

APLICAÇÃO DE NANOPARTÍCULAS DE SERICINA EM BASE DE MÁSCARA CAPILAR RECONSTRUTORA: VERIFICAÇÃO DA RECONSTRUÇÃO CAPILAR

João Batista Junior – joaobonick@gmail.com

Karla Heloisa de Lacerda Nascimento – kaa.lacerda@hotmail.com

Victória Vieira Martins – vic.vmartins7@gmail.com

Leila Figueiredo de Miranda (Orientadora) – leila.miranda@mackenzie.br

RESUMO

Neste trabalho foi estudada a ação da sericina nanoencapsulada em máscara de regeneração capilar. Foram obtidas formulações base de máscara de regeneração capilar contendo 0%, 1,5%, 3,0% e 4,5% de sericina nanoencapsulada. Foram analisadas as estabilidades das formulações em função do tempo em relação ao: pH, densidade e propriedades organolépticas (aparência, cor e odor). Também foi realizado um acompanhamento da ação das amostras obtidas quanto à regeneração capilar em mechas de cabelo virgem e descolorido quanto ao aspecto das fibras (microscopia eletrônica), brilho e resistência à tração. Os resultados mostraram que as máscaras capilares obtidas contendo sericina nanoencapsulada nas concentrações estudadas, apresentaram ação regeneradora dos fios capilares, aumentando a sua massa. Foi possível verificar que as máscaras capilares contendo 1,5% de sericina foram as que apresentaram ação mais efetiva de regeneração, repondo a massa capilar em até 1,2% em relação ao fio virgem castanho após ser submetido a um fundo de clareamento 10 (louro claríssimo). O estudo da estabilidade em função do tempo mostrou que as máscaras capilares obtidas são estáveis em relação ao pH, densidade e propriedades organolépticas (aparência, cor e odor), em 56 dias corridos de análises.

Palavras-chave: Sericina nanoencapsulada. Máscara capilar. Estabilidade de cosméticos. Características dos fios e mechas capilares.

APPLICATION OF SERICINE NANOPARTICLES BASED ON RECONSTRUCTIVE CAPILLARY MASK: VERIFICATION OF THE HAIR RECONSTRUCTION

ABSTRACT

In this work the action of nanoencapsulated sericin in a capillary regeneration mask was studied. Base formulations of capillary regeneration mask containing 0%, 1.5%, 3.0% and 4.5% of nanoencapsulated sericin were obtained. The stability of the formulations as a function of time in relation to: pH, density and organoleptic properties (appearance, color and odor) were

analyzed. It was also carried out a follow up of the action of the samples obtained for capillary regeneration on virgin and discolored hair strands in terms of fiber appearance (electron microscopy), gloss and tensile strength. The results showed that capillary masks obtained containing nanoencapsulated sericin, in the concentrations studied, presented a regenerative action of capillary wires, increasing their mass. It was possible to verify that the capillary masks containing 1.5% of serine were the ones that presented more effective action of regeneration, replacing the capillary mass by up to 1,2%, and increasing its tensile strength in relation to the virgin brown thread, after being subjected to bleaching (tone 10). The study of stability as a function of time showed that the obtained capillary masks are stable in relation to pH, density and organoleptic properties (appearance, color and odor), for at least 56 days.

Keywords: Nanoencapsulated sericin. Hair mask. Stability of cosmetics. Characteristics of hair strands and wicks.

1 INTRODUÇÃO

A evolução tecnológica no segmento cosmético busca atender as demandas que relacionam saúde, beleza e praticidade e os produtos cosméticos capilares são constantemente desenvolvidos para garantir a reconstrução, a estabilização da fibra, a sedosidade e a maleabilidade aos fios conferindo aspecto de boa aparência e saudável. A necessidade por produtos que melhorem o visual e o sensorial da superfície do cabelo tem provocado um avanço nas áreas de limpeza, proteção e restauração capilar por meio da alteração das propriedades químicas e físicas da superfície do cabelo. Nesse sentido, xampus são utilizados para a limpeza e os condicionadores, para recobrir o cabelo com um filme fino que confere proteção, além do tão desejado visual e sensorial (WEI, ET AL, 2005).

Para Dawber e Neste (1996), os cabelos têm grande importância ao longo da história da humanidade, uma das principais funções fisiológicas do cabelo é proteger o crânio de ações nocivas temporais, como os raios ultravioletas.

Durante muitos anos houve grande evolução de como o ser humano se relaciona com o cabelo e a autoestima, de acordo com Halal (2012), a psicologia pode comprovar a relação do ser com o potencial embelezamento por meio de transformações físico-químicas que profissionais especializados podem oferecer para seus clientes.

A fibra capilar pode ser inicialmente dividida em três partes: a cutícula, o córtex e a medula. A cutícula é a camada mais externa da haste capilar. Essa camada é composta por escamas transparentes, em formação de sobreposição, lembrando telhas encaixadas. Essa formação dá origem às placas longas e finas; com dimensão aproximada de 50x50 micron e 0,5 micron de

espessura. O córtex é responsável por aproximadamente 90% do peso em massa da haste capilar; nele está contida toda a estrutura química do fio (ligações de cisteína), conferindo diferentes estruturas macroscópicas. (HALAL, 2012).

A composição elementar média do cabelo é 51% de carbono, 21% de oxigênio, 6% de hidrogênio, 17% de nitrogênio e 5 % de enxofre (presente na cisteína). Segundo Halal (2012, p.85) essa composição é referida da seguinte forma: “[...] esses cinco são os principais elementos da pele e do cabelo, normalmente referidos como elementos COHNS.”

O processo de descoloração é extremamente oxidativo, pois se utiliza de compostos que agem na abertura da cutícula e posterior remoção dos melanócitos naturais; eumelanina (azul), feomelanina (amarelo) e tricosiderina (vermelho).

Cabelos escuros na escala colorimétrica de 1.0 (preto escuríssimo), 5.0 (castanho claro) possuem alta concentração de pigmentos azul e vermelho, cabelos claros na escala 6.0 (loiro escuro) e 10.0 (loiro claríssimo) tem alta concentração de pigmento amarelo e, conseqüentemente, uma diminuição de pigmentos azuis (L’OREAL, s.d.).

O peróxido de hidrogênio (H_2O_2) altera o pH do cabelo de 4,5-5,5 para uma região alcalina, abrindo a cutícula das madeixas para então degradar os melanócitos.

Os cabelos submetidos a tais tratamentos como a descoloração necessitam de reconstrução imediata, para repor os aminoácidos e evitar o corte químico (termo utilizado por cabeleireiros profissionais quando ocorre quebra dos fios mediante a ação de produtos que alterem a estrutura capilar). A reconstrução capilar proporciona a reestruturação da haste e evita o corte químico (HALAL, 2012).

A sericina é constituída principalmente dos aminoácidos serina (31%), ácido aspártico (18%), glicina (19%), e treonina (8%). Esta molécula tem sido estudada para aplicação em produtos cosméticos relacionados à reconstrução, pois apresenta alta afinidade pela queratina natural dos fios, sendo esta queratina uma sequência de 15 a 22 aminoácidos com alta porcentagem do aminoácido cisteína. A sericina é extraída a partir do bicho-da-seda, e por meio de um processo de reticulação iônica é carregada negativamente e, posteriormente, sua carga é invertida positivamente transformando-se em nanopartículas catiônicas com caráter condicionante (MARCELINO, 2008). Quando a nanopartícula da sericina é aplicada em cabelos danificados, os fios apresentam reconstrução, conferindo a restauração da elasticidade e devolvendo o brilho e aparência saudável (KATO et al, 1998).

Quando as nanopartículas de sericina fazem parte da composição de produtos capilares tais como xampus, condicionadores ou máscaras hidratantes apresentam interações físico-químicas que permitem benefícios aos fios, pois as nanopartículas possuem grande área superficial por unidade de volume (MARCELINO, 2008).

Por sua vez, a função da máscara capilar é proporcionar ao cabelo nutrição, maleabilidade, brilho, redução do atrito e da eletricidade estática do fio. Já existem no mercado diversos produtos com especificidade para cada tipo de haste capilar; levando em consideração densidade, estrutura e tratamentos de alteração capilar em que os cabelos são submetidos durante os processos de embelezamento.

Este trabalho visa estudar a aplicação da sericina, tomando como base uma estrutura de cabelo com densidade média, descolorido até o fundo de clareamento na altura de 10, onde a cutícula, em sua grande maioria, é degradada devido à perda de aminoácidos no processo. O estudo engloba a interação das nanopartículas da sericina aplicadas a uma base de máscara capilar e realizando o contato direto na α -queratina capilar. Busca-se verificar a reconstrução que poderá proporcionar aos cabelos danificados.

