à temperatura ambiente ($23,0^{\circ}\text{C}$). Ao final da preparação das mesmas, estas foram divididas em 5 grupos como apresentado na **Tabela 2**.

Tabela 2. Divisão das mechas selecionadas para os experimentos e suas nomenclaturas.

| Tratamento das Mechas | Nomenclatura dos grupos |
|------------------------------|--------------------------------|
| Mecha virgem | <i>Controle</i> |
| Mecha descolorida | <i>Mecha descolorida</i> |
| Mecha com coloração 8.0 | <i>T1</i> |
| Mecha com coloração 10.0 | <i>T2</i> |
| Mecha com coloração 12.0 | <i>T3</i> |

4.2.2 Processo de aplicação do pó descolorante e tintura permanente

Com intuito de simular o que ocorre durante o trabalho do profissional do cabelo, as mechas foram tratadas com uma mistura de 20,0g de pó descolorante marca Wella, linha Blondor® e 30,0g de peróxido de hidrogênio da marca Beira Alta® (30 volumes), permanecendo em repouso por 40 min. Em seguida, foram lavadas segundo procedimento descrito anteriormente (item 4.2.1). Na sequência, as 9 mechas descoloridas foram divididas nos grupos citados na tabela 2, e em seguida aplicado a coloração permanente da linha Imédia Excellence® da L'oréal, em cada grupo contendo 3 mechas: *1º loiro médio nível 8.0 (T1); 2º loiro nível 10.0 (T2) e 3º ultra-loiro nível 12.0 (T3)*. Um 3 mechas virgem e 3 descoloridas foram mantidas intactas para serem usadas como grupo *Controle e Descolorida (Tabela 2)*, totalizando 5 grupos de mecha neste estudo.

4.2.3 Preparo da água do mar artificial

Para a preparação da água do mar artificial, foi utilizada uma mistura de sais prontos da marca Blue Treasure –Reef Sea Salt®, água destilada e um aquário de 4,5 litro. Após colocar 1 L de água destilada no aquário, foram adicionados 0,5g da mistura de sais (item 4.1.2) com agitação manual constante até a total diluição do pó, assim como descrito nas instruções de rotulagem.

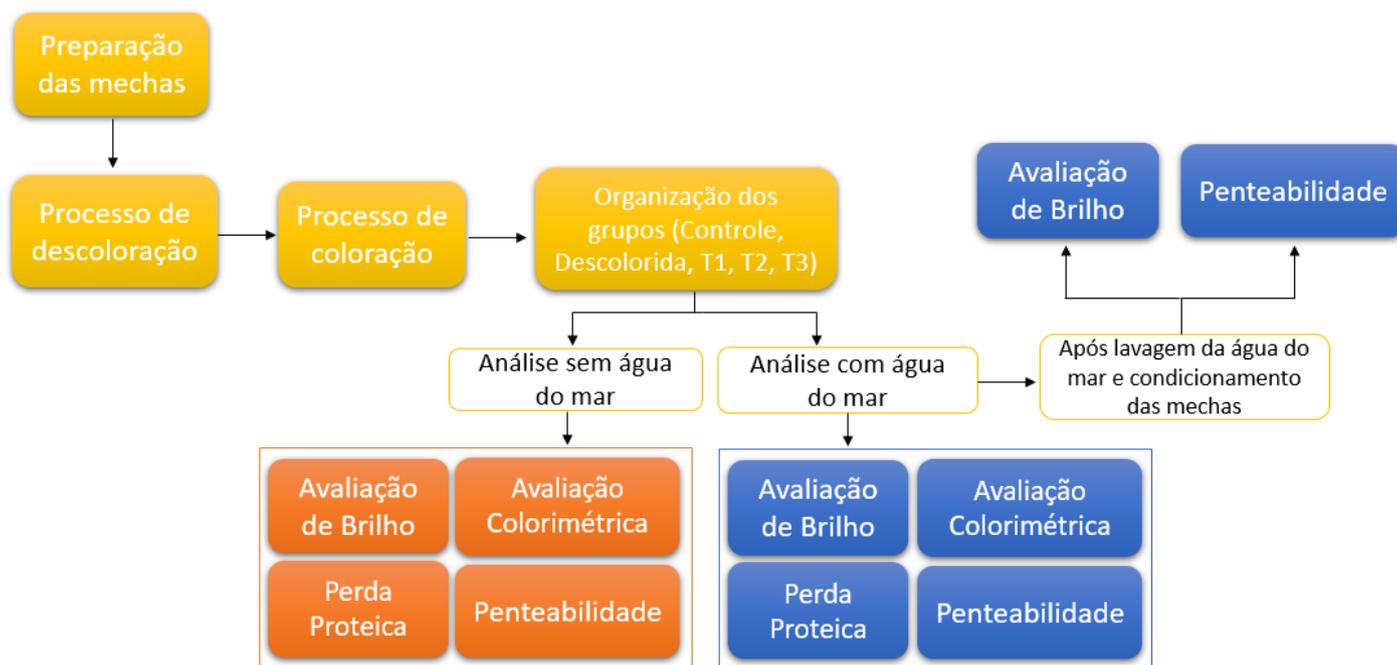
4.2.4 Submissão das mechas à água do mar

O grupo Controle, Descolorida e as tratadas com os respectivos níveis de coloração (T1, T2 e T3) foram mergulhadas por 3h/dia durante 4 dias, dentro de um recipiente de 4,5 litros contendo água do mar artificial (item 4.2.3). Após cada submissão, posteriormente, foram enxaguadas com água morna e secas à temperatura ambiente (23,0° C), para serem avaliadas quanto os níveis de danos causados pela água do mar. Este procedimento foi estipulado apenas para este trabalho pelo motivo não haver uma padronização da submissão do cabelo na água do mar na literatura, portanto com o intuito de imitar o ambiente de praia, a submissão de 3h/dia durante 4 dias foi decidida.

4.2.5 Lavagem e condicionamento

Após os 4 dias de submissão de danos causados pela água do mar artificial, os 5 grupos foram enxaguados com água morna e lavadas com a dispersão de *Sodium Lauryl Ether Sulfate*. Depois de retirar a água do mar artificial das mechas, foi aplicado o condicionador (item 4.1.3), massageando as mechas por 2 min e deixando secar em temperatura ambiente (23,0° C), para refazer os testes de penteabilidade e brilho. A seguir, é possível observar o **Fluxograma 1** da sequência de análises utilizado nesse trabalho.

Fluxograma 1. Sequência do procedimento experimental do trabalho.



Fonte: Próprio autor.

4.3. Validação do Método Analítico

Dados analíticos não confiáveis podem conduzir a decisões erradas e, para garantir a confiabilidade nos resultados, o método de análise deve ser validado, envolvendo um processo contínuo que se inicia no planejamento da estratégia analítica e continua ao longo do desenvolvimento da metodologia (RIBANI, et al., 2004). Por este motivo, a validação dos métodos analíticos é um processo estatístico utilizado para garantir que o método atenda às exigências desejadas, fornecendo uma evidência documentada de que este atinge sua finalidade (GIL&BATISTA FILHO, 2005).

A **curva analítica** é construída para demonstrar que os resultados obtidos são coerentes, sendo diretamente proporcionais às concentrações das substâncias que serão analisadas isoladamente ou nas formulações, dentro dos limites de variação (BRASIL, 2003; FDA, 2001, ICH Q2B, 1996), considerando a média de no mínimo 5 determinações obtidas pelo método, em função das concentrações (mg/mL ou µg/mL) do padrão de referência, no caso a albumina (padrão de referência secundário). O cálculo da equação de reta da curva analítica é realizado por regressão linear por meio do método dos mínimos quadrados e calculado o coeficiente de correlação linear (BRASIL, 2003).

Neste trabalho, a **curva analítica** é obtida pela **equação da reta** do tipo $y = a x + b$, onde x é concentração de albumina e y é absorvância e o coeficiente de correlação (R^2) deve ter o valor

mínimo de 0,99. Também, deve ser determinado o desvio padrão relativo com o valor máximo permitido de 5% (BRASIL, 2003; FDA, 2001, ICH Q2B, 1996).

A precisão do método envolve o grau de concordância entre os resultados de cada teste quando aplicado repetidamente em várias amostras de uma mesma origem, e quanto maior o número de replicatas, melhor a precisão, sendo expressa como desvio padrão relativo (DPR) ou coeficiente de variação (CV%), segundo a **Equação 1** (STEFONI, 2014):

Equação 1. Cálculo para a obtenção do desvio padrão relativo.

$$DPR = \frac{DPa \times 100}{CMD}$$

Legenda: DPR- desvio padrão relativo; DPa -desvio padrão médio obtido por meio da curva analítica; CMD -concentração média determinada de todas as amostras (BRASIL, 2003).

Na validação deve-se utilizar concentrações conhecidas de um padrão de referência e comparar com os valores obtidos na análise, ou seja, a proximidade dos valores obtidos no experimento com os valores teóricos. A exatidão está relacionada com a seletividade, linearidade do método, validade dos padrões utilizados, calibração da instrumentação analítica e deve ser mais próxima de 100%, sendo expressa pela relação entre a concentração média determinada experimentalmente e a teórica correspondente, segundo a **Equação 2** (BRASIL, 2003):

Equação 2. Cálculo para obtenção da exatidão.

$$E\% = \frac{CME}{CMT} \times 100$$

Legenda: E (%) -exatidão em porcentagem; CME- concentração média determinada experimentalmente; CMT- concentração média teórica de todas as amostras consideradas (BRASIL, 2003).

O **limite de detecção (LD)** e o de **quantificação (LQ)** determinam a sensibilidade do método. O LD é a menor quantidade de substância analisada de uma amostra a ser detectada e é calculado segundo a **Equação 3** (BRASIL, 2003):

Equação 3. Cálculo para obtenção do Limite de detecção estimado.

$$LD = \frac{DPa \times 10}{CA}$$

Legenda: LD - limite de detecção; DPa -desvio padrão médio obtido por meio da curva analítica; CA - coeficiente angular da equação da reta (BRASIL, 2003).

O LQ envolve a menor concentração que pode ser determinada quantitativamente pelo método, apresentando valores aceitáveis para precisão e exatidão. É calculado segundo a **Equação 4** (BRASIL, 2003):

Equação 4. Cálculo para obtenção do LQ.

$$\text{LQ} = \frac{\text{DPa} \times 10}{\text{CA}}$$

Legenda: LQ -limite de quantificação; DPa -desvio padrão médio obtido por meio da curva analítica; CA - coeficiente angular da equação da reta (BRASIL, 2003).

4.4 Penteabilidade a seco

A penteabilidade (trabalho total) foi determinada no Dia-stro[®] MTT 175 (**Figura 15**), no laboratório da USP, à temperatura ambiente ($22,0 \pm 2,0$ °C), utilizando parâmetros definidos a seguir: pentear as mechas de cabelo do item 4.1.1, com 15 cm de comprimento e 3,0g de massa, três vezes com um pente plástico, com a finalidade de evitar danos ao equipamento e retirar eventuais nós presentes nos fios. Onde foram realizados 3 ensaios de penteabilidade em cada mecha, obtendo-se o trabalho total (joules) médio para pentear a seco. As mechas foram avaliadas antes e depois da aplicação dos procedimentos de descoloração e coloração de forma comparativa (DARIO, 2016).

Figura 15. Equipamento Dia-stro[®] MTT 175 utilizado para avaliação de penteabilidade e tração à ruptura.



Fonte: Imagem retirada dos sites AllBiz e do Dia-Stron[®] delivering measurement solution [s.d.].

4.5 Análise Colorimétrica

A avaliação da cor das fibras capilares será realizada por espectrofotometria de reflectância difusa. O equipamento Colorímetro (Chroma Meter) CR-400 Konica Minolta® fornece os parâmetros de cor em função de três vetores: **DL***, representa o parâmetro de diferença de luminosidade (positivo para mais claro e negativo mais escuro), **Da***, define a tonalidade da cor tendo como limites o verde e o vermelho (positivo mais vermelho e negativo mais verde) e **Db***, corresponde a diferença de cor na coordenada amarelo-azul (positivo mais amarelo e negativo mais azul). Todos estes parâmetros de cor podem ser resumidos no **DE*** que indica a diferença total de cor e podem ser calculados segundo a **Equação 5** (DARIO, 2016).

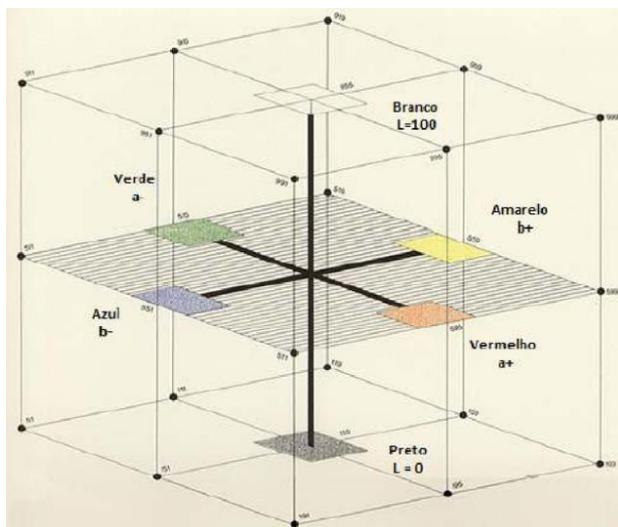
Equação 5. Cálculo dos parâmetros de cor de acordo com o sistema CIELAB.

$$\begin{aligned}DL^* &= L^*_{(final)} - L^*_{(inicial)} \\ Da^* &= a^*_{(final)} - a^*_{(inicial)} \\ Db^* &= b^*_{(final)} - b^*_{(inicial)} \\ DE^* &= \{(DL^*)^2 + (Da^*)^2 + (Db^*)^2\}^{1/2}\end{aligned}$$

Legenda: **L*** = parâmetro de luminosidade/ **DL*** = diferença de luminosidade/ **a*** = parâmetro de cor na coordenada vermelho-verde/ **Da*** = diferença na coordenada vermelho-verde/ **b*** = parâmetro de cor na coordenada amarelo-azul/ **Db*** = diferença na coordenada amarelo-azul/ **DE*** = diferença de cor total (DARIO, 2016).

O diagrama está disposto em ângulos cromáticos (**a*** e **b***) retos em duas direções, criando ângulos retos em relação ao eixo acromáticos (**L***), conforme representado na **Figura 16** a seguir (DARIO, 2016; GOSHIYAMA, 2019).

Figura 16. Diagrama CIE **L*a*b*** (GOSHIYAMA, 2019).

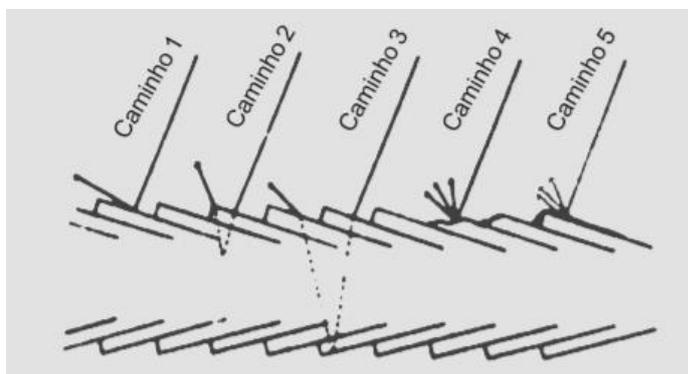


4.6 Avaliação do brilho

O cabelo possui uma aparência única, podendo ser considerada transparente e parcialmente absorviva na parte da cutícula. É possível afirmar que este visual vem de três diferentes interações com a luz: *Shine band*, que é definido pela reflexão da luz na superfície da fibra capilar, a largura da banda está associada pelas irregularidades da superfície (*roughness*), esta banda é branca; a *Chroma band*, que é formada pela refração da luz incidente e pela reflexão da superfície de trás, como atravessa a fibra essa banda possui coloração, sendo mais larga que a *shine band*; e a *Diffused light*, a qual é composta pela luz que é refratada no cabelo e dissipada pelos pigmentos e outros compostos do córtex, é colorida, entretanto como ocorre a dissipação, não aparece na forma de banda como os outros dois (LEFAUDEUX et al., 2009; GOSHIYAMA, 2019).

A **Figura 17** é uma ilustração esquemática dos caminhos potenciais da luz incidente sobre diferentes fios de cabelo. O Caminho 1 mostra uma reflexão especular, ao passo que os demais caminhos representam formas de reflexão difusa. As mudanças na integridade e nas condições da superfície mais externa da cutícula dos cabelos podem influenciar a interação dos cabelos com a luz (EVANS, 2018).

Figura 17. Caminhos para possíveis interações da luz na fibra capilar (EVANS, 2018).



Por exemplo, uma estrutura degradada da cutícula, como é mostrado no Caminho 4, aumentará a dispersão da luz (ou seja, a reflexão difusa), com perda da reflexão especular plena. Igualmente, a presença de impurezas exógenas sobre os cabelos, como sebo, resíduos de produtos etc., também, pode restringir o reflexo especular, como se vê no Caminho 5 (EVANS, 2018).