2 MATERIAIS E MÉTODOS (MÉTODO, METODOLOGIA)

2.1 MATERIAIS

2.1.1 MATERIAIS EM GERAL

O Quadro 1 apresenta os materiais utilizados neste trabalho.

Quadro 1 – Materiais utilizados.

Item	Fornecedor
Mechas de Cabelo virgem (40g)	Loja Andrea Lopes
Água deionizada	UPM
Fenoxietanol	Engenharia das Essências
Butilhidróxitolueno	Casa das Essências
Silicone 200/350	Mapric
Óleo de Gérmen de trigo	Mapric
Lanolina Etoxilada líquida	Casa das Essências
Cloreto de cetil trimetil amônio	Poly Comercial
Polawax™ NF	Mapric
Seriseal®	Chemunion
Xampu	<i>Johnson's & Johnson's</i>
<i>K Pro White Blond</i> <i>K Pro New Oxi</i>	K Pro

*FONTE: OS AUTORES

2.2 MÉTODOS

2.2.1 PREPARO DA MÁSCARA CAPILAR

Para a formulação da máscara de reconstrução base foram utilizadas as matérias-primas nas proporções mencionadas no Quadro 2.

Quadro 2 – Fórmula máscara capilar.

<i>MATÉRIA PRIMA</i>	<i>LOTE</i>	<i>FORNECEDOR</i>	<i>FUNÇÃO</i>	<i>AÇÃO</i>	<i>Qtd. (%)</i>	<i>Qtd. (g)</i>
Água Desmineralizada	N/A	N/A	Solvente de fs. aq. e veículo	-	79,290	634,32
Polawax™ NF	AUTO233164	MAPRIC	Cera auto-emulsionante	Emoliente	12,00	96,00
Alcool de Lanolina	CN171-0	CASA DAS ESSE	Auxiliar de fusão	Emoliente	1,00	8,00
Óleo de gérmen de trigo	AUTO230138	MAPRIC	Auxiliar de fusão	Emoliente	3,00	24,00
Fenóxi-etanol	01231017BR	ENG. DAS ESSENCIAS	Conservante	-	0,20	1,60
Cloreto de cetil trimetil amônio	045/17	POLY COMERCIAL	Tensoativo catiônico	Agente antiestático	2,00	16,00
Silicone não volátil 200/300	AUTO264086	MAPRIC	Auxiliar de fusão	Emoliente e doador de brilho	1,00	8,00
Butilhidróxitolueno	206627	CASA DAS ESSENCIAS	Antioxidante	-	0,01	0,08
Seriseal®		CHEMYUNION	Ativo	Reconstrutor de fios	1,50	12,00
				TOTAL	100,00	800,00

*FONTE: OS AUTORES

A pesagem em gramas refere-se a uma formulação de 0,8kg de produto final.

Inicialmente foi misturada em um béquer de 1000mL a fase oleosa composta por: 96g de Polawax®, 8g de álcool de lanolina, 24g de óleo de gérmen de trigo, 8g de silicone não volátil e 0,08g de butilhidroxitolueno. A mistura foi aquecida a 60°C até garantir a completa dissolução das matérias primas.

Subsequentemente, foi misturada em um béquer de 500mL a fase aquosa composta por: 16g de quaternário de amônio e 634,32g de água. Essa mistura também foi aquecida a 60°C.

Quando as duas fases atingiram a temperatura de 60°C, foram retiradas do aquecimento e então a fase aquosa foi vertida na fase oleosa. Imediatamente, iniciou-se o processo de homogeneização com o auxílio de uma baqueta de vidro. A temperatura da mistura foi acompanhada até atingir 40°C. Ao atingir a temperatura de 40°C, foi adicionado 1,60g de fenoxietanol e novamente o seguiu-se com o procedimento de homogeneização da mistura emulsificante.

Quando a mistura alcançou temperatura ambiente; iniciou-se o processo de adição do ativo sericina.

Inicialmente foram reservadas 125g do produto obtido e acondicionados em embalagens para análise das máscaras com 0% de sericina. Em sequência foram separadas novamente 3 amostras de 125g cada, e a elas foram adicionadas a sericina nas diferentes concentrações de 1,5%, 3,0% e 4,5%, respectivamente, com o auxílio de um gral de porcelana.

As máscaras obtidas, em suas respectivas concentrações foram divididas em porções (amostras) e acondicionadas em embalagens com o auxílio de uma espátula, para os diferentes testes de caracterização.

2.2.2 ESTUDO DE ESTABILIDADE DA MÁSCARA CAPILAR

Para atender às expectativas de mercado a ANVISA (2004) exige avaliar a estabilidade dos produtos desenvolvidos, antes de disponibilizá-los ao consumo, requisito fundamental à qualidade e à segurança dos mesmos.

De modo geral os parâmetros a serem avaliados devem ser definidos pelo formulador levando em conta os parâmetros organolépticos (aspecto, cor, odor e sabor; quando aplicável), os parâmetros físico-químicos (valor de pH, densidade, e em alguns casos, o monitoramento dos ativos presentes na formulação) e parâmetros microbiológicos. Para os testes de estabilidade, também se deve levar em conta as condições de armazenagem das amostras, sendo as mais comuns: temperatura (ambiente, elevada, baixa), exposição à luz e ciclos de congelamento e descongelamento (ANVISA, 2004).

A partir dessa definição, como adequação, foram avaliadas 16 amostras, sendo essas: máscara capilar sem sericina (0% de sericina), máscara capilar com 1,5% de sericina, máscara capilar com 3,0% de sericina e máscara capilar com 4,5% de sericina, durante 8 semanas (56 dias). As amostras foram divididas em quatro grupos e mantidas sob as seguintes condições: luz, estufa (37,9°C – 40°C), geladeira (5°C) e temperatura ambiente (em torno de 25°C).

2.2.2.1 CARACTERÍSTICAS ORGANILÉPTICAS

2.2.2.1.1 ASPECTO

O produto deve manter-se íntegro durante todo o teste mantendo seu aspecto inicial em todas as condições, exceto em temperaturas elevadas, freezer ou ciclos em que pequenas alterações são aceitáveis (ANVISA, 2004).

A amostra pode ser classificada segundo os seguintes critérios: normal, sem alteração; levemente separado, levemente precipitado ou levemente turvo; separado, precipitado ou turvo (ANVISA, 2004).

2.2.2.1.2 COR E ODOR

Compara-se o odor e a cor da amostra com a do padrão estabelecido, em um frasco de mesma especificação. As fontes de luz empregadas podem ser luz branca, natural ou, ainda, em câmaras especiais com diversos tipos de fontes de luz.

A amostra do produto pode ser classificada segundo os seguintes critérios: normal, sem alteração; levemente modificada; modificada; intensamente modificada.

2.2.2.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

2.2.2.2.1 AVALIAÇÃO DE SEPARAÇÃO DE FASES

O teste de centrifugação produz estresse na amostra simulando um aumento na força de gravidade, aumentando a mobilidade das partículas e antecipando possíveis instabilidades. Estas poderão ser observadas na forma de precipitação, separação de fases, formação de *caking*, coalescência, entre outras.

A amostra é centrifugada em temperatura, tempo e velocidade padronizados. Em seguida, avalia-se visualmente a amostra (ANVISA, 2004).

2.2.2.2.2 VALORES DE pH

Pesou-se 1g de amostra em um béquer de 100mL em uma balança analítica. A seguir, adicionou 100mL de água deionizada (com pH em torno de 7,0 – neutro) e agitou-se com ajuda de um agitador magnético, para dispersão da emulsão em água. Após a dispersão efetuou-se a leitura de pH da amostra.

Todas as análises seguiram com o mesmo procedimento para todas as amostras estudadas.

2.2.2.2.3 DENSIDADE

A densidade é representada pela relação entre a massa de uma substância e o volume que ela ocupa e, geralmente para os líquidos, é determinada empregando-se picnômetro ou densímetro. No

caso de líquidos ou semissólidos este parâmetro pode indicar a incorporação de ar ou a perda de componentes voláteis (ANVISA, 2004).

Realizou-se a medição de massa do picnômetro vazio com o auxílio de uma balança analítica e sequencialmente a medida do picnômetro fechado, completamente preenchido com água purificada. Após limpezas externas sequenciais para cada análise foram realizadas com o auxílio de um papel macio e álcool 70 g/L. Todas as análises seguiram com o mesmo procedimento para cada amostra no teste de densidade.

A sequência de análises das amostras foi: amostras mantidas a temperatura ambiente (em torno de 25°C), amostras mantidas sob ação da luz, amostras mantidas em estufa (37,9 °C – 40 °C), amostras mantidas em geladeira (5°C).

Após a análise da massa do picnômetro com água, o picnômetro foi completamente preenchido com a máscara capilar e fechado. A massa restante expelida pela perfuração na tampa do picnômetro foi removida com o auxílio de um papel macio embebido em álcool 70 g/L. Após limpeza externa do picnômetro e evaporação do álcool, esta medida foi realizada para cada amostra.

Para todas as análises subsequentes as amostras foram removidas do picnômetro com o auxílio de uma baqueta de vidro e retornadas para as embalagens do teste de estabilidade.

Em todas as trocas de amostragem o picnômetro foi devidamente lavado em água abundante com o auxílio de detergente, esponja, escova de cerdas e, posteriormente, seco com papel macio, preparando assim o instrumental para a próxima amostra.

2.2.3 PROCEDIMENTO APLICADO NAS MECHAS CAPILARES

Foi fornecido pela loja Andre Lopes, 40g de cabelo caucasiano, com comprimento médio de 20cm e altura de tom natural castanho claro (5.0). Para melhores resultados de clareamento, as mechas do cabelo foram previamente separadas facilitando a permeabilidade do produto oxidante.

No processo de descoloração foi utilizado aproximadamente 100g do pó descolorante “K Pro White Blond” misturado com a água oxigenada “K Pro New Oxi” a 6%, na proporção 1:2 (1 pó:2 H₂O₂).

O tempo de pausa para clareamento das mechas até fundo de clareamento desejado 10.0 foi de aproximadamente 6 horas, sendo realizadas duas aplicações da mistura descolorante, para garantir o processo de descoloração eficiente para os testes posteriores.

2.2.4 TRATAMENTO DAS MECHAS CAPILARES

Passados 4 dias da descoloração foi iniciado o tratamento com a máscara reconstrutora. Nas Tabelas 1 e 2 estão elencadas as mechas e as máscaras capilares estudadas.

Tabela 1 – Identificação das mechas capilares (FONTE: OS AUTORES)

<i>MECHA CAPILAR</i>	<i>IDENTIFICAÇÃO</i>
<i>C1</i>	Mecha de cabelo virgem
<i>C2</i>	Mecha de cabelo descolorido
<i>C3</i>	Mecha de cabelo descolorido tratado com máscara sem sericina
<i>C4</i>	Mecha de cabelo descolorido tratado com máscara com sericina 1,5%
<i>C5</i>	Mecha de cabelo descolorido tratado com máscara com sericina 3,0%
<i>C6</i>	Mecha de cabelo descolorido tratado com máscara com sericina 4,5%

Tabela 2 - Identificação das máscaras capilares (FONTE: OS AUTORES)

<i>MÁSCARA CAPILAR</i>	<i>IDENTIFICAÇÃO</i>
<i>M1</i>	Máscara capilar sem sericina (0%)
<i>M2</i>	Máscara capilar com sericina 1,5%
<i>M3</i>	Máscara capilar com sericina 3,0%
<i>M4</i>	Máscara capilar com sericina 4,5%

Lavou-se cada uma das mechas 2 vezes com um xampu neutro (Johnson's baby shampoo). Após esse processo foi aplicado 2g de máscara capilar para cada 10g de fios capilares, deixando a máscara capilar agindo por 10 minutos. Após este período de tempo as mechas foram lavadas em água corrente a temperatura ambiente.

Cada mecha foi submetida a seu respectivo tratamento, conforme tabela 3.

Tabela 3 – Tratamentos aplicados (FONTE: OS AUTORES)

<i>MECHA CAPILAR</i>	<i>IDENTIFICAÇÃO</i>	<i>TRATAMENTO</i>
<i>C1</i>	Mecha de cabelo virgem	Lavado apenas com xampu
<i>C2</i>	Mecha de cabelo descolorido	Lavado apenas com xampu
<i>C3</i>	Mecha de cabelo descolorido	Lavado com xampu + tratamento M1 (sem sericina)
<i>C4</i>	Mecha de cabelo descolorido	Lavado com xampu + tratamento M2 ([sericina] 1,5%)
<i>C5</i>	Mecha de cabelo descolorido	Lavado com xampu + tratamento M3 ([sericina] 3,0%)
<i>C6</i>	Mecha de cabelo descolorido	Lavado com xampu + tratamento M4 ([sericina] 4,5%)

2.2.5 CARACTERIZAÇÃO DAS MECHAS

2.2.5.1 MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA (MEV)

A Microscopia Eletrônica de Varredura é usada para o estudo de estruturas superficiais ou subsuperficiais de amostras, produzindo imagens de alta resolução. As utilizações das imagens do Microscópio Eletrônico de Varredura ajudam a compreender a topografia do material.

As diferentes amostras de mechas capilares: M1, M2, M3, M4, M5 e M6 foram previamente divididas para comparação dos fios antes dos processos de lavagem, depois da utilização da máscara capilar com sericina.

Após terem sido submetidas aos processos que simularam os tratamentos de higiene capilar seguidas de hidratação, as amostras foram analisadas por microscopia eletrônica de varredura.

As amostras não precisaram ser recobertas com ouro, em virtude de o cabelo ser bom condutor de eletricidade. Desta forma, foram avaliadas as existências de alterações nas morfologias dos fios após tratamento.

2.2.5.2 ENSAIOS DE TRAÇÃO

No ensaio de resistência à tração uma amostra é deformada até a sua fratura, mediante uma carga de tração gradativamente crescente que tende a puxá-la uniaxialmente ao longo do eixo de maior comprimento da mesma. O objetivo do ensaio é descrever o comportamento de um material quando este é submetido à solicitação de tração.

As amostras obtidas foram submetidas a ensaios de tração com a finalidade de determinar-se a eficácia das diferentes máscaras capilares obtidas.

Foram analisados os resultados de deformação (%) e tensão máxima na ruptura dos fios. Deformação (MPa). A tensão máxima na ruptura corresponde a força necessária para romper o fio dividida pela área da seção transversal do fio.

Neste teste, primeiro os fios são colocados no equipamento para medir o diâmetro do cabelo e após a medição os fios são colocados no equipamento para realizar o teste de tração, no qual se determina a força necessária para os fios se romperem. São necessários no mínimo 30 fios (amostras), em cada análise, para ter-se uma confiabilidade dos resultados obtidos.

Antes da realização dos testes, as mechas tratadas, foram presas por prendedores em um varal de acrílico para a ambientação à 21°C. para a realização das análises.

As análises são realizadas para um determinado comprimento de fio.

Para que os fios não escorreguem entre as garras, são presos a *crimps* (prendedores) de metal, que o equipamento utiliza para manusear os fios.

Para a produção dos *crimps*, uma porção de 30 – 40 fios é cortada das mechas e são deixados separados.

Para cada fio, são colocados dois *crimps* metálicos na agulha, deixando o gancho para fora, o fio é preso no gancho e puxado para que o mesmo fique aderido dentro dos *crimps* metálicos.

Coloca-se o fio com os *crimps* no molde, que tem o tamanho exato para análise (30mm) e prende-se as pontas dos fios para o que o fio fique esticado. Após os fios estarem presos, o molde é colocado na alavanca para que os *crimps* metálicos sejam pressionados e presos ao fio. A seguir, pressiona-se a alavanca duas vezes para que a prensagem seja completa. Os *crimps* são retirados com o auxílio de uma pinça e as rebarbas de cabelo e silicone que ficam dentro dos *crimps* são retirados (cortados) com o auxílio de uma tesoura.

Para que análise seja eficaz é preciso pelo menos 30 *crimps* de cada amostra. Os *crimps* são enfileirados em uma prancheta de acrílico e numerados em sequência crescente para que quando forem transferidos do equipamento que mede o diâmetro para o ensaio; as medições sejam realizadas corretamente para cada fio.

A Figura 1 apresenta o passo a passo para a produção do *crimps*.