Um dos equipamentos amplamente utilizado é o Colour Hair Visual Appearance Study System- SAMBA Hair System[®] e que foi utilizado para este trabalho, utiliza os parâmetros descritos anteriormente, sendo composto por uma iluminação polarizada, uma câmera de polarização e um cilindro para colocar as amostras. Esta composição permite medir tanto a luz polarizada quanto a não polarizada. Quanto mais uniforme as camadas superficiais da cutícula,

maior a reflexão da luz, ou seja, maior o brilho. Portanto, nos permite avaliar as condições externas do fio, indicando qual tipo de tratamento causa mais dano à superfície do cabelo e/ou deixa o fio mais alinhado. A disposição das cutículas de forma uniforme ocasiona maior reflexão da luz e, portanto, maior brilho, um dos atributos mais esperados pelos usuários de produtos capilares (ROBBINS, 2012; GOSHIYAMA, 2019). Há diversos meios de calcular o brilho na fibra capilar, abaixo na **Figura 18** alguns exemplos dessas equações.

Para esta análise realizada no laboratório da IPClin. Os grupos foram analisados de 3 em 3 mechas de cabelo, em um cilindro de metal, onde foi acoplado dentro da câmara de polarização descrito anteriormente, para medir o brilho de cada mecha, e para isto foi utilizado um software específico do aparelho SAMBA Hair.

Figura 18. Exemplos de equação para calcular o brilho através dos métodos Robbins, TRI, Stamm, Guiolet, Wortman e Bossa Nova (EVANS, 2018). Sendo a Bossa Nova a equação utilizada para a avaliação do brilho.

| | | |
|--|--|-------------------------------------|
| $\frac{S}{D\theta_0} * 100\%$ | $\frac{S}{(S+D)} \left(\frac{\theta_{ref}}{\theta_0} \right) * 100\%$ | $\frac{S-D}{S} * 100\%$ |
| Reich-Robbins ¹ | TRI ² | Stamm et al. ³ |
| $\frac{S}{D} * 100\%$ | $\frac{S}{(S+D)}$ | $\frac{S}{(S+D)W_{visual}} * 100\%$ |
| Guiolet et al. ⁴ | Wortmann et al. ⁵ | Bossa Nova ⁶ |
| Onde: S = reflexão especular θ = ângulo | D = reflexão difusa W = ângulo | θ = ângulo |

4.7 Avaliação da perda proteica

A determinação da perda proteica foi realizada pelo método de BCA e representa o desgaste da estrutura das cutículas e do córtex, que provavelmente deve ser maior nas mechas submetidas aos tratamentos químicos de descoloração e/ou tintura (STEFONI, 2014). No início das pesquisas, esperava-se que as mechas descoloridas e tingidas submetidas a água do mar artificial, apresentassem maior perda proteica do que as do mesmo grupo sem a submissão da água do mar artificial, pois supunha-se que haveria tendência para danificar mais a parte interna do fio e, conseqüentemente, liberar maior quantidade de proteínas, peptídeos e aminoácidos para o meio extrator.

Para fazer tal procedimento, uma curva analítica foi construída utilizando albumina de soro bovino com teor de pureza secundário (96,1%) (SBA) e os resultados foram expressos em

proteína equivalente em albumina/massa de cabelo (DARIO, 2016). A primeira etapa utilizou 8 concentrações padronizadas de padrão de referência secundário de albumina bovina (solução “mãe”), com leitura de absorbância a 562 nm, sendo realizadas diluições da solução “mãe” de albumina de 4.000 µg/mL. As diluições foram: 20,0; 40,0; 80,0; 100,0, 160,0 e 320,0 µg/mL e foram separadas respectivamente em tubos de ensaio, para depois serem colocadas em banho de ultrassom (Ultrasonic Clean[®] 1600 Unique) por 60 min, a 42°C. Após, foram adicionados 0,4 mL do Reagente de Trabalho (WR) nas concentrações nos 6 tubos contendo a solução mãe e levadas ao mesmo por mais 30 min a 50°C.

Para realização deste ensaio foram utilizados dois reagentes principais padronizados e estáveis, denominados **A** e **B**. A reação dos dois (100:2, respectivamente) formou o Reagente de Trabalho (WR), preparado semanalmente e possui cor esverdeada que reage com proteínas, peptídeos e aminoácidos, originando solução de coloração roxo intenso, produto submetido à leitura espectrofotométrica a 562nm (SMITH, 1985). O Reagente **A** consistiu em uma solução a 1% de BCA.Na_2 , 2% $\text{Na}_2\text{CO}_3.\text{H}_2\text{O}$; 0,16% Na_2 tartarato, 0,4% NaOH e 0,95% NaHCO_3 com pH 11,25. O Reagente **B** consistiu em uma solução em água deionizada de 4% de $\text{CuSO}_4.5\text{H}_2\text{O}$ (STEFONI, 2014). A partir desta curva analítica obtida, determinou-se também, os Limite de Detecção (**LD**) e Limite de Quantificação (**LQ**), sendo o primeiro relacionado com a menor quantidade de substância analisada de uma amostra a ser detectada e o último, com a menor quantidade de um composto presente em uma amostra que pode ser determinado com precisão e exatidão aceitáveis sob condições experimentais declaradas (BRASIL, 2003).

Uma vez obtida a curva analítica, foram transferidos exatamente cerca de 100,0 mg de cabelo dos grupos *Controle*, *Descolorido*, **T1**, **T2** e **T3** (cortados em fragmentos de 1 cm) em 15mL de água destilada em 15 tubos de ensaio (triplicada), sendo que a proteína, aminoácido e peptídeos de cada grupo foi extraído em banho de ultrassom por 60 min, a 42°C. Posteriormente, 0,4 mL do sobrenadante contendo as soluções proteicas foram transferidos para outros 15 tubos de ensaio contendo 4 mL do Reagente WR, sendo submetidos novamente para o banho por mais 30 min a 50°C. Após, a absorbância foi medida a 562 nm no espectrofotômetro Evolution 600 UV-VIS[®], utilizando o Reagente de WR como branco de reação.

4.7.1 Pesquisa de Interferentes: água do mar artificial

A pesquisa de interferentes foi realizada pelo mesmo método da perda proteica descrito anteriormente (item 4.7). Com a finalidade de identificar alguma possível interferência da água do mar artificial nos resultados da análise da perda proteica. Para a *primeira etapa* foram preparados 3 tubos de ensaio contendo os seguintes grupos:

- *Grupo 1*: água do mar artificial
- *Grupo 2*: mecha descolorida e tingida com nível de loiro 12.0 (**T3**) **sem** submissão da água do mar artificial
- *Grupo 3*: mecha descolorida e tingida com nível de loiro 12.0 (**T3**) **com** submissão da água do mar artificial

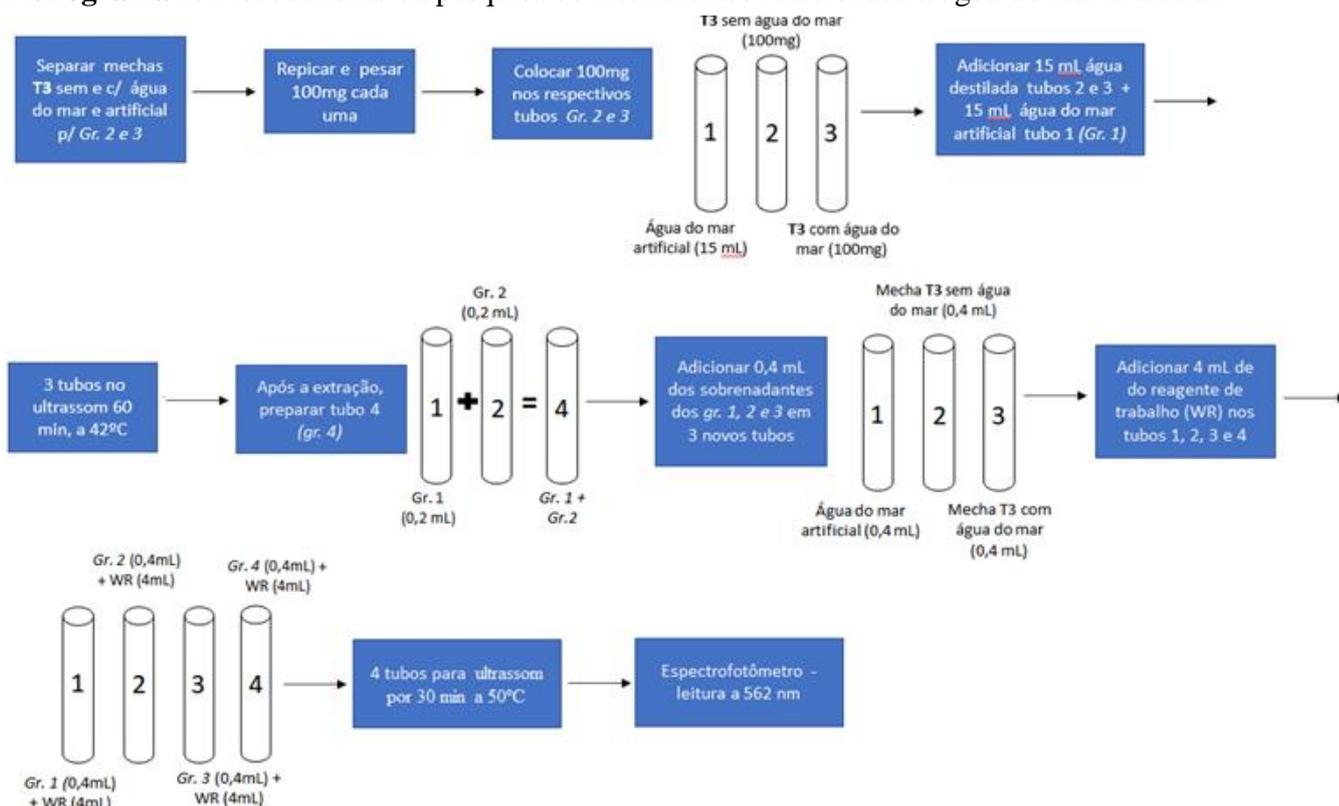
Procedimento: Repicaram-se e pesaram-se exatamente cerca de 100 mg de duas das 3 mechas do grupo **T3** (*Grupo 2 e 3*) e foram colocadas nos respectivos tubos de ensaio, contendo 15 mL de água destilada. No *Grupo 1* (água do mar artificial) foram adicionados 15 mL em outro tubo. Os 3 tubos foram colocados no banho de ultrassom por 60 min, a 42°C. Após a extração da proteína (queratina), aminoácidos e peptídeos pelo banho de ultrassom, foram retirados 0,2 mL dos *Grupo 1 e 2*. Foi então adicionado em um quarto tubo de ensaio:

- *Grupo 4*: água do mar artificial + mecha descolorida e tingida com nível de loiro 12.0 (**T3**) sem submissão da água do mar artificial.

Para a *segunda etapa*, foram preparados novos tubos de ensaio com 0,4 mL de sobrenadante contendo a solução proteica de cada grupo + 4 mL do Reagente de trabalho (WR), retornando na sequência para o banho de ultrassom mais por 30 min a 50°C. O produto da reação foi submetido a leitura no espectrofotômetro em 562 nm, utilizando o Reagente de WR como branco de reação para avaliar a perda proteica.

A razão a qual a mecha **T3** ser escolhida como parâmetro no experimento, decorreu por ser a que recebeu o maior nível de dano, por tanto é possível concluir que se a pesquisa de interferentes apontar algo nela, também iria apontar nas outras mechas de cabelo com menor dano. O passo a passo desse experimento pode ser observado no **Fluxograma 2**.

Fluxograma 2. Procedimento da pesquisa de interferentes relacionada a água do mar artificial.



Legenda: Gr. = grupo; WR = reagente de trabalho; T3 = ultra-loiro 12.0.

4.7.2 Teste-t pareado

É o mais apropriado para médias pareadas, pois pode ser aplicado quando se utiliza a mesma amostra, sendo que p-valor deve ser inferior a 0,05 para ter uma diferença significativa. A fim de aceitar ou rejeitar as hipóteses de que as médias antes (μ_a) e após (μ_d) o tratamento são iguais ($H_0: \mu_a = \mu_d$) ou diferentes ($H_1: \mu_a \neq \mu_d$) (ALVES, 2017). Assim, foi possível avaliar se houve mudança significativa dessas propriedades após o tratamento químico dos grupos (GOSHIYAMA, 2019). Utilizado no teste de perda proteica.

4.7.3 ANOVA e Tukey

Utilizado no teste de penteabilidade. O ANOVA compara as médias do controle (μ_c) e dos tratamentos ($\mu_1, \mu_2, \mu_3...$) entre si. Avaliando duas hipóteses, a 1ª que as amostras possuem resultados iguais ($H_0: \mu_c = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$) e a 2ª de que pelo menos uma delas seja diferente ($H_1: H_0$ é falso) e pelo p valor ($\leq 0,05$) avaliou-se qual hipótese excluir. Entretanto, este teste demonstra apenas se existe ou não uma diferença significativa entre as amostras, mas não a identifica. Para isto, se utilizou o teste de Tukey para discriminar quais amostras foram significativamente diferentes (MINITAB, 2016). Sendo aqueles que compartilham letras distintas possuem diferença significativa. Exemplo:

(A vs B): possuem diferença significativa entre si

(B vs B): não possuem diferença significativa entre si

Resultados e Discussão

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados foram apresentados em 3 etapas: *1ª etapa*: avaliação do brilho, penteabilidade e análise colorimétrica e perda proteica, sem a água do mar artificial, nas mechas virgens descoloridas e coloridas. Estes testes foram repetidos nesta ordem na *2ª etapa*, porém com a ação da água do mar artificial nos grupos de mechas citados e por fim, a *3ª etapa* envolveu a avaliação da penteabilidade e brilho após lavagem e condicionamento. A seguir, segue a **Figura 19** com as fotos das mechas após descoloração e coloração na primeira etapa:

Figura 19. Mechas após preparação para início da primeira etapa de testes sem a água do mar artificial.



Legenda: mecha virgem denominada Controle e mecha descolorida que não recebeu a coloração permanente para comparação.



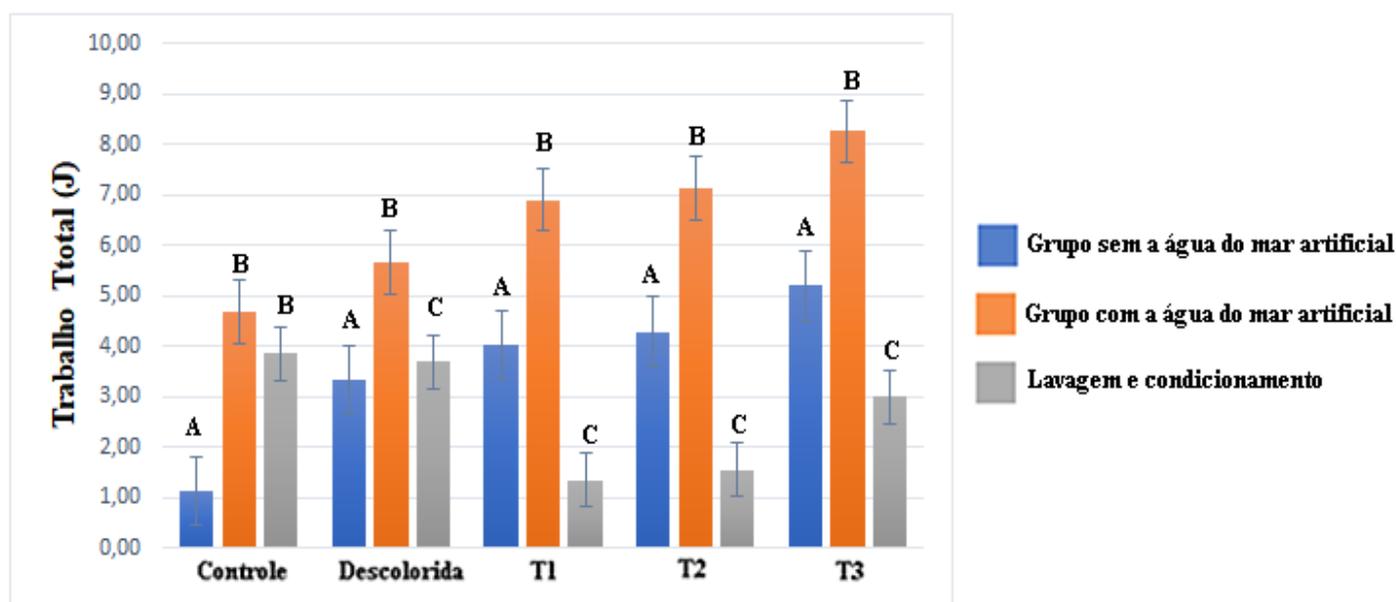
Legenda: mechas T1, T2 e T3 após coloração permanente com nos níveis 8,0, 10,0, 12,0.

5.1 Análise das mechas antes e após submissão da água do mar

5.1.1 Penteabilidade

A **Figura 20** apresenta o trabalho necessário (Joules) obtidos no teste de penteabilidade a seco com os tratamentos indicados por cores.

Figura 20. Trabalho Total (J) do teste de penteabilidade a seco nas mechas após processo de descoloração e coloração.



Legenda: **Azul:** Grupo sem submissão da água do mar artificial; **Laranja:** Grupo após submissão da água do mar artificial e **Cinza:** Grupo após lavagem da água do mar artificial e condicionamento das mechas. **Controle** (mecha virgem); **Descolorida** (mecha sem coloração permanente); **T1** (loiro 8.0); **T2** (loiro 10.0) e **T3** (ultra-loiro 12.0). Sendo (A vs B vs C) significativamente diferente, e (B vs B) significativamente iguais.

No teste de estatístico foi encontrado diferença significativa em quase todos os grupos (**Azul, Laranja e Cinza**), pois estes não compartilham a mesma letra, sendo $p < 0,05$, indicando que houve influencia da água do mar artificial na força utilizada para pentear a fibra capilar, mesmo depois da receber o agente condicionador, como pode ser observado na **Figura 20**. Com exceção da mecha *Controle* a qual os grupos Laranja vs Cinza, não demonstram diferença significativa entre si pois dividem a mesma letra (B vs B), sendo $p > 0,05$. Isso pode ser explicado pelo fator da mecha *Controle* não ter passado por nenhum tratamento químico, diferente das outras mechas, mantendo a integridade da cutícula e do córtex da fibra capilar.

Com relação aos resultados da penteabilidade do *grupo sem a água do mar (Azul)*: depois

do processo de descoloração, houve um aumento de 193,00% do trabalho total na mecha *Descolorida* (3,32 J) quando comparada com a mecha *Controle* (1,13 J), indicando como o processo de descoloração por si só é capaz de danificar a fibra capilar e exige maior força para pentear, indicando problemas no alinhamento das cutículas e aspereza. Segundo SÁ-DIAS (2015), os tratamentos capilares, tais como descoloração, tintura, ondulação permanente e alisamento/relaxamento, são suficientemente severos para causar danos ou retirar por completo as cutículas (SÁ-DIAS, 2015).

Ainda no grupo (**Azul**), em relação a **T1** (4,02 J) e **T2** (4,29 J) houve um aumento de 6,7% entre elas, enquanto a **T3** (5,20 J) demonstrou ser a que obteve o maior valor do trabalho total em comparação com as outras mechas, sendo empregada força de penteabilidade 78,2% maior comparada com a mecha *Controle*. Os resultados demonstraram que a fibra capilar foi sendo danificada conforme o nível de descoloração/coloração foi aumentando, confirmando o dano causado pela descoloração em conjunto com a coloração em todas as mechas analisadas, com exceção da *Controle*, que teve menor força utilizada, por não ter passado por nenhum processo químico. Isso ocorreu pois as fibras não tratadas quimicamente, possuem as camadas de células da cutícula intimamente unidas umas as outras facilitando o ato de pentear (WORTMANN&SCHWAN-JONCYK, 2006). Entretanto, os processos de relaxamentos químicos, descoloração e coloração influenciam no coeficiente de fricção elevando-o, pois alteram a estrutura da cutícula (DIAS *et al.*, 2008; NOGUEIRA *et al.*, 2004; SCANAVEZ *et al.*, 2003; TATE *et al.*, 1993).

Além disso, diversos pesquisadores conduziram estudos com cabelos tratados com tinturas utilizando várias técnicas analíticas para avaliar o efeito desse tratamento, inclusive a calorimetria exploratória diferencial (DSC), demonstrando que a perda de massa das amostras analisadas indicou que a aplicação de tintura teve influência no estado na fibra capilar, reduzindo o conteúdo de água em relação ao cabelo que não sofreu tal tipo de tratamento (virgem) (GUTHRIE *et al.*, 1995; GAMA *et al.*, 2010).

Com relação ao grupo submetido a *água do mar artificial* (**Laranja**), a mecha *Descolorida* (5,66 J) teve um aumento de 20,94% em relação ao *Controle* (4,68 J). A mecha **T1** (6,90 J) aumentou 47,0% em relação a *Controle*; **T2** (7,14 J) aumentou 52,0% e **T3** (8,26 J) aumentou 76,4% em comparação a *Controle*. Segundo WORTMANN& SCHWAN-JONCYK (2006), a superfície da cutícula possui coeficiente de fricção considerável em função da disposição e orientação da cutícula, influenciado pelas condições ambientais, como a umidade que eleva o seu valor, pois ocasiona maior embaraçamento das fibras capilares (WORTMANN & SCHWAN-JONCYK, 2006). Além disso, de acordo com KESTER, *et al.* (1967), a água do mar é uma água que possui uma salinidade em torno de 3,5%, sendo o maior problema a não evaporação dos sais

após submeter o cabelo com a água do mar, que se depositam e permanecem na superfície dos fios, mesmo após o cabelo secar com o sol da praia. Com isto, os sais que ficam aderidos ao fio possuem caráter hidrocópicos, ou seja, necessitam de água, e retiram água dos fios, causando seu ressecamento e a perda de brilho na fibra capilar (KESTER, et al., 1967).

Um meio de amenizar a perda de água relacionada a ação dos sais da água do mar, é enxaguar o cabelo com água potável/ doce para retirar a o máximo de sais da superfície e evitando a perda de água no cabelo, também, pode-se utilizar agentes condicionadores que possuem a capacidade de amenizar a agressão dos sais por sua capacidade de alinhar as cutículas da fibra capilar, formando um revestimento protetor.

A seguir, a **Figura 21** apresenta fotos que comparam duas mechas **T3 (Azul)** e **(Laranja)** (nível 12.0 ultra loiro) antes e depois da submissão da água do mar artificial, indicando o dano acumulativo da água do mar na mecha de cabelo descolorido no maior nível.

Figura 21. Comparação de duas mechas **T3** antes e após submissão a água do mar artificial.



Legenda: (A) mecha **T3** após submissão da água do mar artificial; (B) mecha **T3** sem água do mar artificial.

Sobre o grupo submetido a lavagem e condicionamento (**Cinza**), foi possível observar redução na força utilizada para pentear os fios, tendo uma queda de 73,0% entre a **T3 (Cinza)** (3,0 J) e a **T3 (Laranja)**. Assim, como a mecha **T1 (Cinza)** (1,34 J), que também teve a força utilizada diminuída em 200,0% em relação a **T1 (Laranja)** e a **T2 (Cinza)** (1,54 J) com uma diminuição de 178,0% quando comparada com a mecha **T2** submetido na água do mar artificial. A mecha **Descolorida (Cinza)** (3,69 J) teve uma diminuição no seu trabalho total, porém não tão notório quanto as mechas tingidas, sendo sua diminuição de 53,0% em relação a **Descolorida (Laranja)**. No entanto, a mecha **Controle (Cinza)** (3,85 J) demonstrou um trabalho total menor do que o esperado, sendo possível observar que o condicionador fez mais efeito nas mechas que passaram

pelo processo descoloração + coloração do que os grupos que não foram tingidos. Além disso, a quantidade de cabelo em cada mecha e o seu comprimento influenciam o resultado fornecido pelo equipamento, o que justifica a análise da mesma mecha, antes e após um tratamento. Os condicionadores atuam, principalmente, reduzindo o COF (coeficiente de fricção) mas, também, pela neutralização de cargas negativas da superfície da fibra capilar (KORTE et al., 2014).

Segundo DIAS, et al., (2008), uma maneira de minimizar os danos causados pelas tinturas capilares oxidativas são a utilização de agentes condicionantes que reduzem a força de fricção e facilitam a penteabilidade, mantendo o cabelo em estado de condicionamento ideal (DIAS *et al.*, 2008). Condicionadores são produtos cosméticos destinados a reduzir o coeficiente de fricção e lubrificar a fibra, proporcionando um revestimento protetor à superfície do cabelo (LATORRE; BHUSHAN, 2006). Os agentes condicionadores podem agir tanto na superfície do fio quanto na profundidade do córtex exposto, devido à facilidade de se ligarem nos pontos agredidos da cutícula e do córtex. As ligações e as interações dos componentes dos cosméticos com a queratina são influenciadas pela carga elétrica do agente condicionador, tamanho da molécula, ponto isoelétrico do fio e pelos ingredientes previamente aderidos à cutícula (ABRAHAM *et al.*, 2009).

GAMA (2010), comparou os resultados de redução de trabalho realizado (%), das tinturas oxidativas de coloração loiro claro aditivadas e os resultados no teste de penteabilidade a seco e a úmido confirmaram a ação positiva dos agentes condicionadores em relação à tintura oxidativa de coloração loiro claro, em ambas as condições. Esta resposta era esperada pelo mecanismo de ação que as substâncias condicionadoras desempenham nas cutículas e que confirmam a importância de incorporação de substâncias condicionadoras, previamente ao seu uso, na tintura oxidativa de coloração loiro claro. GAMA confirmou os resultados obtidos por DIAS, et al (2008), que observou a eficácia das substâncias condicionadoras *Lauryl PEG/ PPG-18/ 18 methicone; cyclopentasiloxane (and) PEG-12 dimethicone; jojoba oil* e *acqua e cystine bis-PG propyl silanetriol* na proteção da propriedade de superfície (penteabilidade a seco) das fibras capilares afroétnicos tratadas com alisantes químicos (GAMA, 2010; DIAS, et al., 2008).

Com isso, como podemos observar, os agentes condicionadores se depositaram com maior afinidade nos cabelos quimicamente tratados, muito provavelmente em função do maior dano causado ao córtex pelo dano químico, o qual causou um maior nível de agressão na **T3**, fazendo com que a eficácia do condicionador fosse maior em ordem crescente: **T1**, **T2** e **T3**. Como o *Controle* não sofreu nenhum dano químico e a mecha *Descolorida* apenas passou pelo processo de descoloração, estas apresentaram maior força no teste de penteabilidade, gerando uma resposta diferente da **T1**, **T2** e **T3**, todavia, ainda houve uma diminuição da força utilizada. Além disso, a neutralização das cargas negativas presentes na superfície da fibra capilar, também foram responsáveis pela redução do trabalho total para pentear, ou seja, o condicionador promoveu

melhora do atributo na penteabilidade em todas as mechas, menos na mecha Controle que normalmente por estar condicionada não tem tanto impacto na resposta como nas mechas que receberam tratamentos químicos (DIAS, et al., 2008).

5.2.1 Análise Colorimétrica

Considera-se que a cor do cabelo resulta da presença de dois tipos principais de melaninas: as eumelaninas e as feomelaninas. A eumelanina é, em geral, mais abundante, e é o principal pigmento encontrado nos cabelos castanhos/pretos. A feomelanina é menos abundante e é o pigmento predominante nos cabelos louros e ruivos (FITZPATRICK; WOLFF, 2008; HA; REES, 2002). Assim, a cor natural do cabelo é a consequência das proporções relativas de eumelanina/feomelanina e da quantidade total de melanina presente no cabelo (GRAY, 2008). A oxidação química (descoloração) provoca o clareamento da cor natural do cabelo devido à oxidação da melanina presente no córtex (HARRISON; SINCLAIR, 2003). O método mais frequentemente utilizado para este procedimento, envolve o uso de uma solução alcalina de peróxido de hidrogênio a 12%, com pH entre 9 e 11, contendo outros intensificadores, tais como persulfato de amônio ou persulfato de potássio (GARGANO et al., 2018; XIA et al., 2018).

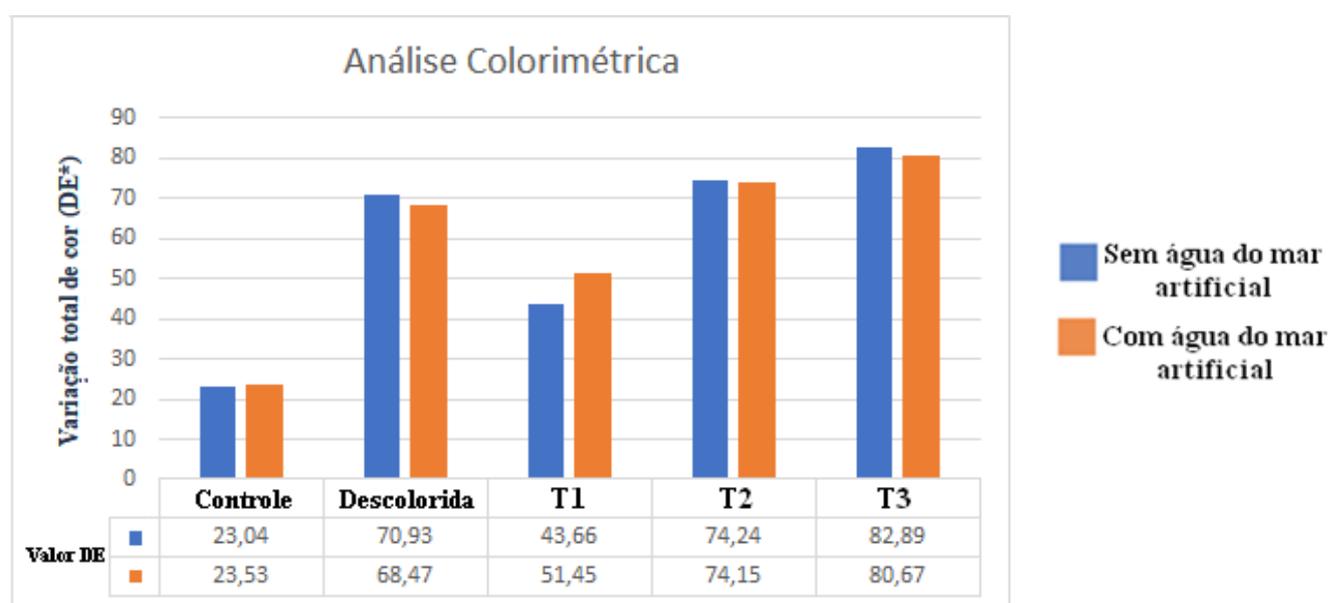
A análise colorimétrica avalia três principais parâmetros (L^* a^* b^*) que fornecem dados para o cálculo da diferença total de cor (**DE**) e envolve a integridade das cutículas e dos pigmentos (melaninas) presentes no córtex (GOSHIYAMA, 2019). Por se tratar da primeira etapa, como não houve a submissão da água do mar artificial nas mechas, a análise colorimétrica apenas foi realizada para estabelecer o parâmetro de cor na fase da aplicação da água do mar (2ª etapa). O **Figura 22** apresenta os resultados após o processo de descoloração e coloração da fibra capilar sem a aplicação da água do mar artificial.

O valor L^* representa um tipo de brilho psicométrico, ou luminosidade, parâmetro que possui valores de L^* que variam de 0 (preto) e 100 (branco); a^* representa a variação entre as tonalidades vermelho e verde, sendo que os valores positivos indicam tonalidades mais avermelhadas e os negativos as mais esverdeadas; b^* é a variação entre as tonalidades amarelo e azul, com valores positivos para tonalidades mais azuladas e os negativos para as mais amareladas (STEFONI, 2014).

Os valores obtidos no grupo (**Azul**) o qual representa o grupo sem a água do mar, indicaram considerável alteração na melanina da fibra capilar após o processo de descoloração e coloração, observado, principalmente, no aumento da intensidade da coloração alaranjada na mecha descolorida, cujo o seu valor de a^* (8,71) é o maior entre as outras mechas (representa o tom vermelho/alaranjado). Segundo SANTOS (2017), o processo de descoloração da haste

capilar torna a tonalidade da fibra mais clara, como o mesmo processo preconiza a alteração no equilíbrio do tom da cor, que deveria remover as três cores primárias: azul, vermelho e amarelo, extraindo-as em partes iguais, contudo, observaram-se resíduos de vermelho e amarelo fazendo o cabelo revelar a cor laranja (SANTOS, 2017).

Figura 22. Parâmetro de variação de cor **DE** da análise colorimétrica nos grupos de mechas, após descoloração e coloração sendo (**Azul**) sem a água do mar artificial e (**Laranja**) após submissão da água do mar artificial.



Legenda: Controle (mecha virgem); Descolorida (mecha sem coloração permanente); T1 (nível loiro 8.0); T2 (nível loiro 10.0) e T3 (nível ultra-loiro 12.0). DE* = parâmetro de variação de cor total; L* = parâmetro que representa a diferença claro-escuro; a* = diferença de cor na coordenada verde-vermelho; b* = diferença de cor na coordenada azul-amarelo.

- **Valores de referência (Azul):** Controle: L*=22,41; a*= 4,47; b*=5,21. Descolorida: L*= 68,0; a*= 8,71; b*=26,99. T1: L*=40,43; a*=6,26; b*=21,94. T2: L*=70,44; a*=4,04; b*= 14,15. T3: L*= 80,53; a*= 0,65; b*= 18,26.
- **Valores de referência (laranja):** Controle: L*=22,64;a*=4,18;b*=4,77. Descolorida: L*=65,37; a*=10,79; b*=31,17. T1:L*=50,88; a*=7,87;b*=21,58. T2:L*=70,01; a*=5,98;b*=20,35. T3: L*=79,51; a*=3,35; b*=20,83.

De acordo com os resultados apresentados pela avaliação de cor do grupo (**Laranja**), foi possível perceber mudança pouco perceptiva em quase todas as mechas, quando comparadas ao grupo (**Azul**), indicando que essa alteração foi mais visual do que em números.