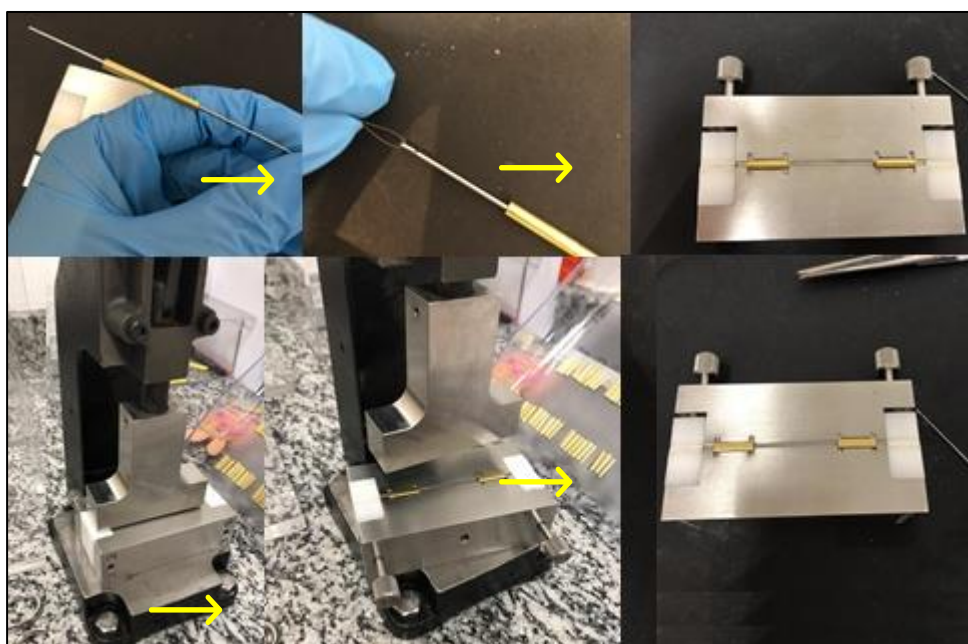


Figura 1 – Passo a passo para a produção do *crimps* (FONTE: OS AUTORES).

Os *crimps* são então colocados no equipamento que mede o diâmetro, faz-se a leitura de cada fio. A seguir, os dados são plotados em uma planilha, e transferidos para o software do ensaio de tração, para determina a tensão na ruptura ($\sigma=F/A$).

Os ensaios foram realizados para todas as mechas (M1, M2, M3, M4, M5 E M6).

2.2.5.3 DETERMINAÇÃO DA FORÇA PARA ROMPIMENTO DOS FIOS

A análise de tração dos fios consiste na medição do diâmetro do fio, que é realizada pelo equipamento ALS1500 (Automated Loading System) com laser acoplado. O ALS1500 é um equipamento automático, que realiza a medição de até 50 fios. Tem um laser Mitutoyo LSM-6200 acoplado para a realização da medição. O laser faz uma varredura no fio e calcula a área transversal com rotação (DIASTRON, S.D.).

Após a medição é aplicada uma força nos fios até o rompimento. Este teste é realizado no equipamento MTT680 (Miniature Tensile Tester). A complementação dos dados de tração com a área transversal da fibra (fio de cabelo) reduz a variabilidade dos dados em 80%.

MTT680 é um equipamento automático, que realiza a medição de até 100 fios. O equipamento exerce uma força pré-determinada nos fios, com o auxílio de uma garra que puxa o fio, e mede o percentual do fio que foi esticado e a força total necessária para o seu rompimento (DIASTRON, S.D.).

2.2.5.4 DETERMINAÇÃO DA PORÇÃO MÁSSICA DOS FIOS DE CABELO

Para a análise de massa dos fios, foi pesado 0,031g de cada uma das seis mechas (cabelo virgem, 1, 2, 3, 4 e 5) em balança analítica, em um vidro relógio. As amostras foram deixadas no dessecador durante 1 semana.

O dessecador é um recipiente fechado que tem como função retirar a umidade das amostras por meio de um agente de secagem (dessecante). Normalmente o dessecante é a sílica-gel recoberta de um indicador de umidade que contém sais de cobalto, que quando secos apresentam uma coloração azul. A tampa é engraxada, normalmente com silicone, para que o fechamento seja hermético e o conteúdo seja completamente isolado.

O processo ocorre por meio da variação de pressão, pois, a água que estava hidratando o sólido, passa a evaporar e tende a solvatar. Os cristais de sílica são muitos higroscópicos; absorvem a umidade do ar, ou seja, retira a água do meio (VLAB, 2012).

2.2.5.5 DETERMINAÇÃO DA UMIDADE DOS FIOS DE CABELO

A determinação de umidade foi realizada em um analisador de umidade com lâmpada infravermelha halógena IV300, que determina a porcentagem de umidade em base úmida. É possível realizar a pesagem da amostra e atribuir alguns parâmetros para a realização das análises,

como: determinar tempo de secagem, temperatura e modo de secagem. A emissão dos resultados é realizada por meio de uma impressora térmica, acoplada ao equipamento (GEHAKA, S.D.).

Para a análise, foi pesada uma porção de cada amostra das mechas (M1, M2, M3, M4, M5 E M6), com massa entre 0,2 a 0,25g, diretamente no equipamento onde foi realizada a análise.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 ESTABILIDADE DA MÁSCARA CAPILAR

Foram analisadas as estabilidades das formulações em função do tempo em relação ao: pH, densidade e propriedades organolépticas (aparência, cor e odor). O período de teste foi de 8 semanas.

3.1.1. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

3.1.1.1 ASPECTO

O aspecto inicial das amostras das máscaras capilares obtidas foi descrito como um creme leitoso. Durante os estudos da estabilidade, as amostras não apresentaram mudanças de aspecto, podendo ser observado na figura 2, sendo classificadas como normal, sem alteração, de acordo com as especificações da ANVISA (2004).

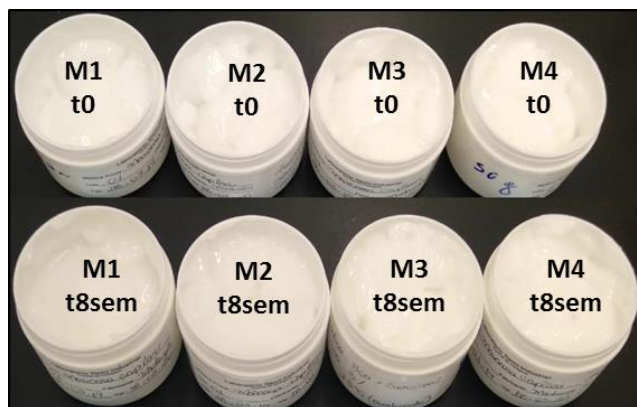


Figura 2 – Aspectos das máscaras obtidas em função do tempo: t0 = aspecto da máscara no tempo inicial; t8sem = aspecto da máscara após 8 semanas. (FONTE: OS AUTORES)

3.1.1.2 COR E ODOR

A cor e odor permaneceram estáveis (sem alteração), sendo classificadas como normal, sem alteração de acordo com as especificações da ANVISA (2004).

3.1.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

3.1.2.1 AVALIAÇÃO DE SEPARAÇÃO DE FASES

As amostras obtidas foram submetidas a centrifugação, em temperatura ambiente (aproximadamente. 25 °C), durante 3 minutos a 1500 rpm.

Todas as amostras estudadas não apresentaram variação na reologia nem apresentaram separação de fase durante o período estudado.

3.1.2.2 VALORES DE pH

A medição do pH foi padronizada, em todas as amostras, e os resultados obtidos durante o período de estudo, estão apresentados nos Gráficos de 1 a 4.

Gráfico 1 – Variação do pH com o tempo (amostras mantidas a 5°C) (FONTE: OS AUTORES).

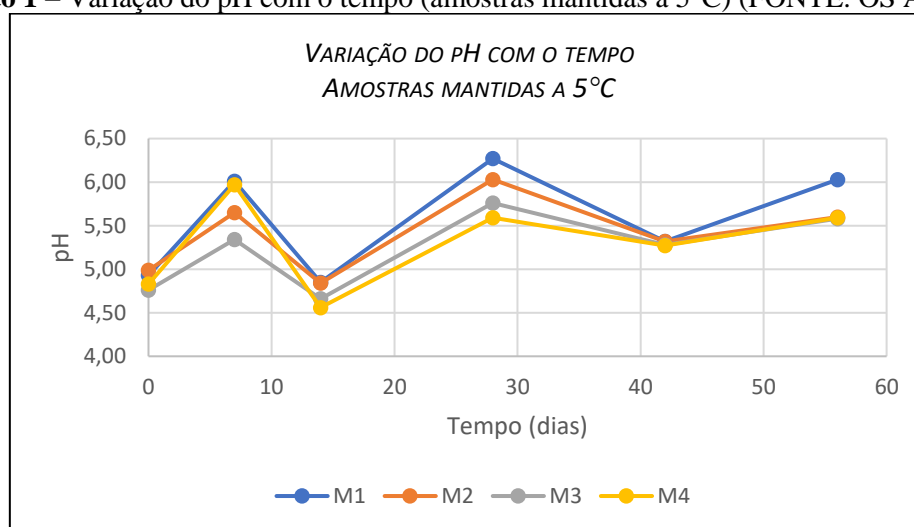


Gráfico 2 – Variação do pH com o tempo (amostras mantidas a 25°C) (FONTE: OS AUTORES).

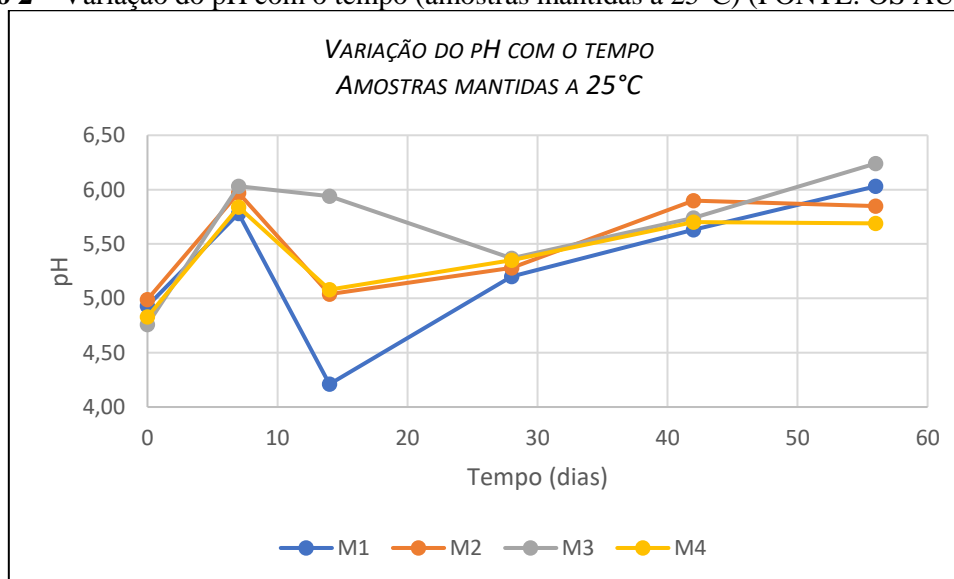


Gráfico 3 – Variação do pH com o tempo (amostras mantidas a 37,9°C) (FONTE: OS AUTORES).

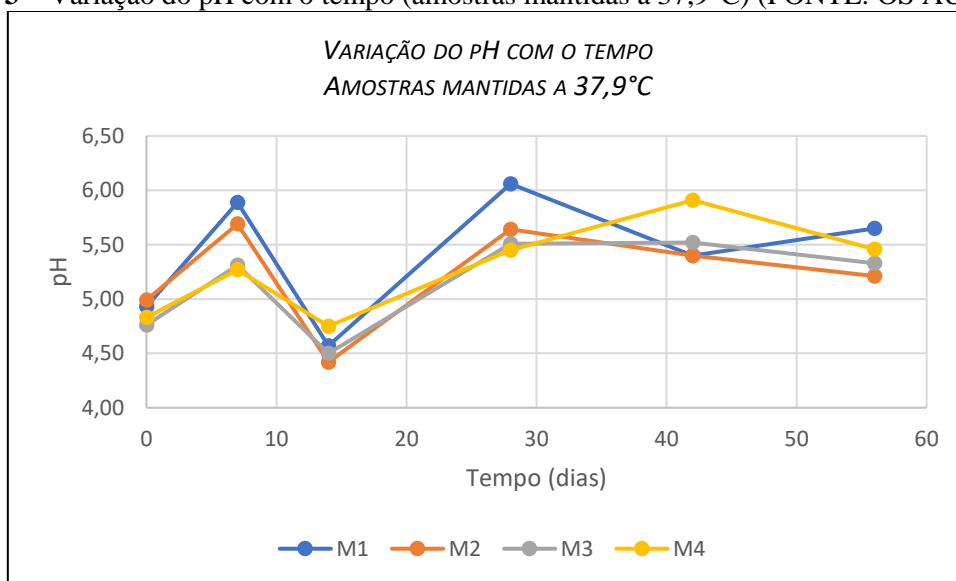
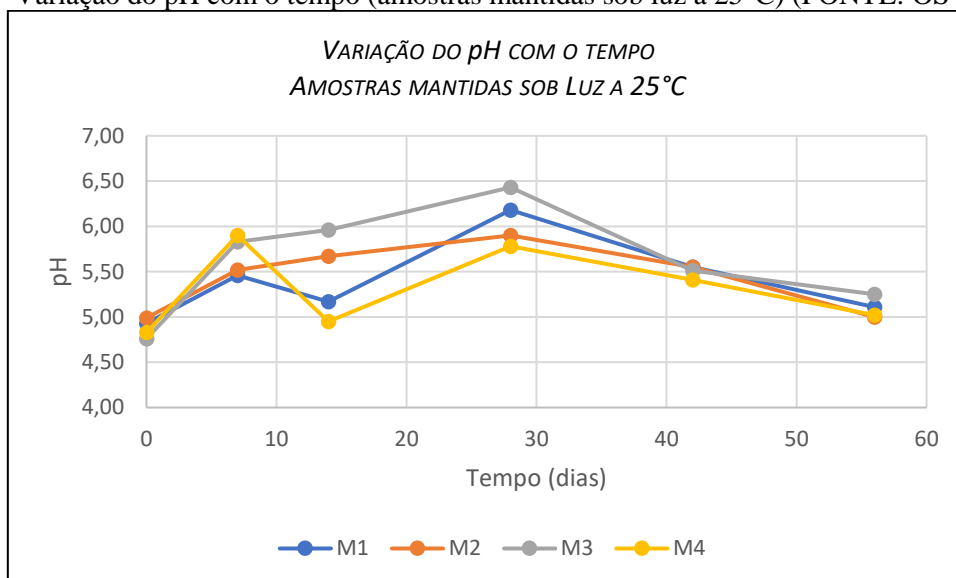


Gráfico 4 – Variação do pH com o tempo (amostras mantidas sob luz a 25°C) (FONTE: OS AUTORES).



Por meio dos resultados obtidos observa-se que:

- Há uma oscilação no pH das amostras estudadas, para $\pm 1,0$ em relação ao pH da amostra no tempo zero. Constatou-se que todas as amostras apresentam a mesma tendência de oscilação, de acordo com o período (semana) estudado, independentemente das condições de estudo e da concentração de sericina estudada.
- O pH das amostras sem sericina é maior do que os obtidos para as amostras contendo sericina, em todos os tempos e condições estudados;

De acordo com a ANVISA (ANVISA, 2004), a diferença de pH observada encontra-se dentro do intervalo de aceitação. Provavelmente, esta oscilação ocorra, pois nas formulações estudadas não foi adicionado um tamponante, como por exemplo, o ácido cítrico, comumente utilizado na maioria das máscaras capilares e condicionadores.

3.1.2.3 DENSIDADE

Realizou-se a medição de massa do picnômetro vazio com o auxílio de uma balança analítica e, sequencialmente a medida do picnômetro completamente preenchido com água purificada ou máscaras e fechado. Os resultados obtidos estão apresentados nos Gráficos 5 a 8.

Gráfico 5 – Variação da densidade com o tempo (amostras mantidas a 5°C) (FONTE: OS AUTORES).

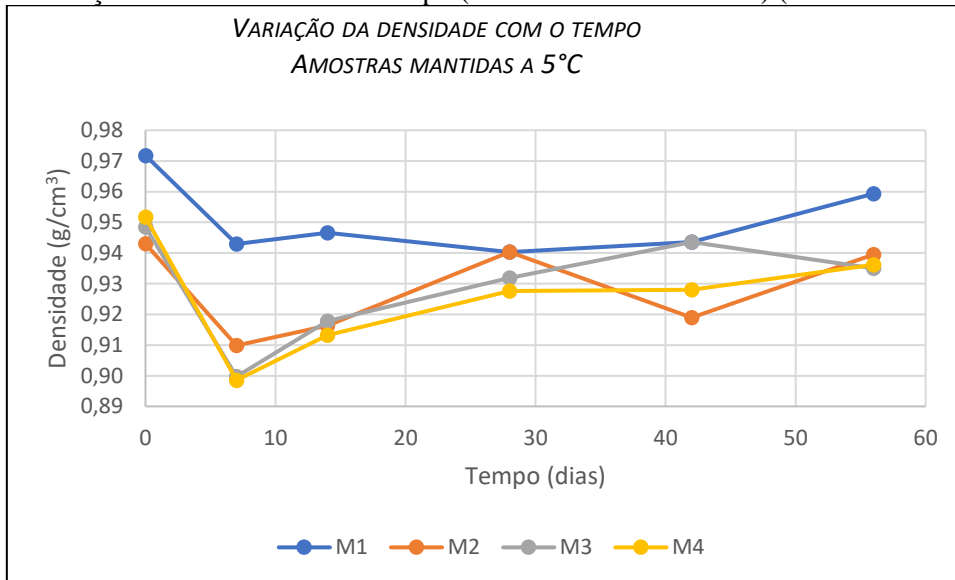


Gráfico 6 – Variação da densidade com o tempo (amostras mantidas a 25°C) (FONTE: OS AUTORES).