Após submissão na água do mar artificial, a mecha *Controle* (**Laranja**) teve aumento de 2,0% em relação a *Controle* (**Azul**). A mecha *Descolorida* (**Laranja**) teve uma diminuição de 3,7% no seu valor DE quando comparada aos valores DE da *Descolorida* (**Azul**). Em relação a mecha T1 (**Laranja**), houve um aumento no valor DE de 17,84%, sendo esta a mecha que apresentou a maior diferença entre sua versão sem a água do mar. A mecha T2 (**Laranja**) não teve o valor DE praticamente alterado em relação a T2 (**Azul**). Em relação a T3 (**Azul**) x T3 (**Laranja**) houve uma diminuição do valor DE de 2,7%.

De acordo com os resultados da **Figura 23**, fornecida pelo aparelho Samba Hair[®], a água do mar foi capaz de alterar visualmente a coloração da fibra capilar, deixando-as com a cor levemente desbotada, sendo que esse efeito foi mais notório na mecha T3 que é a nível 12.0, que teve a sua cor amarelo-acinzentada com um subtom frio alterada para um amarelo com subtom quente. Neste trabalho, apesar deste fator ter sido avaliado, este comportamento não ocorreu durante os 3 primeiros dias de teste com a água do mar artificial, onde o mesmo foi visualmente notório apenas no 4º dia em diante, ou seja, para a água do mar levar a fibra capilar ao seu desbotamento é necessário que ocorra a exposição dos fios por mais de 1 dia na água do mar durante algumas horas.

Segundo um estudo realizado por SANTOS, et al., (2016), no fio de cabelo analisado, sem qualquer procedimento químico (virgem), observou-se que as cutículas se encontravam intactas, fechadas e bem posicionadas. No entanto, as demais amostras de fios quimicamente analisados, mostraram as cutículas modificadas. As aplicações de tintura permanente, descolorante e alisante confirmam as modificações que os agentes químicos provocam; tudo isso observado ao microscópio ótico e comparado através de fotos, permitiu concluir que a tintura provoca uma significativa alteração na estrutura dos fios, danificando-os (SANTOS, 2016).

Os procedimentos cosméticos de clareamento capilar causam danos substanciais nas camadas da cutícula e no córtex, além da degradação extensiva dos grânulos de melanina, tornando o fio mais frágil e quebradiço e alterando a sua textura. Isto ocorre pelo fato da oxidação não provocar alterações apenas na melanina, mas em diversas estruturas do fio. Durante o processo de branqueamento, as cutículas se erguem e são desgastada, aumentando a sua porosidade e causando reflexão difusa. Além disso, as ligações dissulfureto da queratina podem ser atacadas pelo peróxido de hidrogênio, levando à clivagem oxidativa das pontes dissulfeto. Outras ligações, como ligações peptídicas e de hidrogênio também são afetadas durante a reação, assim como diversas proteínas. O acúmulo de tais perturbações na estrutura química do cabelo, se traduz em modificações em níveis estruturais mais elevados e afeta a aparência, a textura, a força e o brilho do cabelo. Para minimizar estes efeitos é aconselhável o uso de condicionadores, tanto na solução

de descoloração como após este processo (SANCHES, 2019; GROSVENOR, et al., 2018; XIA et al., 2018; RYU et al., 2016).

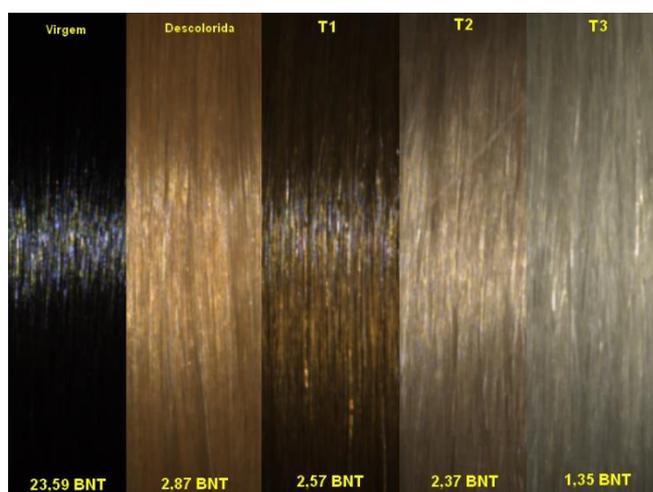
Os resultados do teste colorimétrico, contudo, apontam que a única alteração de causada na estrutura do fio do cabelo pela água do mar artificial, se limitou a mudança de cor a qual se mostrou notória mais em relação ao subtom da fibra capilar, do que da cor em si, sendo a **T1** e **T3** as que tiveram esses dados mais expressivos, sendo visível somente o dano acometido pelo processo de descoloração e coloração, a qual poderá ser observado na **Figura 23** do item 5.3.1, e não pela água do mar artificial.

5.3.1 Avaliação do Brilho

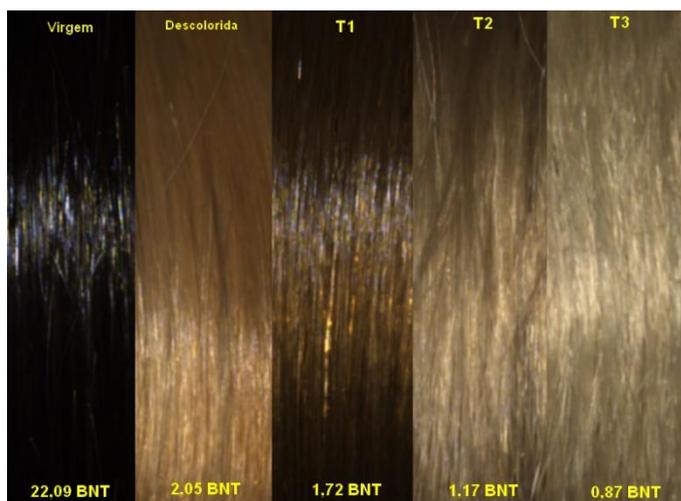
A avaliação do brilho nas mechas tratadas foi realizada com o equipamento SAMBA[®] Hair System Bossa Nova Technologies (Vernice, CA). Determinando o valor de *luster* (LEFAUDEUX et al., 2009). A **Figura 23** apresenta os resultados da perda de brilho gerado pelo processo de descoloração seguida coloração.

Figura 23. Imagem da análise de *luster* feito pelo SAMBA das mechas tratadas (A) sem água do mar; (B) após submissão da água do mar e (C) após lavagem e condicionamento depois de submeter a água do mar artificial.

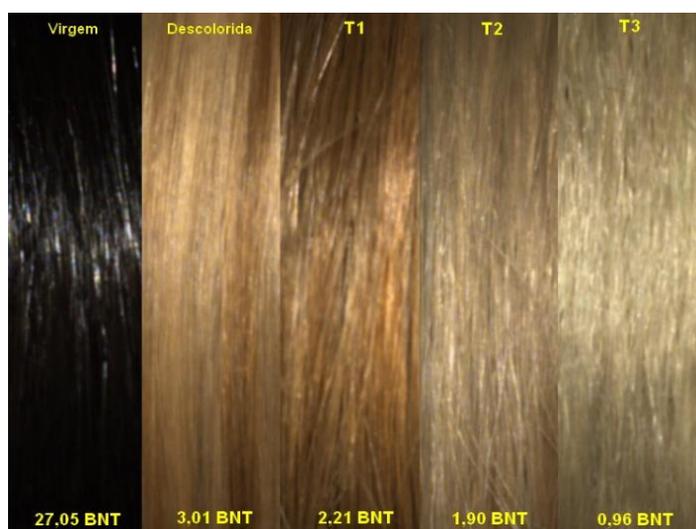
(A)



(B)



(C)



Legenda: **Controle** (mecha virgem); **Descolorida** (mecha sem coloração permanente); **T1** (nível loiro 8.0); **T2** (nível loiro 10.0) e **T3** (nível ultra-loiro 12.0).

Analisando os resultados, foi possível concluir que a mecha *Controle* do grupo (A), que possui a coloração mais escura e que não passou por nenhum tratamento químico, obteve o maior valor *luster* (~30 BNT) de 23,59 BNT, quando comparado com a mecha *Descolorida* /ou coloridas (**T1**, **T2** e **T3**). De acordo com MOITA (1989), as mudanças químicas e danos em cabelos claros são mais intensas que em cabelos escuros, pois a melanina protege a queratina no estágio inicial de ação do meio ambiente, pois esse pigmento possui um sistema de grupos carbonílicos e duplas ligações conjugadas (MOITA, 1989). Além disso, também, tem-se a ação do agente alcalinizante utilizado para ocorrer a abertura das cutículas durante o processo de descoloração, causando dano

na estrutura, como apresentado na **Figura 21**. De acordo com COLENCI (2007), o problema da descoloração é que para o descolorante penetrar é necessário que haja um levantamento das escamas das cutículas (pH alcalino). Porém, esse processo realizado de forma repetida faz com que algumas escamas não retornem mais a posição inicial e permaneçam levantadas, resultando em um cabelo mais poroso, fraco, frágil e com muito pouco brilho (GRAY, 2007).

Em relação a mecha **T1** (2,57 BNT) e **T2** (2,37 BNT) apesar da perda de brilho, mantiveram seus valores próximos, ao contrário da mecha **T3** que resultou no menor valor *luster* (1,35 BNT). Segundo o estudo de GAO et. al. (2002), foram avaliadas diferentes colorações de cabelo (branco, loiro, descolorido, castanho, preto e ruivo) e somente seus valores de brilho. Foi possível observar que as mechas escuras foram as que apresentam os maiores valores de *luster*, enquanto os cabelos brancos tiveram o menor valor (GAO et. al., 2002). O que demonstrou a razão da **T3** ter o menor valor, pois esta não só possui o menor nível de melanina, mas também foi a que recebeu o maior nível de dano pelo processo de descoloração. A descoloração utiliza como principais agentes o peróxido de hidrogênio e os persulfatos, principalmente de amônio e potássio, que degradam os pigmentos naturais dos cabelos (COLENCI, 2007; MONTEIRO, 2003). Nas células corticais o colapso dos grânulos de melanina ocasiona o aparecimento de “buracos” no interior da fibra capilar (TUCCI, 1989).

KUZUHARA (2006) menciona que, a principal reação lateral é a quebra das ligações dissulfetos, clivagem oxidativa do grupo –SS– que ocorre durante a descoloração por conta dos produtos descolorantes (KUZUHARA, 2006). Em geral, a diminuição no conteúdo de ligações cruzadas afeta a taxa de difusão de espécies para o interior das fibras, sendo que essa taxa tende a aumentar conforme aumenta o grau de deterioração dos cabelos, ou seja, a porcentagem de deformação à ruptura é maior após o tratamento com descolorantes. (COLOMBERA, 2004).

Os valores expressos após submissão da água do mar (**B**) demonstraram redução no nível do brilho das mechas que passaram pelo processo de coloração (**T1**, **T2** e **T3**), principalmente a mecha **T3 (B)** (0,87 BNT) que teve a maior diminuição no brilho 55,10% em relação a sua versão **T3 (A)** (1,35 BNT). Enquanto as mechas *Controle* (22,09 BNT) e *Descolorida* (2,05 BNT) do grupo (**B**), possuem valores bem próximos aos resultados obtidos sem a água do mar (**A**), respectivamente, (22,89 BNT) e (2,87 BNT). De acordo com o item 3.3 e o item 5.1.1, tanto o processo de descoloração seguido de tintura, como a submissão de água do mar na fibra capilar, são capazes de diminuir o nível de brilho. Sendo o processo de descoloração + coloração o que obteve a redução de brilho mais notória do que o da água do mar artificial, com diminuição de 87,46% em relação a *Controle* para a *Descolorida*, ambas do grupo (**A**).

Na avaliação do brilho do grupo (**C**), as mechas contendo água do mar foram lavadas com uma dispersão de *Sodium lauryl ether sulfate* de acordo com o item 4.2.5, mas sem ocorrer a

secagem em temperatura ambiente, pois depois da lavagem, foram submetidas ao condicionador preparado para a terceira etapa desse estudo, ficando em contato com o produto por 2 min. Depois foram deixadas para secar à temperatura ambiente e refeitos os testes de brilho e de penteabilidade.

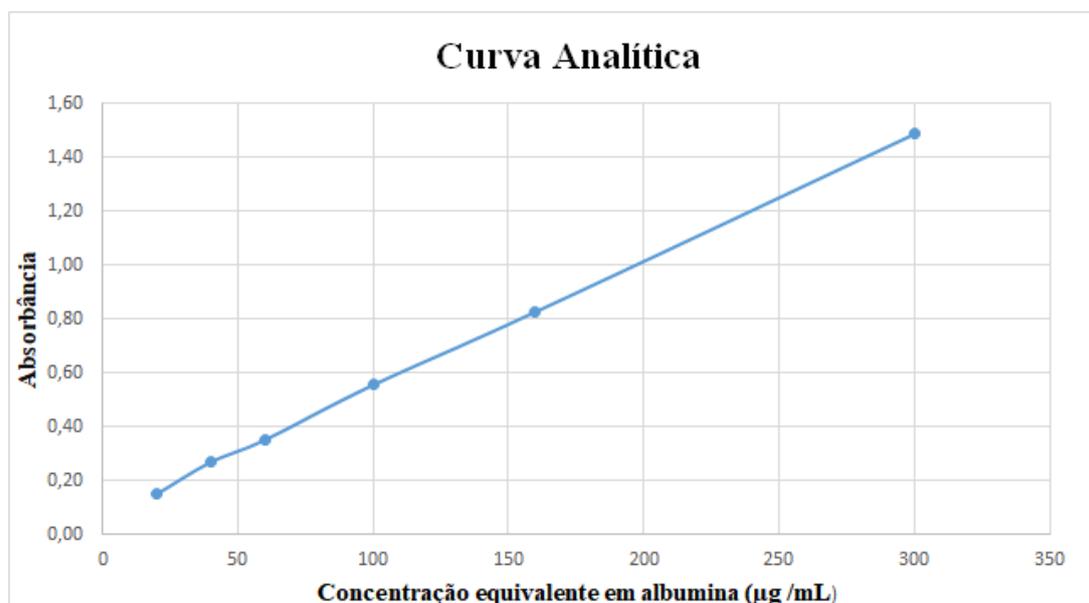
Como pode ser observado na **Figura 23**, não houve aumento considerável no brilho, mesmo após a retirada da água do mar artificial e aplicação do condicionador (**C**), sendo a mecha *Controle* (**B**) (22,09 BNT) a única que teve aumento de 22,45% ao comparar com *Controle* (**C**) (27,05 BNT). Este comportamento pode ser explicado pois foi a única mecha que não passou por processo de descoloração e/ou coloração, sendo aplicada na mesma somente a água do mar artificial, mantendo a integridade do córtex da mecha e permitindo que o condicionador fosse mais eficaz no sentido de aumentar o brilho em apenas uma aplicação, enquanto as outras irão precisar de mais aplicações do condicionador.

5.4 Avaliação da perda proteica

A fibra capilar quando exposta aos tratamentos físicos ou, também, químicos pode apresentar danos em sua estrutura e, conseqüentemente, ocorre alteração na composição proteica. Esta pode ser avaliada, facilmente, pela determinação quantitativa de aminoácidos extraídos do fio de cabelo (GAMA, 2010; SANDHU *et al.*, 1995; SANDHU & ROBBINS, 1993). Durante o processo de coloração, as tinturas capilares proporcionam abertura demasiada das cutículas, visando otimizar a absorção dos corantes pelo córtex, e como consequência deste mecanismo, ocorre a diminuição da maciez, brilho, da penteabilidade, atributos necessários e indispensáveis em um cabelo saudável (GAMA, 2010; PINHEIRO *et al.*, 2002).

Na **Figura 24**, tem-se a curva padrão da albumina com padrão de referência secundário, utilizada na *Equação 6* o cálculo utilizado para a curva.

Figura 24. Curva analítica em concentração equivalente em albumina ($\mu\text{g}/\text{mL}$) com padrão de referência secundário, teor de pureza= 96,1%. Ordenada: Absorbância.



Fonte: próprio autor.