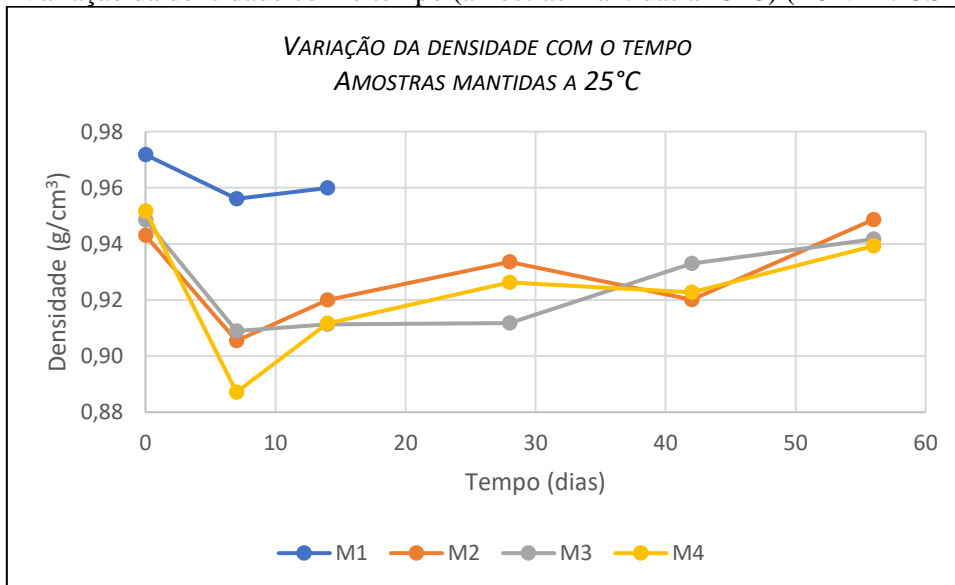


Gráfico 7 – Variação da densidade com o tempo (amostras mantidas a 37,9°C) (FONTE: OS AUTORES).

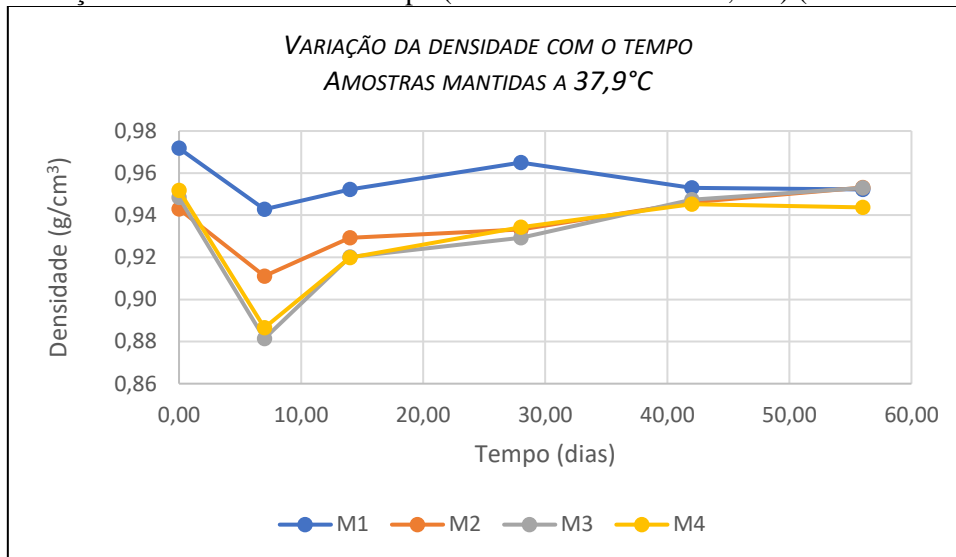
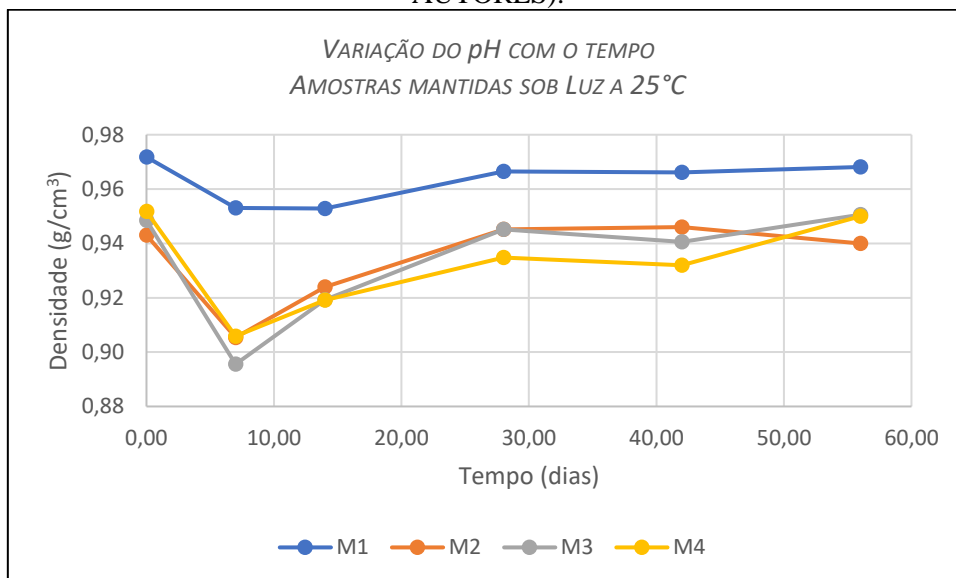


Gráfico 8 – Variação da densidade com o tempo (amostras mantidas sob luz a 25°C) (FONTE: OS AUTORES).



Por meio dos resultados obtidos observa-se que a oscilação da densidade ao longo do tempo nas diferentes condições estudadas é 0,04, ou seja, não há variações significativas. Pode-se observar também que existe uma tendência de convergência da densidade, das diferentes máscaras, nas respectivas condições de estudo.

As máscaras contendo sericina apresentam uma densidade inferior a de máscaras sem a presença do ativo. A densidade das máscaras contendo o ativo sericina são aproximadamente iguais.

3.2 CARACTERÍSTICAS DAS MECHAS ESTUDADAS

3.2.1 ANÁLISE VISUAL

A Figura 3 apresenta as mechas estudadas.



Figura 3 - Mechas de cabelo estudadas antes e após clareamento e, posterior tratamento com os diferentes tipos de máscaras obtidas 1000x (FONTE: OS AUTORES)

- | | |
|---------------------------------------|--|
| C1=Mecha de cabelo virgem | C4= Mecha descolorida M1 (1,5% sericina) |
| C2=Mecha de cabelo descolorida | C5= Mecha descolorida M2 (3,0% sericina) |
| C3=Mecha descolorida M0 (0% sericina) | C6= Mecha descolorida M3 (4,5% sericina) |

Conforme pode ser observado, à medida que aumenta a concentração de sericina na máscara de tratamento capilar aumenta o efeito reconstrutor da mesma.

3.2.2 VERIFICAÇÃO DA MORFOLOGIA DO FIO EM MEV

A Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) foi realizada para a verificação da modificação morfológica da haste capilar e verificação da possível reestruturação da fibra capilar conforme a aplicação das diferentes máscaras, ou seja, verificar a ação da sericina em suas diferentes concentrações.

Na Figura 4 é possível visualizar a estrutura cuticular natural da fibra capilar, com escamações normais para um cabelo saudável.

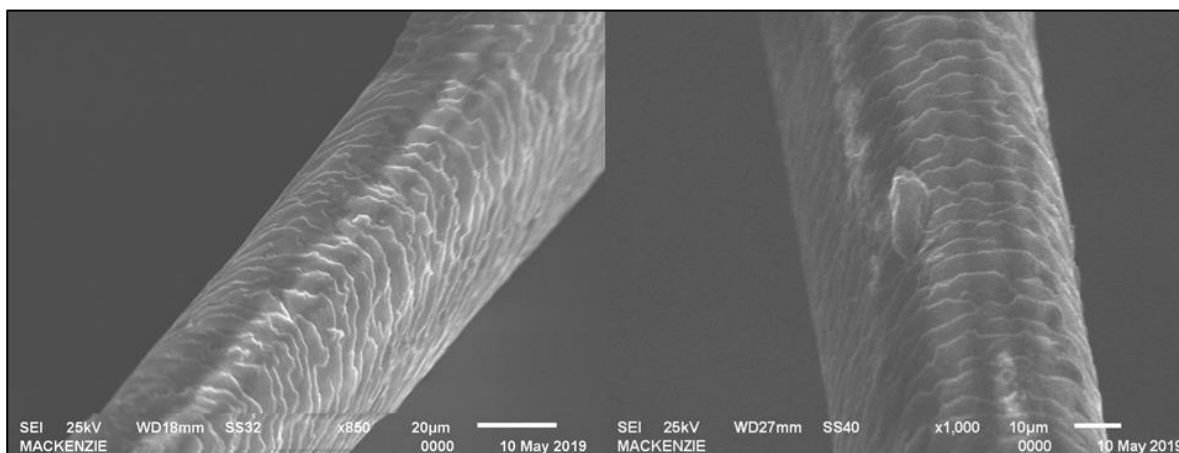


Figura 4 - Cabelo virgem (C1), pré-descoloração (aumento = 850x e 1000x) (FONTE: OS AUTORES)

Na Figura 5 é possível perceber a degradação cuticular após o procedimento oxidativo de descoloração. Existe uma descamação da fibra e abertura de cutícula, características dos cabelos descoloridos.

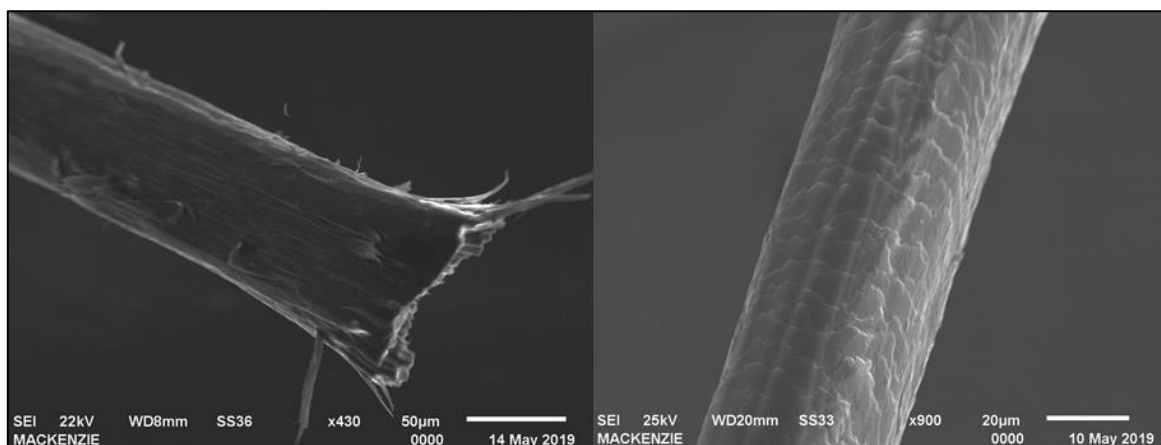


Figura 5 – Cabelo após descoloração (C2) (aumento = 430x e 900x) (FONTE: OS AUTORES)

A Figura 6 apresenta a haste capilar C3. Nesta imagem gerada pelo MEV é possível perceber uma redução do levantamento cuticular acentuado em comparação com a Figura 4, porém ainda com a haste escamosa; característico de cabelos que necessitam de reconstrução capilar.

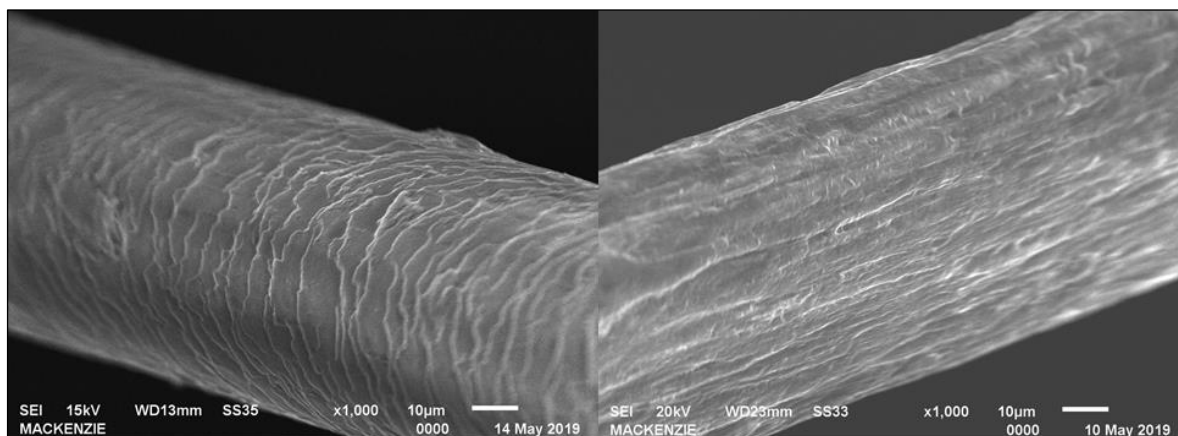


Figura 6 – Cabelo após descoloração tratado com máscara capilar sem sericina (C3) (aumento = 1000x)(FONTE: OS AUTORES)

Ao observar a Figura 7 é possível notar uma pequena diminuição da porosidade da fibra, porém ainda com descamações cuticulares perceptíveis.

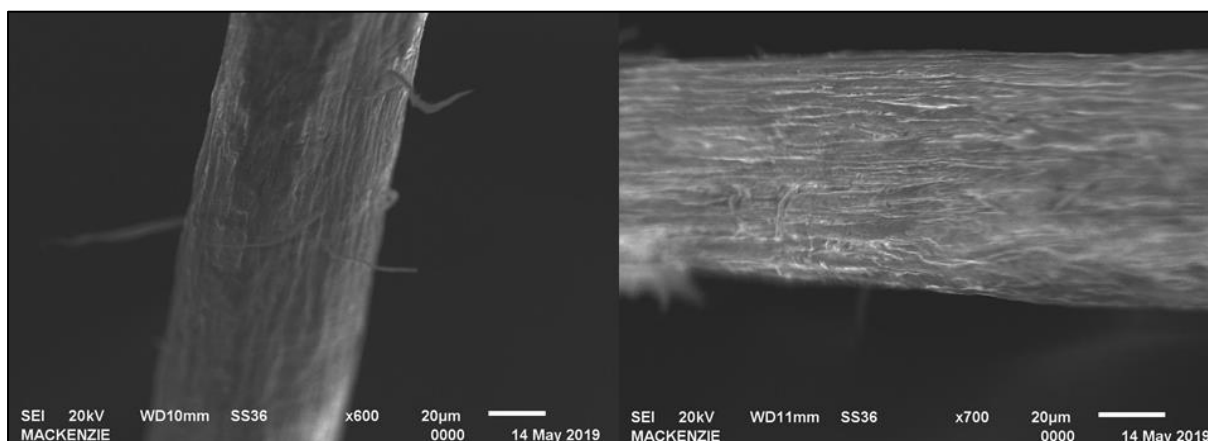


Figura 7 – Cabelo após descoloração tratado com máscara capilar com sericina a 1,5% (C4) (aumento = 600x e 700x) (FONTE: OS AUTORES)

A Figura 8 mostra a imagem da haste capilar C5. A imagem revela uma diminuição considerável da rugosidade cuticular, além do alinhamento da fibra, transmitindo um aspecto de selagem superficial da haste fibrosa.

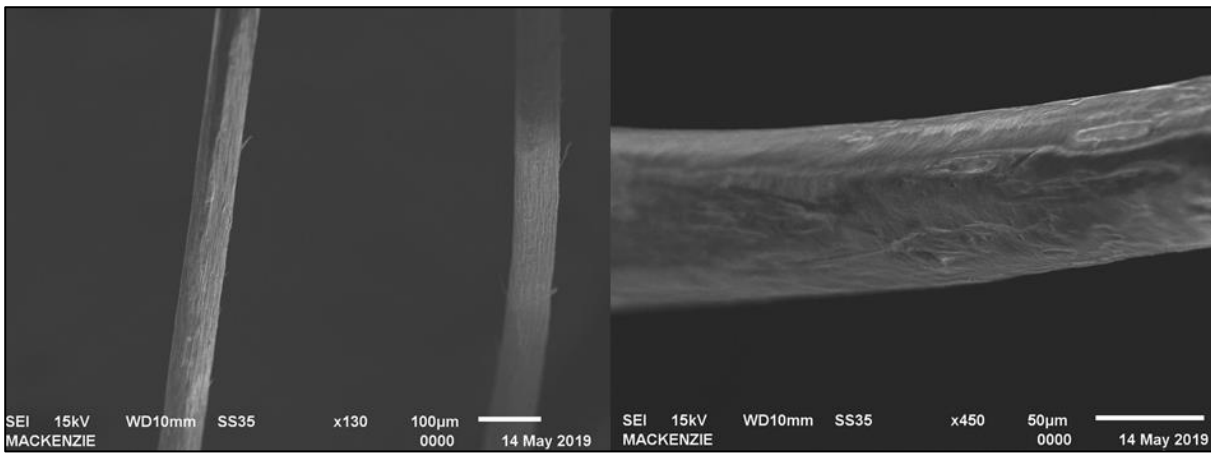


Figura 8 – Cabelo após descoloração tratado com máscara capilar com sericina a 3,0% (C5) (aumento = 130x e 450x) (FONTE: OS AUTORES)

Na Figura 9 a haste capilar C6. É notável a diminuição de cutículas saltadas na proximidade das pontas dos fios (imagem à esquerda); e a redução de sulcos e rugosidade da fibra (imagem à direita), sugerindo uma selagem cuticular eficaz.