Equação 6. Equação da curva analítica que correlaciona absorbância (y) e concentração equivalente em albumina ($x/\mu\text{g}/\text{mL}$). Sendo R^2 = coeficiente de correlação linear.

$$y = 0,0047x + 0,063; R^2 = 0,9996$$

A **Tabela 3** apresenta a os resultados em concentração de albumina da perda proteica, antes e após a submissão da água do mar artificial

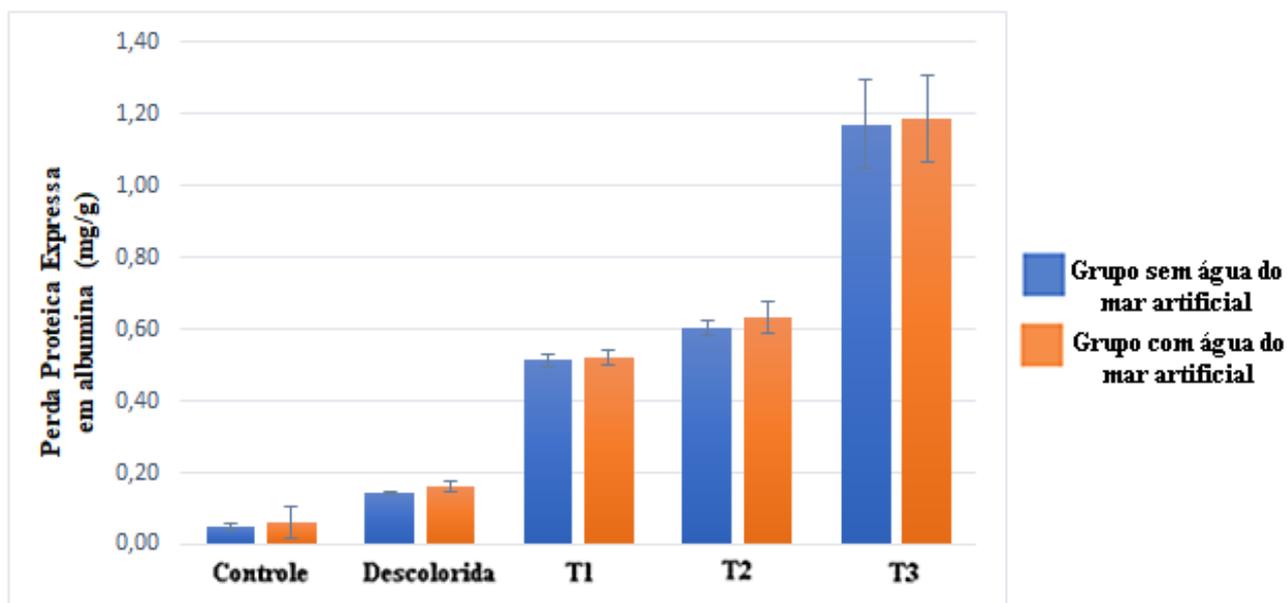
Tabela 3. Concentração média equivalente em albumina ($\mu\text{g}/\text{mL}$) da perda proteica referente aos tratamentos aplicados nas mechas de cabelo.

| Grupos | Conc. média de albumina ($\mu\text{g}/\text{mL}$) sem água do mar art. | Conc. média de albumina ($\mu\text{g}/\text{mL}$) com água do mar art. |
|--------------------|--|--|
| Controle | 0,05 | 0,06 |
| Descolorida | 0,14 | 0,16 |
| T1 | 0,51 | 0,52 |
| T2 | 0,61 | 0,63 |
| T3 | 1,17 | 1,18 |

Legenda: **Controle** (mecha virgem); **Descolorida** (mecha sem coloração permanente); **T1** (nível loiro 8.0); **T2** (nível loiro 10.0) e **T3** (nível ultra-loiro 12.0). **Conc.:** concentração. **Art.:** artificial.

A seguir, segue a **Figura 25**, contém os dados adquiridos da análise da perda proteica, antes e depois da submissão na água do mar artificial.

Figura 25. Análise de perda proteica obtidos para o grupo de mechas após descoloração e coloração, sendo (**Azul**) sem submissão da água do mar artificial e (**Laranja**) após submissão da água do mar artificial.



Legenda: **Azul:** sem submissão na água do mar artificial e **Laranja:** após submissão na água do mar artificial. **Controle** (mecha virgem); **Descolorida** (mecha sem coloração permanente); **T1** (nível loiro 8.0); **T2** (nível loiro 10.0) e **T3** (nível ultra-loiro 12.0). Não houve diferença estatisticamente significativa de acordo com o teste-t pareado.

Aplicando o teste-t pareado foi possível observar que não houve diferença significativa entre nenhum grupo, pois todos compartilharam a mesma letra. Por meio dos resultados obtidos, também observou-se a diferença percentual de cada grupo de mecha: *Controle* (0,05) (**Laranja**) teve uma perda proteica 1,0% de em relação a *Controle* (0,06) (**Azul**); a mecha *Descolorida* (0,16) (**Laranja**) teve uma perda proteica 14,2% em relação a *Descolorida* (0,14) (**Azul**); a mecha **T1** (0,52) (**Laranja**) apresentou uma perda de apenas 1,9 % em relação a **T1** (0,51) (**Azul**), enquanto a **T2** (0,63) (**Laranja**) teve uma perda proteica de 3,2% em relação a **T2** (0,61) (**Azul**). No entanto, a **T3** (1,18) (**Laranja**), teve uma alteração de apenas 0,85%, após submetida a água do mar artificial quando comparada com a mecha **T3** (1,17) (**Azul**), indicando ser que a que menos perdeu proteína entre todas. Isso se deve ao fato de que, ao passar pelo processo de descoloração + coloração, a mecha **T3** já não havia mais quase nenhuma proteína para perder. Segundo SANTOS

(2017), os agentes de descoloração e coloração estão relacionados diretamente à danos morfológicos na fibra levando a seu enfraquecimento, perda de características estéticas ou até mesmo a queda capilar devido a quebra, como explicado no item 5.1.1 (SANTOS, 2017).

Estudo realizado por RUETSCH, et al. (2000) demonstraram, com estudos de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), que a descoloração do cabelo com peróxido de hidrogênio ocasiona, além da dissolução dos grânulos de melanina, presentes na matriz cortical dos cabelos, a formação de buracos nas células cuticulares, com a desintegração de parte da queratina constituinte da cutícula. Levando-se em consideração que as células cuticulares são majoritariamente formadas por queratina amorfa, ou seja, em estrutura randômica, e que esta parte está mais em contato com a solução descolorante, durante a reação oxidativa, pode-se afirmar que grande parte da diminuição do sinal atribuído a carbonila da estrutura secundária randômica em $\delta \approx 173$ ppm deve-se à perda proteica da cutícula do cabelo. Portanto, a perda do material cuticular, juntamente com a perda proteica da queratina da matriz cortical que é lixiviada durante o processo de descoloração (RUETSCH, et al., 2000).

A partir da observação dos resultados obtidos que ocorreu uma perda proteica na fibra capilar em todos os grupos, sendo **T3 (Azul)** a que apresentou a maior perda proteica. Contudo, podemos perceber que a diferença porcentual em relação a perda proteica após submissão da água do mar artificial está abaixo de 15%, indicando que o maior dano causado na fibra capilar foi, de fato, o processo de descoloração, e não o da água do mar artificial, onde vemos uma perda proteica entre a *Descolorida (Azul)* e a *Controle (Azul)* de 180%. Isso pode ser confirmado através do estudo feito por DARIO (2016), onde a mesma afirma que a tintura cor ruivo foi mais eficaz na proteção das estruturas proteicas, oxidando-se e prevenindo a oxidação e quebra de ligações químicas nas proteínas. No entanto, os pigmentos da tintura cor loiro não passaram pelo processo oxidativo, pois mostraram-se mais resistentes à degradação induzida pelo UV/Vis permitindo, assim, a oxidação de proteínas da estrutura capilar (DARIO, 2016).

Um cabelo saudável, bonito e forte necessita de uma fibra composta por células fusiformes, de composição complexa e contém, principalmente, α -queratina que, dependendo do tipo de cabelo, pode corresponder de 65 a 95% de sua massa (SCHUELLER; ROMANOWSKI, 2005; BOLDUC; SHAPIRO, 2001). Portanto, devido à redução da quantidade de α -queratina, o fio torna-se menos resistente e este fato pode ser associado com o resultado obtido na tração à ruptura que é um indicativo de que as queratinas perderam sua integridade (GOSHIYAMA, 2019). Essa perda de queratina ocasionada pela descoloração, faz com que a fibra capilar sofra danos a nível cutícula + córtex, comprometendo a saúde do cabelo, muitas vezes de forma permanente. O que significa que após a submissão do cabelo na água do mar, o mesmo não fará com que a fibra capilar

perca uma quantidade considerável de proteína caso o cabelo seja tingido de loiro, e menos ainda se o cabelo for virgem ou tingido de uma coloração escura.

Relacionando isso com os outros testes discutidos anteriormente, é claro que a descoloração tem sido o tratamento que mais tem causado danos nos grupos de mechas utilizados nessa dissertação, com exceção da penteabilidade, a qual foi o único teste cuja água do mar artificial realmente ocasionou algum prejuízo capaz de piorar o dano causado previamente pela descoloração + coloração. Os resultados mostram isso claramente, ao comparar a mecha *Controle* (0,05) e a **T1** (0,51) do grupo Azul o qual tiveram uma perda proteica de 90,1% entre elas; a *Controle* (0,06) do grupo Laranja com a **T1** (0,52) do mesmo grupo com uma perda de 88,46% e a *Controle x Descolorida*, ambas do grupo Laranja com uma perda de 62,5%. Demonstrando que os resultados do grupo Azul (sem água do mar artificial) são mais expressivos que os do grupo Laranja (com água do mar artificial). Durante o processo de coloração, as tinturas capilares proporcionam abertura demasiada das cutículas, visando otimizar a absorção dos corantes pelo córtex, e como consequência deste mecanismo, ocorre a diminuição da maciez, brilho, da penteabilidade, atributos necessários e indispensáveis em um cabelo saudável (PINHEIRO et al, 2002). Além disso, segundo GRAY (2001), o cabelo grisalho é muito mais poroso do que o cabelo não-grisalho (castanha-escuro). Isto significa que absorve a cor mais facilmente, e a presença dessa maior porosidade refletirá maior perda proteica após os tratamentos de tintura (GRAY, 2001). O que comprova que quanto mais claro é o cabelo, mais o fio perderá proteína durante o processo de coloração, como demonstra os resultados obtidos.

ROBBINS (2010), também, explica que a utilização de agentes condicionadores reduziu a perda proteica das mechas tratadas com tintura oxidativa, esta ação foi relacionada ao mecanismo de ação dos agentes condicionadores **PA1** (*silanetriol (and) panthenol*) e **PA2** (*PEG-12 dimethicone*) que agem por adsorção a fibra capilar, devido as suas características hidrofóbicas e reduzem as forças intermoleculares e a tensão superficial conduzindo a formação de uma película hidrofóbica na cutícula (GAMA, 2010), resultando no aumento de brilho, maciez e diminuição da força utilizada na penteabilidade como citado nos itens 5.1.1 e 5.1.3.

No entanto DARIO (2016) afirmou que o tratamento com a tintura não diminuiu a resistência mecânica da fibra capilar, relacionada com a tração à ruptura do cabelo virgem ($4,4 \times 10^4$ gmf.mm⁻²) e os resultados foram estatisticamente iguais aos observados para os cabelos tingidos e não expostos à radiação UV/VIS. A descoloração é um tratamento muito agressivo às fibras capilares pois durante o processo ocorre a oxidação da melanina e outras estruturas podem, também, ser quimicamente modificadas como proteínas, aminoácidos e lípidos, causando a perda de proteína (INOUE; ITO; KIZAWA, 2002). Porém, este processo geralmente ocorre sem redução da resistência mecânica da fibra (NOGUEIRA; JOEKES, 2004). Ou seja, durante o processo de

descoloração e tingimento, os feixes de queratina presentes no córtex não apresentam oxidação significativa em função de sua elevada resistência química. Assim, a oxidação ocorre predominantemente nas cutículas, processo relacionado à elevada perda proteica (DARIO, 2016). Demonstrando mais uma vez, que a ação da água do mar artificial se faz presente principalmente a nível cutícula, sem a necessidade de testes por ser visível o ressecamento causado pela água do mar artificial nos fios, em especial a mecha **T3**. Enquanto a dano encontrado a nível córtex foi causado majoritariamente pela descoloração e coloração da fibra capilar, sendo que este dano só pôde ser observado através dos testes realizados, não sendo visível ou palpável.

5.4.1 Pesquisa de interferentes

Outra característica da validação da metodologia analítica é a especificidade ou seletividade. Este atributo é definido como sendo a capacidade de medir exata e especificamente o princípio-ativo na presença de outros constituintes da amostra (GAMA, 2010). Nesta pesquisa foi avaliado a tubo (1) mecha tingida com a tintura 12.0 sem a água do mar artificial e tubo (2) mecha tingida com tintura nível 12.0 sem a água do mar + água do mar artificial. O procedimento foi feito de acordo com o item 4.6.1. Os resultados são apresentados na **Tabela 4**.

Tabela 4. Resultados da absorbância a 562 nm da pesquisa de interferentes.

| Mecha | Tratamento | Absorbância | Concentração de albumina (µg) |
|---------------|--|--------------------|--------------------------------------|
| Tubo 1 | Mecha 12.0 sem água do mar artificial | 1,273 | 247,52 |
| Tubo 2 | Mecha 12.0 sem água do mar artificial + água do mar artificial | 1,233 | 248,09 |

Através do teste-t pareado, os dados da **Tabela 3** demonstram que a água do mar artificial não interferiu na análise da perda proteica de forma estatisticamente significativa (concentração equivalente em albumina) sendo $p < 0,05$. O método foi validado quanto a especificidade e não teve influência de interferente.

Conclusões

6. CONCLUSÕES

Teste de penteabilidade: o grupo Laranja (*com água do mar artificial*) demonstrou que os sais presentes na água do mar artificial aumentaram a força utilizada (J) para pentear os fios por causa da submissão na água do mar artificial. Contudo, no grupo Cinza (*lavagem e condicionamento*), após a água do mar artificial ser retirada do fio e aplicado o condicionador, a força utilizada para pentear diminuiu, como observado na mecha **T3** do grupo Cinza, sendo que a mesma teve sua força diminuída em 73,0% em comparação com a **T3** do grupo Laranja. Todavia, como esse fator da penteabilidade é causado pelos sais presente na água do mar, este efeito pode ser amenizado com a retirada da água salgada ao utilizar água do doce para lavar o cabelo, assim que se sai do banho de mar. Além disso, produtos condicionadores, em função das substâncias adicionadas, também, são capazes de resolver essa questão pelo seu mecanismo de lubrificação dos fios, formação de filme e diminuição de fricção.

Teste colorimétrico: o teste de cor que foi dividido em grupo A (*sem água do mar*) e grupo B (*com água do mar*) não demonstrou resultados notórios em relação a mudança da cor dos fios, após a submissão das mechas na água do mar artificial, nem através dos dados obtidos e visivelmente, sendo a mecha **T2** do grupo (B) foi a que teve a maior alteração DE em 17,84%, enquanto todos os outros grupos, tanto em A como B demonstraram alterações menores que 6%. Concluiu-se que a água do mar artificial não possui a capacidade que de alterar a coloração da fibra capilar seja ela virgem, descolorida ou colorida com diferentes tons de loiro.

Teste de brilho: Diferente do teste colorimétrico, neste teste foi possível observar redução do brilho, no grupo A (*sem água do mar*), por conta do processo de descoloração + coloração os quais as mechas foram submetidas. Houve redução entre a mecha *Controle* para a *Descolorida* de 87,46%. Todavia, o grupo B (*com água do mar*), apesar de ocorrer redução no brilho, esta não foi muito intensa, como por exemplo entre a mecha *Controle* (A) x *Controle* (B) que tiveram diminuição no valor nível de brilho de apenas 3,6%. No entanto, em relação com grupo C (*lavagem e condicionamento*), houve aumento do brilho menor que 5% em todos os grupos, menos o da mecha *Controle*.

Teste de perda proteica: o teste demonstrou diferença entre o grupo Azul (*sem água do mar*) x Laranja (*com água do mar*) menor que 5% em todos os grupos, sem exceções, o que conduz a conclusão que a água do mar não foi capaz de causar danos a fibra capilar em relação a perda de proteínas do fio, mantendo assim o córtex preservado.

Com estes resultados foi possível concluir que a água do mar artificial possui a capacidade de causar aumento no trabalho de penteabilidade entre outras alterações em nível cuticular apenas.

A ação da água do mar nas mechas estudadas não possui a capacidade de causar perda proteica, alteração de cor e diminuição no brilho no cabelo, com exceção do nível de loiro 12.0, que apresentou perceptível diminuição no brilho.

Considerando o fator de ressecamento das mechas de cabelo, o emprego de água doce para enxaguar o cabelo após sair do banho de mar e utilizar produtos cosméticos capilares, como condicionadores, máscaras de tratamento ou até mesmo *leave-in*, auxiliam muito na penteabilidade por proteger os fios e condicioná-los, recuperando-os e tornando sua aparência e “saúde” perceptíveis.

Referências

7. REFERÊNCIAS

- ABRAHAM, L.S.; MOREIRA, A.M.; MOURA, L.H.; GAVAZONNI, M.R.F.; ADDOR, F.A.S. Tratamentos estéticos e cuidados dos cabelos: uma visão médica (parte 2). *Surgical & Cosmetic Dermatology*, v.1, n.4, p.178-185, 2009.
- ALVES, M. C. Teste t de Student. Disponível em: <http://cmq.esalq.usp.br/wiki/lib/exe/fetch.php?media=publico:syllabvs:lcf5759a:teste_t.pdf> Acesso em: 18/05/2020
- AHN H.J.; LEE, W-S. An ultrastructural study of hair fiber damage and restoration following treatment with permanent hair dye. *International Journal of Dermatology*, v. 41, n. 2, p. 88–92, 2002.
- Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos [Internet]. 2021. Disponível em: <<https://abihpec.org.br/comunicado/vendas-do-setor-de-higiene-pessoal-perfumaria-e-cosmeticos-permanecem-estaveis-no-1o-trimestre-de-2021/>> Acesso em: 10/10/2021.
- BERNARD, B. A. Hair biology: na update. *Internacional Journal of Cosmetic Science*, v. 2, n.1, p. 13-16, 2002.
- BIOAGENCY. Kit BCA (Lowry Modificado) [Internet]. Catálogo eletrônico. Disponível em: <**Erro! A referência de hiperlink não é válida.**> Acesso em: 18/05/2019.
- BOLDUC, C.; SHAPIRO, J. Hair care products: waving, straightening, conditioning and coloring. *Clinics in Dermatology*, v.19, n.4, p.431-436, 2001.
- BORGES, M. M. C. et al. “Luzes” capilar: dos salões de beleza à educação química. *Química nova na escola*. São Paulo, v. 40, n 1, p. 04-13, fevereiro 2018. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc40_1/03-QS-96-16.pdf> Acessado em 05/03/2022.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução R.E. n. 899, de 29 de maio de 2003. Determina a publicação do “Guia para validação de métodos analíticos e bioanalíticos” [Intenet]. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 29 de maio 2003. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>> Acesso em: 18/05/2019.
- CARVALHO, A.; EGÍDIO, M. C.; NAKAYA, H.; SALOTTI, J.; FONTANARI, C. J.; CARDOZO, M. K. H.; SAKABE, J. N.; ASPRINO, F. P.; TORRER B. B. *Bioquímica da Beleza* [Internet]. Instituto de Química da Universidade de São Paulo, 2005. Disponível em: <<http://www.iq.usp.br/bayardo/bioqbeleza/bioqbeleza.pdf>> Acesso em: 12/04/2019
- CIRANO, M. *Propriedades físicas da água do mar* [Internet]. São Paulo, 2004. Disponível em: <http://www.mcirano.ufba.br/ftp/aulas/FISB24/ppt/fisb24_capitulo3.pdf> Acesso em: 18/05/2019.

- COLENCI, A. V. P. *Efeito de uma formulação contendo biopolímero quitosana sobre a fibra capilar caucasiana* [Internet]. Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2007. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/82/82131/tde-14022008-090538/publico/TDE_AnaVivianParrelliColenci.pdf> Acesso em 24/01/2020.
- COLOMBERA, K. M. *Efeito de condicionadores comerciais nas propriedades mecânicas e nos processos de difusão de fibras capilares* [Internet]. Universidade Estadual de Campina, 2004.
- CHILANTE, J. A.; VASCONCELOS, L. B.; SILVA D. *Análise dos princípios ativos do protocolo destinado a reestruturação capilar* [Internet]. Universidade do Vale do Itajaí, 2010. Disponível em: <<http://siaibib01.univali.br/pdf/Jucemara%20Chilante,%20Leonardo%20Vasconcelos.pdf>> Acesso em 24/01/2020.
- DARIO, M. F.; PAHL, R.; CASTRO, J. R.; LIMA, F. S.; KANEKO, T. M.; PINTO, C. A. S. O.; BABY, A. R.; VELASCO, M. V. R. Efficacy of Punica granatum L. hydroalcoholic extract on properties of dyed hair exposed to UVA radiation. *Journal of Photochemistry and Photobiology*, v. 120, p. 142-147, 2013.
- DARIO, M. F.; SANTOS, M. S. C.S; VIANA, A. S; ARÊAS E. P. G.; BOU-CHACRA, N. A.; OLIVEIRA, M. C.; PIEDADE M. E. M; BABY, A. R.; VELASCO, M. V. R. *A high loaded cationic nanoemulsion for quercetin delivery obtained by sub-PIT method* [Internet]. Universidade de São Paulo, 2016. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0927775715302910?via%3Dihub>> Acesso em: 30/03/2020
- DIAS, T. C. S. *Avaliação in vitro do efeito de diferentes processos de Alisamento químico/térmico na fibra capilar* [Internet]. Universidade de São Paulo, 2015. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/9/9139/tde-07122016111738/publico/Tania_Cristina_Sa_Dias_DO_corrigida.pdf> Acesso em 24/01/2020
- DIAS, T. C. S. *Análise de ação condicionadora de substâncias cosméticas adicionadas em alisante capilar à base de tioglicolato de amônio* [Internet]. Universidade de São Paulo, 2004. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/9/9139/tde-21012005-102511/publico/Tania_Cristina_Sa_Dias_Mestrado.pdf> Acesso em 24/01/2020.
- DIAS, T. C. S.; BABY, A. R.; Kaneko, T. M.; VELASCO, M. V. R. Protective effect of conditioning agents on Afro-ethnic hair chemically treated with thioglycolate-based straightening emulsion. *Journal of Cosmetology Dermatology*, v 7, n 2, p. 120-126, 2008.
- ECOMMERCE BRASIL. Mercado de produtos para os cabelos cresce o movimenta 8 bilhões no Brasil [Internet]. São Paulo, 2018. Disponível em: <**Erro! A referência de hiperlink não é válida.**> Acesso em: 29/04/2019.

- EVANS, T. A. Medição do Brilho dos Cabelos. *Cosmetics & Toiletries (ed. português)*, v. 131, n. 1, p.28-24, 2010. Disponível em: <https://www.cosmeticsonline.com.br/ct/painel/class/artigos/uploads/97873-CT306_38-42.pdf> Acesso em: 10/11/2021.
- FDA's *Draft Guidance for Industry*. Analytical Procedures and Methods Validation, 200.
- FERNANDES, F. D. M. *Cosmética capilar: estratégias de veiculação de ingredientes ativos* [Internet]. Universidade Fernando Pessoa, 2003. Disponível em: <https://bdigital.ufp.pt/bitstream/10284/3981/1/Cosmeticos_capilares_Dulce_Fernandes.pdf> Acesso em: 10/04/2019.
- FERREIRA, I. L. S. *Tingimento de tecidos de algodão com corantes reativos utilizando água do mar* [Internet]. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2019. Disponível em: <[https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/27057/1/Tingimentotecidoalgod%
c3%a3o_Ferreira_2019.pdf](https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/27057/1/Tingimentotecidoalgod%c3%a3o_Ferreira_2019.pdf)> Acesso em: 31/03/2020.
- FITZPATRIK, T.B.; WOLFF, K. Fitzpatrick's dermatology in general medicine. 7a Ed. New York: McGraw-Hill Medical, 2008.
- FRANÇA, S. A. *Caracterização dos cabelos submetidos ao alisamento/ relaxamento e posterior tingimento* [Internet]. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.
- GAMA, R. M. *Avaliação do dano a haste capilar ocasionado por tintura oxidativa aditivada ou não de substâncias condicionadoras* [Internet]. Universidades de São Paulo, 2010. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/9/9139/tde-19012011-145405/publico/Mestrado_Robson_Miranda_daGama.pdf> Acesso em: 17/04/2020.
- GARGANO, E.M.; MANGIATORDI, G.F.; WEBER, I.; GOEBEL, C.; ALBERGA, D.; NICOLOTTI, O.; RUESS, W.; WIERLACHER, S. Persulfate reaction in a hair-bleaching formula: Unveiling the unconventional reactivity of 1,13-diamino-4,7,10-Trioxatridacane. *ChemistryOpen*. v. 7 (5), 2018.
- GAO, T.; MOSES, C.; LANDA, P.; GALLAGHER, K. Hair vibrance factor: A new parameter for characterizing hair colour. *Colour Cosmetics*. 2002. n.1, p. 16-19.
- GIL, E.C.; BATISTA FILHO, R.O.P. Validação de processos. In: GIL, E.C.; ORLANDO, R.M.; MATIAS, R.; SERRANO, S.H.P. Controle físico-químico de qualidade de medicamentos. *Campo Grande: Editora Uniderp*, 2005. cap. 3. p.43-54.
- GOSHIYAMA, A. M. *Avaliação das Propriedades das Fibras Capilares Tratadas com Alisante Ácido com Diferentes Valores de pH* [Internet]. Universidade de São Paulo, 2019. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/9/9139/tde-07052019-154247/publico/Alessandra_Mari_Goshiyama_ME_Original.pdf> Acesso em: 17/04/2020
- GRAY J. Hair care and hair care products. *Clinics in Dermatology*, v. 19, n. 2, p. 227– 236, 2001.

- GRAY, J. Human Hair. In: McMichael, A. J. e Hordinsky, M. K. (Eds.) *Hair and scalp diseases: medical, surgical, and cosmetic treatments*. New York: Informa Healthcare, p. 1-17, 2008.
- GROSVENOR, A. J.; DEB-CHOUDHURY S.; MIDDLEWOOD P. G.; THOMAS A.; LEE E.; VERNON J. A.; WOODS J. L.; TAYLOR C.; BELLS F. I.; CLERENS S. The physical and chemical disruption of human hair after bleaching – studies by transmission electron microscopy and redox proteomics. *International Journal of Cosmetic Science*. v. 40, n. 6, p. 536-548, 2018.
- GUTHRIE, J.T.; KAZLAUCIUNAS, A.; RONGONG, L.; RUSH, S. The characterization of treated and dyed hair. *Dyes and Pigments*, v. 29, n. 1, p. 23-44, 1995.
- HA, T.; REES, J. L. Red hair - a desirable mutation? *Journal of Cosmetic Dermatology*, v. 1, n. 2, p. 62-5, 2002.
- HARRISON, S.; SINCLAIR, R. Hair colouring, permanent styling and hair structure. *Journal of Cosmetic Dermatology*, v. 2, n. 3-4, p. 180-5, 2003.
- HATJE, V. *Composição da água do mar* [Internet]. Sem data. Disponível em: <<https://www2.unifap.br/alexandresantiago/files/2012/04/Composicao-da-agua-do-mar.pdf>> Acesso em: 31/03/2020
- ICH Q2B 1996. *Guidance for Industry Q2B Validation of Analytical Procedures: Methodology*. 1996. Disponível em: <<http://www.fda.gov/>> Acesso em: 17/04/2020.
- INOUE, T.; ITO, M.; KIZAWA, K. Labile proteins accumulated in damaged hair upon permanent waving and bleaching treatments. *Journal of Cosmetic Science*, v. 53, n. 6, p. 337–344, 2002.
- KESTER R. D.; DUEDALL I. W.; CONNORS N. D.; PYTKOWICZ M. R. Preparation of artificial seawater. *Limnology and Oceanography*. v. 12, n. 1, p. 176-179, 1967.
- KORTE, M.; AKARI, S.; KHAN, H.; BAGHDADLI, N.; MHALD, H.; LUENGO, G. Distribution and Localization of Hydrophobic and Ionic Chemical Groups at the Surface of Bleached Human Hair Fibers. *Langmuir*, v. 30, n. 41, p. 12124–12129, 2014.
- KUZUHARA, A. Analysis of structural changes in bleached keratin fibers (black and white human hair) using raman spectroscopy. *InterScience*, v.3, p. 506-514, 2006.
- LATORRE, C.; BHUSHAN, B. Investigation of scale effects and directionality dependence on friction and adhesion of human hair using AFM and macroscale friction test apparatus. *Ultramicroscopy*, v. 106, n. 8–9, p. 720–734, 2006.
- LEFAUDEUX, N.; LECHOCINSKI, N.; CLEMENCEAU, P.; BREUGNOT, S. New luster formula for the characterization of hair tresses using polarization imaging. *International Journal of Cosmetic Science*, v. 32, n. 2, p. 157, 2010.
- LIMA, A. P. *Efeito da deformação mecânica a frio no processo corrosivo do aço API 5L X65 em água do mar sintética* [Internet]. Universidade Estadual Paulista, 2019. Disponível em:

- <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/181684/lima_ap_me_guara.pdf?sequence=3&isAllowed=y> Acesso em: 31/03/2020.
- LIMA, C. R. Cibele. *Caracterização físico-química e analítica de fibras capilares e ingredientes cosméticos para proteção* [Internet]. Universidade de São Paulo, 2016. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/9/9139/tde31052016160629/publico/Cibele_Rosana_Ribeiro_de_Castro_Lima_DO_corrigida.pdf> Acesso em 24/01/2020.
- LOCKE, C. W. J. Extensão de um modelo de rede genética por experimentação iterativa e análise matemática. *Molecular Systems Biology*, v. 1, n. 1, p. 0013, 2005.
- LOWRY, O.; ROSEBROUGH, N.; FARR, A.; RANDALL, R. Protein measurement with the Folin phenol reagent. *Journal of Biological Chemistry*, v. 193, n. 1, p. 265–275, 1951.
- LUCARINI, A.C.; KILIKIAN, B.V. Comparative study of Lowry and Bradford methods: interfering substances. *Biotechnology Techniques*, v.13, n.1, p.149-154, 1999.
- MALLASEN, M.; VALENTI W. C. Efeito da composição iônica da água do mar artificial no desenvolvimento de larvas de desenvolvimento de larvas de desenvolvimento de larvas de desenvolvimento de larvas de *Macrobrachium rosenbergii* [Internet]. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Centro de Aquicultura da UNESP, 1998. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciBiolSci/article/view/4484/3057>> Acesso em: 31/03/2020.
- MELLO, S. M. *A evolução dos tratamentos capilares para ondulações e alisamentos permanentes* [Internet]. Universidade Federal do Rio grande do Sul, 2010. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/26829>> Acesso em: 24/01/2020.
- MOITA, G.C. *Propriedades físico-químicas de cabelo: avaliação de interações com corante e surfactantes* [Internet]. Universidade Estadual de Campina, 1989.
- MONTEIRO, V. F. *Fibras capilares: efeitos de diferentes agentes nas alterações físicas e químicas*, Tese de Doutorado, UFSCar, 2003.
- MORAIS, I. *Anatomia capilar* [Internet]. 2018. Disponível em: <<https://www.troiahair.com.br/2018/12/17/anatomia-capilar/>> Acesso em 24/01/2020.
- MOURIÑO, C.; FRAGA, F. *Determinacion de nitratos nel agua de mar* [Internet]. Instituto de Investigaciones Pesqueras de Vigo, 1984. Disponível em: <https://digital.csic.es/bitstream/10261/88848/1/Nitratos_mar.pdf> Acesso em 31/03/2020.
- NAKANO, K. A. *Comparação de danos induzidos em cabelos de três etnias por diferentes tratamentos* [Internet]. Universidade Estadual de Campinas, 2006. Disponível em: <<http://biq.iqm.unicamp.br/arquivos/teses/vtIs000413448.pdf>> Acesso em: 10/04/2019.

- NOGUEIRA, A. C. S.; JOEKES, I. Hair color changes and protein damage caused by ultraviolet radiation. *Journal of Photochemistry & Photobiology B: Biology*, v. 74, n. 2–3, p. 109–117, 2004.
- NOHYNEK G. J., ANTIGNAC, RE T, TOUTAIN H. Safety assessment of personal care products/cosmetics and their ingredients. *Toxicology and Applied Pharmacology*, v. 243, p. 239–259, 2010.
- OLIVEIRA, R. A. G.; ZANONI, T. B.; BESSEGATO, G. G.; OLIVEIRA, D. P.; UMBUZEIRO, G. A.; ZANONI, M. V. B. The chemistry and toxicity of hair dyes. *Química Nova*, v. 37, n. 6, 2014. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/qn/a/xgBbdhZqnGT9Xhvjr6L7hBw/?lang=pt>> Acessado em: 10/11/2021.
- OLIVEIRA, V. G. *Cabelos: uma Contextualização no Ensino de Química*. Universidade Estadual de Campina, 2013. Disponível em: <<http://www.gpquae.iqm.unicamp.br/PIBIDtextCabelos2013.pdf>> Acesso em: 17/04/2020.
- PINHEIRO, A.S.; TERCI, D.; GONÇALVES, D.A.C.; PEREIRA, M.; OLIVEIRA, P.S.; ALENCASTRE, J.; MAIA, A.C.; MONTEIRO, V.; LONGO, E. Mecanismos de degradação da cor de cabelos tingidos: um novo modelo de proteção. *Cosmetic & Toiletries*, v.14, n.3, p.68-77, 2002.
- POZEBON, D.; DRESSLER L. V.; CURTIUS J. A. *Análise de cabelo: Uma revisão de procedimentos para a determinação de elementos traços e aplicação*. Universidade Federal de Santa Catarina, 1999. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v22n6/2588.pdf>> Acesso em: 10/04/2019.
- PUC-RJ. *A água do mar*. 2012. Disponível em: <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/9206/9206_4.PDF> Acesso em: 18/05/2019.
- RABELO, R. S. *Desenvolvimento de formulações com base condicionadora para cabelo com incorporação de óleos de Attalea speciosa Mart. ex Spreng e Astrocaryum huaimi Mart. E análise comparativa*. Universidade Federal do Mato grosso, 2019. Disponível em: <https://bdm.ufmt.br/bitstream/1/1244/1/TCC_2018_Renata%20Soares%20Rabelo.pdf> Acesso em: 30/05/2022.
- RIBANI, M.; BOTTOLI, C.B.G.; COLLINS, C.H.; JARDIM, C.F.S.; MELO, L.F.C. Validação em Métodos Cromatográficos e Eletroforéticos. *Química Nova*, v. 27 n.5, p.771-780, 2004.
- REICH, C.; ROBBINS, C. R. Light scattering and shine measurements of human hair: A sensitive probe of the hair surface. *Journal Soc. Cosm. Chem.* V. 44, p. 221-234, 1993.
- RICHENA, M. *Alteração nos cabelos não pigmentados causados por radiação ultravioleta, visível e infravermelho* [Internet]. Universidade Estadual de Campinas, 2011. Disponível em:

- <http://taurus.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/250475/1/Richena_Marina_M.pdf> Acesso em: 12/03/2020.
- ROBBINS, C. R. *Chemical and Physical Behavior of Human Hair*. Berlin Heidelberg: Springer, 4. ed., p.724, 2012.
- RODRIGUES, J. C. *Caracterização e tratamento de efluentes gerados no uso de tinturas capilares* [Internet]. A Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2020. Disponível em: <<http://tede2.pucrs.br/tede2/bitstream/tede/9449/2/Tese%20Jaqueline%20Cavalheiro%20Rodrigues.docx.pdf>> Acessado em: 10/11/2021.
- RUETSCH, S. B.; KAMATH, Y.; WEIGMANN, H. D. Photodegradation of human hair: An SEM study. *Journal of Cosmetic Science*, v. 51, p. 103–125, 2000.
- RYU, S.R.; JANG, W.; YU,S.; LEE, B.; KWON, O.; SHIN, K. FT-IR Microspectroscopic imaging of cross-sectioned human hair during a bleaching process. *Journal of Cosmetics, Dermatological Sciences and Applications*. v.6, p. 181-190, 2016.
- SANCHES, P. S. *Desenvolvimento de formulações cosméticas contendo pigmento natural obtido de *Arthrospira platensis* e avaliação dos efeitos da fibra capilar antes e após irradiação ultravioleta* [internet]. Universidade Federal Fluminense, 2019. Disponível em: <<https://app.uff.br/riuff/bitstream/handle/1/10905/SANCHES%2c%20Paola%20de%20Souza%2c%202019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 10/03/2022.
- SANTOS, C. A. *Fibra Capilar, Agentes de Coloração e Descoloração: Química, Mecanismos de Ação e Danos Oxidativos* [Internet]. Faculdade Fasera, Amazonas, 2017. Disponível em: <http://portalbiocursos.com.br/ohs/data/docs/235/1-Fibra_Capilar_Agentes_de_ColoraYYo_e_DescoloraYYo__QuYmica_Mecanismos_de_AYYo_e_Danos_Oxidativos.pdf> Acesso em: 10/04/2019.
- SANTOS, A. E.; SOUSA, M. F.; PEREIRA, S. M.; ANDRADE, N. S.; OLIVEIRA, J. O.; JÚNIOR, J. M. A. Coloração Capilar: Os efeitos das tinturas na saúde e na fibra capilar. *Educação, Gestão e Sociedade* [Internet]. *Revista da Faculdade Eça de Queirós*, v. 6, n. 22, 2016. Disponível em < http://uniesp.edu.br/sites/_biblioteca/revistas/20170509162912.pdf> Acessado em: 10/11/2021.
- SARAIVA, E. B. Água do mar e oceanografia. *Revista USP*, São Paulo, n.70, p. 64-77, 2006.
- SCANAVEZ, C.; SILVEIRA, M.; JOEKES, I. Human hair: color changes caused by daily care damages on ultra-structure. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, v.28, n.1, p.39-52, 2003.
- SCHUELLER, R.; ROMANOWSKI, P. Inside the hair: in advanced hair biology model. *Cosmetic and Toiletries*. v.120, n. 11, p.53, 54, 56, 2005.

- SILVA, A.; NUNES, A.; GESZTESI, J. Protein Loss Quantification of Abraded Virgin and Abraded Bleached Hair According to Bradford Assay. *Journal of Society Cosmetic Chemistry*, v. 55, n. 1, p. 175–179, 2004.
- SILVA, E. M. *Caracterização físico-química e termoanalítica das amostras de cabelo humano* [Internet]. Universidade de São Paulo, 2012. Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/46/46136/tde-11092012-091254/publico/DissertCorrigidaElisabeteMiranda.pdf>> Acesso em: 30/04/2020
- SILVA, J. B. F. *Uma abordagem contextualizada para conteúdo de oxirredução: a química envolvida na descoloração do cabelo* [Internet]. Universidade Federal de Pernambuco, 2022. Disponível em: <<https://attena.ufpe.br/bitstream/123456789/43800/4/TCC%20para%20deposito%20%281%29.pdf>> Acesso em: 30/04/2020
- SANDHU, S.S.; RAMACHANDRAN, R.; ROBBINS, C.R. A simple and sensitive method using protein loss measurements to evaluate damage to human hair during combing. *Journal of Society of Cosmetic Chemists*, v.46, n.1, p.39- 52, 1995.
- SANDHU, S.S.; ROBBINS, C.R. A simple and sensitive technique, based on protein loss measurements, to assess surface damage to human hair. *Journal of Society of Cosmetic Chemists*, v.44, n.2, p.163-175, 1993.
- STAVALE, A. A. *Nanopartículas núcleo-casca de polímeros e surfactantes para formulação de um protetor solar para cabelos* [Internet]. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <<https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/35908/35908.PDF>> Acesso em: 30/03/2020.
- STEFONI, S. A. F. *Caracterização dos cabelos submetidos a alisamento/relaxamento e posteriormente tingidos* [Internet]. Universidade de São Paulo, 2014. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/9/9139/tde-1803201430726/publico/Simone_Aparecida_da_Franca_Stefoni_ME_corrigida.pdf> Acesso em: 17/04/2020.
- SMITH, P. K.; KROHN, R. I.; HERMANSON, G. T.; MALLIA, A. K.; GARTNER, F. H.; PROVENZANO, M. D.; FUJIMOTO, E. K.; GOEKE, N. M.; OLSON, B. J.; KLENK, D.C. Measurement of Protein Using Bicichoninc Acid. *Analytical Biochemistry*, n.150, p. 76-85, 1985.
- SWIFT, J.A.; SMITH, J.R. Microscopical investigations on the epicuticle of mammalian keratin fibers. *Journal of Microscopy*, v.204, n.3, p.203-211, 2001.
- TATE, M.L.; KAMATH, Y.K.; RUETSCH,S.B.; WEIGMANN, H.D. Quantification and prevention of hair damage. *Journal of the Society of Cosmetic Chemists*, v. 44, n. 4, p. 347-371, 1993.
- TUCCI, A. M. F. *Propriedades físico-químicas do cabelo: Desenvolvimento de métodos de avaliação de alterações estruturais induzidas por irradiação* [Internet]. Universidades

- Estadual de Campinas, Instituto de Química, 1989. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/250439/1/Tucci_AnaMartaFernandes_M.pdf> Acesso em: 30/03/2020.
- VICENTE, E. D. B.; HOCHHEIM, S. *Estética capilar*. Indaial: UNIASSELVI, Centro Universitário Leonardo da Vinci, 2017, 188p. (Apostila).
- VELASCO, M.; DIAS, T.; FREITAS, A.; VIEIRA-JUNIOR, N.; PINTO, C.; KANEKO, T.; BABY, A. Hair fiber characteristics and methods to evaluate hair physical and mechanical properties. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, v. 45, n. 1, p. 153–162, 2009.
- WAKAMATSU, K.; NAKANISHI, Y.; MIYAZAKI, N.; KOLBE, L.; ITO, S. UVA-induced oxidative degradation of melanins: fission of indole moiety in eumelanin and conversion to benzothiazole moiety in pheomelanin. *Pigment Cell & Melanoma Research*, v. 25, n. 4, p. 434–445, 2012.
- WILKINSON J. B., MOORAE R. J. *Cosmetología de Harry's*. Madrid: Ediciones Diaz de Santos, p. 1039, 1990.
- WRIGHT J.; COLLING A. Salinity in Seawater. Seawater: its Composition, Properties and Behaviour [Internet]. *Open University Course Team*, v. 2, p. 29-38, 1995. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780080425184500086>> Acessado em: 10/11/2021.
- WORTMANN, F.J.; SCHWAN-JONCYK, A. Investigating hair properties relevant for hair 'handle'. Part I: Hair diameter, bending and frictional properties. *International Journal of Cosmetology Science*, v. 28, p. 61–68, 2006.
- XIA, L.; ZHANG, C.; XU, W.; ZHU, K.; WANG, A.; TIAN, Y.; WANG, Y.; XU, W. Protective bleaching of camel hair in a neutral ethanol-water system. *Polymers*. v.10, (7), 2018.
- ZAIA, D.A.M.; ZAIA, C.T.B.; LICHTIG, J. Determinação de proteínas totais via espectrofotometria: vantagens e desvantagens dos métodos existentes. *Química Nova*, v.21, n.6, p. 787-793, 1998.

ANEXOS

Realizações durante o período

1. Evento Nacional

Autora no trabalho científico exposto em painel digital no evento científico nacional: XXIV Semana Farmacêutica de Ciências e Tecnologia de São Paulo, em 19 de outubro de 2021, São Paulo.

Título: Evaluation of Peruvian Natural Cosmetic Samples.



XXIV SEMANA FARMACÊUTICA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

LV Semana Universitária Paulista de Farmácia-Bioquímica



SEMANA FARMACÊUTICA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
SIMPÓSIO ANUAL DE PESQUISAS EM CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS

CERTIFICADO

Certificamos que **Marjory bernardes fileto** apresentou o trabalho *Evaluation Of Peruvian Natural Cosmetic Samples* na XXIV Semana Farmacêutica de Ciência e Tecnologia, realizada no período de 27 de setembro a 1 de outubro de 2021, em formato de **VÍDEO CIENTÍFICO** na categoria de **MESTRADO**.

São Paulo, 19 de outubro de 2021.

Prof. Dr. Eduardo Lani Volpe da Silveira
Presidente da Comissão de Avaliação de Resumos e Vídeos e Comissão de Avaliação de Apresentações Oraís

Prof. Dr. João Paulo Fabi
Presidente da Comissão Organizadora

Prof. Dr. Humberto Gomes Ferraz
Diretor da FCF-USP

2. Publicações de artigos em revistas científicas nacionais as quais fui autora e/ou co-autora.

Publicação 1.

Link para acesso: <https://bwsjournal.emnuvens.com.br/bwsj/article/view/125>

Título: Acne vulgar: aspectos gerais e atualizações no protocolo de tratamento.

Autores: Amanda Beatriz de Barros; Fernanda Daud Sarruf; Marjory Bernardes Fileto, Maria Valéria Robles Velasco.

Resumo: Acne é uma patologia de alta incidência que pode impactar psicologicamente os pacientes de maneira significativa. Na sua forma inflamatória, também pode causar dor e desconforto. Portanto, é importante diagnosticar e tratá-lo de forma precoce e eficaz para minimizar seus efeitos a longo prazo. Os estudos referem melhora significativa da acne com o uso de antibióticos, probióticos e prebióticos para regulação do microbioma cutâneo;

técnicas de peeling químico e os tratamentos clássicos com medicamentos tópicos como o peróxido de benzoíla, entre outros citados.

| | | Artigo de Revisão |
|---|---|--|
| Acne vulgar: aspectos gerais e atualizações no protocolo de tratamento | | |
| <i>Acne vulgaris: general aspects and actualizations in treatment protocol</i> | | |
| <u>Resumo</u> | | |
| Introdução | Acne é uma patologia da unidade pilosebácea dos folículos capilares da pele. É uma condição de alta prevalência que envolve hiperqueratinização folicular, obstrução do ducto sebáceo, maior produção de sebo guiada por hormônios andrógenos, maior colonização de <i>Cutibacterium acnes</i> e inflamação. | <u>Autor/Coautor/Orientador</u> |
| Objetivos | Este trabalho tem como objetivo abordar uma atualização das estratégias terapêuticas para o tratamento de acne vulgar. | Amanda Beatriz de Barros Faculdade de Ciências Farmacêuticas – Universidade de São Paulo Cosmetologia – Mestrado em Fármaco e Medicamentos Brasil |
| Materiais / Sujeitos e Métodos | Foi realizado um levantamento bibliográfico incluindo artigos e revisões abordando a temática “acne vulgar”. Foram selecionados 24 publicações sobre o tema dentro do período de 2003 e 2019. | Fernanda Daud Sarruf Faculdade de Ciências Farmacêuticas – Universidade de São Paulo Cosmetologia - Doutorado em Fármaco e Medicamentos Brasil |
| Resultados | Os estudos referiram melhora significativa na acne na utilização de antibióticos tópicos e orais, bem como medicamentos envolvendo princípios ativos, como ácido salicílico e peróxido de benzoíla, entre outros e a regulação do microbioma da pele. | Marjory Bernardes Fileto Faculdade de Ciências Farmacêuticas – Universidade de São Paulo Cosmetologia – Mestrado em Fármaco e Medicamentos Brasil |
| Conclusões | A acne é uma patologia de alta incidência, que pode impactar significativamente o psicológico dos pacientes. Em sua forma inflamatória, causa também dor e desconforto. Assim, é importante diagnosticar e tratá-la de forma eficaz e precoce para minimizar seus efeitos de longo prazo. | ----- Maria Valéria Robles Velasco Faculdade de Ciências Farmacêuticas – Universidade de São Paulo Cosmetologia Orientadora Brasil |
| Abstract | <i>Acne is a pathology of the pilosebaceous unit of the hair follicles in the skin. It is a highly prevalent condition that involves follicular hyperkeratinization, that is, obstruction of the sebaceous duct, generating greater production of sebum guided by androgens, increasing colonization by <i>Cutibacterium acnes</i> and inflammation. This work aims to address the update of therapeutic strategies for the treatment of acne vulgaris. For this purpose, a bibliographic search was carried out including articles and reviews with the theme “acne vulgaris”. The studies report a improvement in acne with the use of antibiotics, chemical peeling techniques and the classic treatments with topical medications. Acne is a high incidence pathology that can significantly impact patients psychologically. In its inflammatory form, it can also cause pain and discomfort. Therefore, it is important to diagnose and treat it early and effectively to minimize its long-term effects.</i> | <u>Palavras-chave</u> Acne vulgar. Terapêutica. Etiologia. Revisão. <u>Keywords</u> Acne vulgar. Therapeutics. Etiology. Review. |
| Trabalho submetido: 15/09/20. Publicação aprovada: 19/10/20. Financiamento: nenhum. Conflito de Interesses: nenhum. | | |
| BWS Journal, 2020 Outubro; 3, e201000125: 1-13. | | |

Publicação 2.

Link para acesso: <https://bwsjournal.emnuvens.com.br/bwsj/article/view/181>

Título: Princípios ativos e procedimentos na Alopecia Androgenética

Autores: Marjory Bernardes Fileto; Domingo Melero Sancho; Thamires Batello Freire; Claudineia Aparecida Sales de O. Pinto; André Rolim Baby, Maria Valéria Robles Velasco

Resumo: A alopecia androgenética (AAG) afeta 70% dos homens e mulheres. Sabe-se que seu surgimento está relacionado com a idade e o sexo. É a causa mais comum de miniaturização folicular que leva a um padrão de rarefação capilar não cicatricial, afetando indivíduos geneticamente predispostos, causando grande impacto na qualidade de vida.

Artigo de Revisão

Princípios ativos e procedimentos na Alopecia Androgenética

Active ingredients and procedures in Androgenetic Alopecia

| | Resumo |
|--------------------------------------|---|
| Introdução | A alopecia androgenética (AAG) afeta 70% dos homens e mulheres. Sabe-se que seu surgimento está relacionado com a idade e o sexo. É a causa mais comum de miniaturização folicular que leva a um padrão de rarefação capilar não cicatricial, afetando indivíduos geneticamente predispostos e impactando em sua qualidade de vida. |
| Objetivos | Avaliar a melhor estratégia terapêutica para a alopecia androgenética, comparando o tempo e eficácia dos tratamentos e procedimentos na percepção do voluntário e avaliador. |
| Materiais/ Sujeitos e Métodos | Para a confecção desta revisão de literatura foram utilizados 20 artigos científicos do período de 2011 a 2017, sendo que os artigos científicos foram buscados na base de dados do Google Acadêmico e em bancos de dados universitários. |
| Resultados | Os princípios ativos empregados na AAG: minoxidil, espironolactona, finasterida, vitaminas do complexo B, sílica orgânica e colágeno, e os procedimentos: microagulhamento com a aplicação de PRP e minoxidil com finasterida associado ao uso de suplementos, obtiveram respostas positivas. |
| Conclusões | A alopecia androgenética é uma realidade entre homens e mulheres de diferentes idades, podendo afetar a autoestima deles. Portanto, é essencial que o médico consiga diagnosticar de forma precoce a AAG, visando sempre o tratamento que melhor se adapte a cada paciente. |
| Abstract | Androgenetic alopecia (AGA) affects 70% of men and women. It is known that its appearance is related to age and sex. It is the most common cause of follicular miniaturization that leads to a pattern of non-healing capillary rarefaction, affecting genetically predisposed individuals, causing a great impact on quality of life. Evaluate the best therapeutic strategy for androgenetic alopecia, comparing the time and effectiveness of treatments and procedures in the perception of the volunteer and evaluator. For the preparation of this literature review we used 20 scientific articles from the last 8 years and 1 of 1992. The active principles used in AAG: minoxidil, spironolactone, finasteride, B vitamins, organic silicon and collagen, and the procedures: microneedling with the application of PRP and minoxidil with finasteride associated with the use of supplements, obtained positive responses. Androgenetic alopecia is a reality among men and women of different ages, which can affect their self-esteem. Therefore, it is essential that the doctor can diagnose AGA early, always aiming at the treatment that best suits each patient. |

Autor/Coautor/Orientador

Marjory Bernardes Fileto
Fac. de Ciências Farmacêuticas –
USP/ Brasil/ Mestranda em Fármaco
e Medicamentos/Autor

Domingo Melero Sancho
Fac. de Ciências Farmacêuticas –
USP/ Brasil/ Mestrando em Fármaco
e Medicamentos/Coautor

Ms. Thamires Batello Freire
Fac. de Ciências Farmacêuticas –
USP/ Brasil/ Doutoranda em Fármaco
e Medicamentos/Coautor

**Dr.ª Claudineia Aparecida Sales de
O. Pinto**
Fac. de Ciências Farmacêuticas –
USP/ Brasil/Coautor

Dr. André Rolim Baby
Fac. de Ciências Farmacêuticas –
USP/ Brasil/Coautor

Dr.ª Maria Valéria Robles Velasco
Fac. de Ciências Farmacêuticas –
USP/ Brasil/Orientador

Palavras-chave

Alopecia Androgenética, Princípios
ativos, Procedimentos.

Keywords

Androgenetic Alopecia, Active ingredients,
Procedures.

Trabalho submetido: 02/02/21. Publicação aprovada: 09/02/21. Financiamento: nenhum. Conflito de Interesses: nenhum.

BWS Journal. 2021 Fevereiro; 4, e210200181: 1-13.

Link para acesso: <https://bwsjournal.emnuvens.com.br/bwsj/article/view/224>

Título: Abordagens no tratamento da dermatite atópica

Autores: Joyce Santos Quenca Guillen; Marjory Bernardes Fileto; Claudineia Aparecida Sales de O. Pinto; Catarina Rosado; André Rolim Baby, Maria Valéria Robles Velasco.

Resumo: A dermatite atópica é uma doença crônica, com evolução de surto, predominante na infância, cujo principal sintoma é o prurido de intensidade variada e sinais de xerose cutânea e lesões de padrão eczematoso.

Artigo de Revisão

Abordagens no tratamento da dermatite atópica

Approaches in the treatment of atopic dermatitis.

Resumo

Introdução A dermatite atópica é uma doença crônica, com evolução de surto, predominante na infância, cujo principal sintoma é o prurido de intensidade variada e sinais de xerose cutânea e lesões de padrão eczematoso.

Objetivos Esse revisão tem como objetivo avaliar a melhor estratégia terapêutica para a Dermatite atópica (DA), analisando os diferentes tipos de tratamento mais usados atualmente, bem como os menos utilizados.

Materiais / Sujeitos e Métodos A revisão de literatura foi baseada em bases de dados acadêmicas, utilizando os termos "dermatite atópica"; "tratamentos", "tratamentos tópicos" e/ou "tratamentos orais", sendo que as publicações não tiveram limite de data. Artigos publicados nos idiomas inglês e espanhol foram priorizados.

Resultados A pele apresenta alterações genéticas bem como fatores como microbioma, exposoma e xenobióticos os quais interferem na condição de DA. Tais fatores contudo, podem ser tratados com terapias como emolientes, anti-histamínicos, imunossupressores tópicos, entre outros.

Conclusões As novas abordagens para a DA, bem como os elementos externos que podem agravar essa patologia foram levantados nesta revisão. Compreender os tipos de tratamento que os doentes recebem e a sua relação com fatores genéticos e psicológicos contribuem para uma melhor escolha de tratamento.

Abstract

Atopic dermatitis is a chronic disease, with an outbreak, predominant in childhood, whose main symptom is pruritus of varying intensity and signs of cutaneous xerosis and eczematous lesions. Literature review based on academic databases such as the USP library, SciELO and etc., using the terms "atopic dermatitis". The skin presents genetic alterations as well as factors such as microbiome, exposome and xenobiotics which interfere in the condition of AD. Such factors, however, can be treated with therapies such as emollients, antihistamines, topical immunosuppressants, among others. The new approaches to AD, as well as the external elements that can aggravate this pathology were raised in this review. Understanding the types of treatment that patients receive and their relationship with genetic and psychological factors contribute to a better treatment choice.

Autor/Coautor/Orientador

Joyce Santos Quenca Guillen
Fac. de Ciências Farmacêuticas,
USP – Cosmetologia, Doutoranda em
Fármaco
e Medicamentos
/ Autor

Marjory Bernardes Fileto
Fac. de Ciências Farmacêuticas,
USP – Cosmetologia, Mestranda em
Fármaco
e Medicamentos
/ Coautor

Dr.^ª Claudineia Aparecida Sales de
O. Pinto
Fac. de Ciências Farmacêuticas – USP
/ Coautor

Dr.^ª Catarina Rosado
Universidade Lusófona, Lisboa –
Portugal / Coautor

Dr. André Rolim Baby
Fac. de Ciências Farmacêuticas –
USP / Coautor

Dr.^ª Maria Valéria Robles Velasco
Fac. de Ciências Farmacêuticas - USP/
Orientadora

Palavras-chave

Dermatite Atópica; Revisão,
Tratamentos.

Keywords

Atopic dermatitis; Review, Treatment.

Trabalho submetido: 15/06/21. Publicação aprovada: 22/06/21. Financiamento: nenhum. Conflito de interesses: nenhum.

BWS Journal. 2021 Junho; v.4, e210600224: 1-18.

3. Ficha do Aluno



Universidade de São Paulo
Faculdade de Ciências Farmacêuticas
FICHA DO ALUNO

9139 - 11483981/1 - Marjory Bernardes Fileto

Email: marjoryfileto@usp.br
Data de Nascimento: 07/11/1995
Cédula de Identidade: RG - 52.940.693-7 - SP
Local de Nascimento: Estado de São Paulo
Nacionalidade: Brasileira
Graduação: Bacharela em Farmácia - Universidade Católica de Santos - São Paulo - Brasil - 2019

Curso: Mestrado
Programa: Fármaco e Medicamentos
Área: Produção e Controle Farmacêuticos
Data de Matrícula: 24/07/2019
Início da Contagem de Prazo: 24/07/2019
Data Limite para o Depósito: 25/07/2022
Orientador: Prof(a). Dr(a). Maria Valeria Robles Velasco - 24/07/2019 até o presente. Email: mvrobles@usp.br
Proficiência em Línguas: Inglês, 24/07/2019
Data de Aprovação no Exame de Qualificação: (não exigido)
Data do Depósito do Trabalho:
Título do Trabalho:
Data Máxima para Aprovação da Banca:
Data de Aprovação da Banca:
Data Máxima para Defesa:
Data da Defesa:
Resultado da Defesa:
Histórico de Ocorrências: Primeira Matrícula em 24/07/2019

Aluno matriculado no Regimento da Pós-Graduação USP (Resolução nº 7493 em vigor a partir de 29/03/2018).

Última ocorrência: Matrícula de Acompanhamento em 21/03/2022

Impresso em: 05/04/2022 22:30:15



Universidade de São Paulo
Faculdade de Ciências Farmacêuticas
FICHA DO ALUNO

9139 - 11483981/1 - Marjory Bernardes Fileto

| Sigla | Nome da Disciplina | Início | Término | Carga Horária | Cred. | Freq. | Conc. | Exc. | Situação |
|-------------|--|------------|------------|---------------|-------|-------|-------|------|---------------------|
| FBF5830-1/2 | Formulações Cosméticas e Dermatológicas: Aspectos Clínicos | 05/08/2019 | 08/09/2019 | 75 | 0 | - | - | N | Matrícula cancelada |
| FBF5833-1/2 | Qualidade por Design Analítica (AQbD) Aplicado às Análises Farmacêuticas | 02/03/2020 | 10/05/2020 | 90 | 6 | 100 | B | N | Concluída |
| FBF5777-4/3 | Tópicos Gerais de Fármacos e Medicamentos | 05/03/2020 | 18/06/2020 | 45 | 3 | 100 | B | N | Concluída |
| FBT5728-1/3 | Inglês Científico - Pronúncia e Apresentação Oral | 13/04/2020 | 26/04/2020 | 30 | 0 | - | - | N | Turma cancelada |
| BTC5853-1/2 | Empreendedorismo e Inovação em Saúde (Curso Interunidades: Biotecnologia - Universidade de São Paulo) | 07/05/2020 | 15/07/2020 | 60 | 0 | - | - | N | Matrícula cancelada |
| FBF5779-3/6 | Preparo de Artigos Científicos na Área de Farmácia | 07/08/2020 | 08/10/2020 | 90 | 0 | - | - | N | Matrícula cancelada |
| 6025746-7/1 | Propriedades Reológicas de Cosméticos (Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto - Universidade de São Paulo) | 11/08/2020 | 31/08/2020 | 30 | 0 | - | - | N | Matrícula cancelada |
| ENS5853-7/3 | A Biossegurança e as Práticas em Saúde (Escola de Enfermagem - Universidade de São Paulo) | 18/09/2020 | 29/10/2020 | 60 | 4 | 100 | A | N | Concluída |
| 6025758-6/2 | Sistemas de Liberação Tópicos e Transdérmicos: Técnicas e Mecanismos de Promoção da Permeação Cutânea de Fármacos. (Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto - Universidade de São Paulo) | 08/10/2020 | 10/12/2020 | 90 | 6 | 94 | B | N | Concluída |
| 6025830-4/2 | Métodos "In Vitro" Alternativos para a Avaliação da Segurança de Cosméticos (Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto - Universidade de São Paulo) | 10/11/2020 | 30/11/2020 | 30 | 2 | 83 | A | N | Concluída |
| FBF5830-1/3 | Formulações Cosméticas e Dermatológicas: Aspectos Clínicos | 01/03/2021 | 04/04/2021 | 75 | 5 | 90 | A | N | Concluída |
| ENP5947-2/1 | Atenção Integral à Saúde ao Usuário de Álcool e outras Drogas (Escola de Enfermagem - Universidade de São Paulo) | 01/04/2021 | 28/04/2021 | 60 | 0 | - | - | N | Matrícula cancelada |

| | Créditos mínimos exigidos | Créditos obtidos |
|--------------|------------------------------|------------------|
| | Para depósito da dissertação | |
| Disciplinas: | 25 | 26 |
| Estágios: | | |
| Total: | 25 | 26 |

Créditos Atribuídos à Dissertação: 71

Conceito a partir de 02/01/1997:

A - Excelente, com direito a crédito; B - Bom, com direito a crédito; C - Regular, com direito a crédito; R - Reprovado; T - Transferência.
Um(1) crédito equivale a 15 horas de atividade programada.

Última ocorrência: Matrícula de Acompanhamento em 21/03/2022

Impresso em: 05/04/2022 22:30:16

4. Currículo Lattes

ID: <http://lattes.cnpq.br/5212526311632986>



Marjory Fileto

Endereço para acessar este CV: <http://lattes.cnpq.br/5212526311632986>

ID Lattes: **5212526311632986**

Última atualização do currículo em 05/04/2022

Farmacêutica-bioquímica formada pela Universidade Católica de Santos - Mestrando pelo programa de Pós-Graduação em Fármaco e Medicamentos na Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo (FCF-USP) na área capilar, com ênfase em coloração e descoloração. Experiência na área de manipulação e homeopatia, auxiliar na área de pesquisa e desenvolvimento de cosméticos, além de comunicação científica, pesquisa acadêmica e trabalho em equipe. **(Texto informado pelo autor)**

Identificação

Nome

Marjory Fileto

Nome em citações bibliográficas

FILETO, M. B.; FILETO, BERNARDES MARJORY; FILETO, MB

Lattes ID

<http://lattes.cnpq.br/5212526311632986>

Endereço

Endereço Profissional

Universidade de São Paulo, Faculdade de Ciências Farmacêuticas.
Avenida Professor Lineu Prestes
Butantã
05508000 - São Paulo, SP - Brasil
Telefone: (11) 30913674

Formação acadêmica/titulação

2019

Mestrado em andamento em Ciências Farmacêuticas (Conceito CAPES 7).
Universidade de São Paulo, USP, Brasil.
Título: Nível de dano da água do mar artificial na fibra capilar colorida, Orientador: Maria Valéria Robles Velasco.
Bolsista do(a): Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq, Brasil.

Palavras-chave: Dano, coloração, descoloração, água do mar.

Grande área: Ciências da Saúde

Grande Área: Ciências da Saúde / Área: Farmácia.

Setores de atividade: Pesquisa e desenvolvimento científico.

Graduação em Farmácia e Bioquímica.

Universidade Católica de Santos, UNISANTOS, Brasil.

2015 - 2018

Formação Complementar

2022

Extensão universitária em Minicurso - Introdução à Química de Cosméticos.
PUC-Rio, PUC-RIO, Brasil.

2021 - 2022

Extensão universitária em A Química dos Cabelos Descomplicada.
PUC-Rio, PUC-RIO, Brasil.

2021 - 2021

Gestão de produtos digitais: Princípios básicos modernos.
University of Virginia, VIRGINIA, Estados Unidos.

2021 - 2021

Cosmetologia em Prol do Envelhecimento com Saúde e Beleza.
Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, Brasil.

2021 - 2021

The Strategy of Content Marketing.
University of California System, UC System, Estados Unidos.

2015 - 2016

Francês.
aliança francesa, AF, Brasil.

2008 - 2011

Curso de Informática.
Microcamp, MC, Brasil.

Atuação Profissional

Farmácia Ativa santos, FA, Brasil.

Vínculo institucional

2017 - 2017

Vínculo: Servidor Público, Enquadramento Funcional: Estagiária de homeopatia

Vínculo institucional

2016 - 2016

Vínculo: Servidor Público, Enquadramento Funcional: Estagiária de manipulação

Holy essências, HE, Brasil.

Vínculo institucional

2015 - 2015

Vínculo: Servidor Público, Enquadramento Funcional: Estagiária de cosmetologia

Universidade de São Paulo, USP, Brasil.

Vínculo institucional

2019 - 2019

Vínculo: Servidor Público, Enquadramento Funcional: Estagiário do laboratório de cosmetologia

Outras informações

Estagiária no laboratório de cosmetologia da FCF-USP

Brazilian Scents Industria e Comércio de Cosméticos, BS, Brasil.

Vínculo institucional

2021 - 2021

Vínculo: Empregado, Enquadramento Funcional: Auxiliar de R&D de cosméticos, Carga horária: 8

Projetos de pesquisa

2019 - Atual

Danos da água do mar artificial na da fibra capilar colorida

Descrição: O mestrado tem como objetivo analisar os níveis de danos causados pela água do mar artificial na fibra capilar que foi descolorida e em seguida colorida em 3 diferentes níveis de loiro.

Situação: Em andamento; Natureza: Pesquisa.

Alunos envolvidos: Mestrado acadêmico: (1) .

Integrantes: Marjory Fileto - Integrante / Maria Valéria Robles Velasco - Coordenador.

Áreas de atuação

1. Grande área: Ciências da Saúde / Área: Farmácia.
2. Grande área: Ciências da Saúde / Área: Farmácia / Subárea: cosmetologia.
3. Grande área: Ciências da Saúde / Área: Farmácia / Subárea: Garantia e controle de qualidade farmacêuticos.
4. Grande área: Ciências da Saúde / Área: Farmácia / Subárea: Homeopatia.
5. Grande área: Ciências da Saúde / Área: Farmácia / Subárea: Pesquisa de formulações cosméticas.
6. Grande área: Ciências da Saúde / Área: Farmácia / Subárea: Manipulação.

Idiomas

Inglês

Compreende Bem, Fala Bem, Lê Bem, Escreve Bem.

Espanhol

Compreende Bem, Fala Razoavelmente, Lê Bem, Escreve Pouco.

Prêmios e títulos

2017

Certificado de Cuidados farmacêuticos na pediatria, Conselho Regional de Farmácia do Estado de São Paulo.

2015

Vice-presidente, Universidade católica de santos.

Produção bibliográfica

Artigos completos publicados em periódicos

Ordenar por

Ordem Cronológica



1. FILETO, M. B. ; SANCHO, D. M. ; FREIRE, T. B. ; PINTO, C. A. S. O. ; BABY, A. R. ; VELASCO, M. V. R. . Princípios ativos e procedimentos na Alopecia Androgenética. BWS Journal, v. 4, p. 1, 2021.
2. GUILLEN, J. S. Q. ; FILETO, M. B. ; ROSADO, C. ; PINTO, C. A. S. O. ; BABY, A. R. ; VELASCO, M. V. R. . Abordagens no tratamento da dermatite atópica. BWS Journal, v. 4, p. 1, 2021.
3. BARROS, A. B. ; SARRUF, F. D. ; FILETO, M. B. ; VELASCO, M. V. R. . Acne vulgar: aspectos gerais e atualizações no protocolo de tratamento. BWS Journal, v. 3, p. 1, 2020.

Demais tipos de produção técnica

1. FILETO, MB . Produtores de comunicação científica da USP. 2021. (Desenvolvimento de material didático ou instrucional - Produtor de conteúdo científico online).

Eventos

Participação em eventos, congressos, exposições e feiras

1. XXIV Semana Farmacêutica de Ciência e Tecnologia.Evaluation of Peruvian Natural Cosmetic Samples. 2021. (Simpósio).