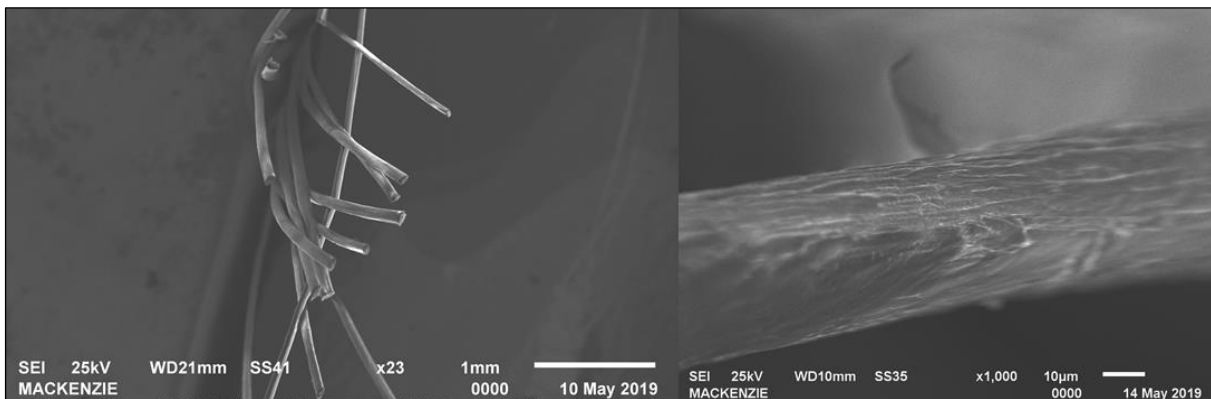


Figura 9 – Cabelo após descoloração tratado com máscara capilar com sericina a 4,5% aumentado 23x e 1000x (FONTE: OS AUTORES)

3.2.3 VERIFICAÇÃO DA EFICÁCIA DA MÁSCARA CAPILAR (AUMENTO DA RESISTÊNCIA À TRAÇÃO)

Por meio da análise de ensaio de tração (tensaio) é possível obter a força necessária para o rompimento total dos fios, o módulo elástico dos fios e o percentual de alongamento do fio até o rompimento do mesmo. Esses valores têm relação com a queratina do cabelo, já que a queratina atribui ao cabelo alta estabilidade à degradação do fio por deformação mecânica e outros diversos fatores (SANTOS, 2017).

São citados dois tipos de queratina presentes no cabelo, a cristalina e a amorfa, sendo observados em 30 e 70% respectivamente. A classe amorfa são peptídeos de conformação não definida, já a classe cristalina é constituída por α -queratina (α -hélice) e β -queratina (β -folha) (Figura 26). Atribui-se a α -queratina a responsabilidade pela sustentação e flexibilidade do fio (SANTOS, 2017).

Exatamente pela responsabilidade da α -queratina em relação à flexibilidade do fio, o processo de rompimento do fio ocorre em decorrência à transformação da conformação da mesma. Conforme ocorre o alongamento do fio, as α -hélice se rearranjam e uma conformação β -folha surge. O rearranjo envolve quebra de ligações covalentes, pontes de hidrogênio, forças de Van der Waals, entre outros (ROBBINS, 2002).

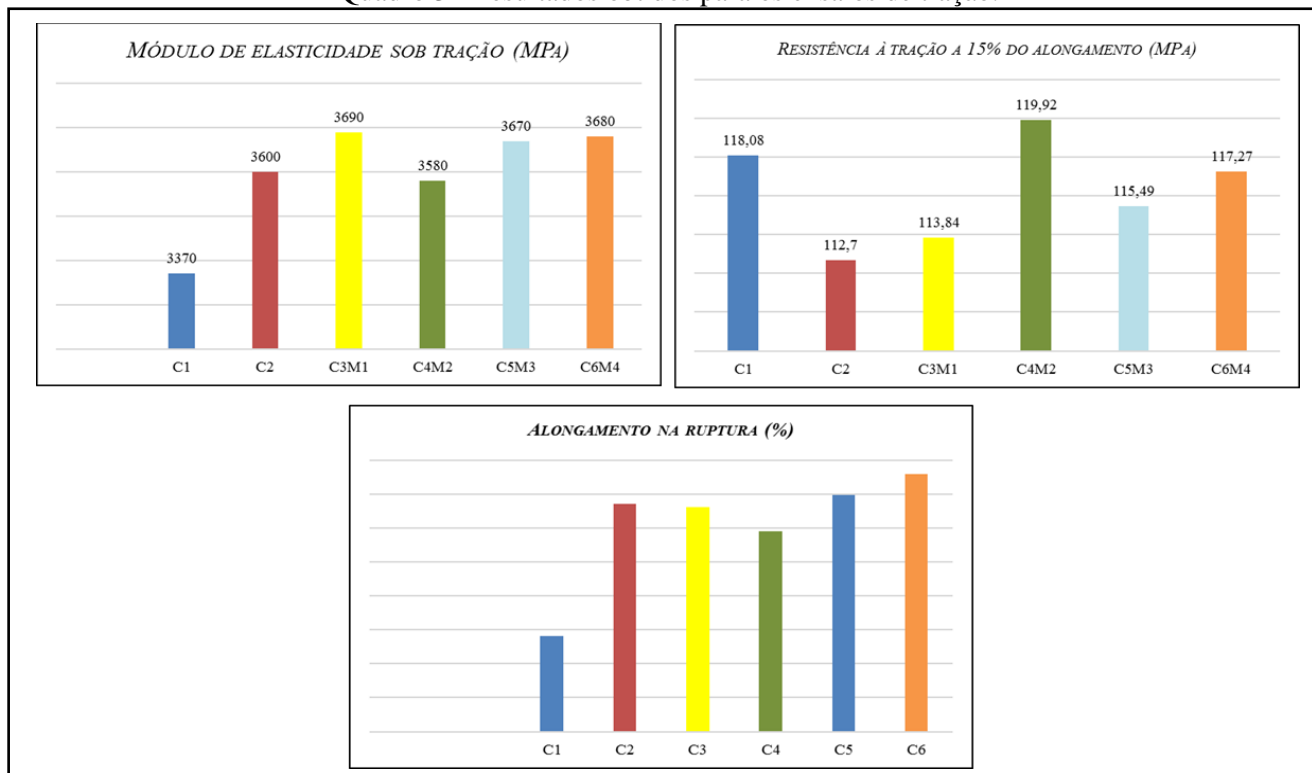
O processo de rompimento do fio ocorre em três estágios. O primeiro refere-se ao momento em que o fio foi esticado em um modo que a conformação α -hélice ainda consiga retornar para a sua conformação inicial. Podendo fazer-se uma relação com uma mola, onde a mola estica, porém ao solta-la há o retorno da forma helicoidal. O segundo refere-se ao momento em que há a transformação da conformação de α -hélice para β -folha, e não há mais como haver o retorno para a forma helicoidal. O terceiro refere-se ao momento em que o fio se rompe (ROBBINS, 2002).

Os resultados das análises de tensão versus deformação são obtidos por meio do módulo de Young (também conhecido como módulo elástico), que envolve a aplicação de uma determinada força em uma determinada área. Quanto maior o módulo de Young, mais rígido é o fio e quanto menor mais elástico. (ROBBINS, 2002).

As condições adotadas para os ensaios foram: velocidade: 15mm/min; extensão: 100%; força: 2000N; tamanho do fio: 30mm.

Os resultados obtidos estão apresentados nos Quadro 3.

Quadro 3 –Resultados obtidos para os ensaios de tração.



Por meio dos resultados é possível perceber uma queda de 10% na força necessária para o rompimento da mecha C2 em relação a C1. E um aumento de força das mechas tratadas em relação a C2, sendo a C4 o com o melhor desempenho, a C6 em segundo e a C5 terceiro. A força necessária para romper a mecha C3 foi a menor de todas.

Em relação à porcentagem em que o cabelo foi estendido até a seu rompimento, mostra que a mecha C2 tem uma extensão maior em relação ao seu tamanho, do que a C1. Isso acontece, pois, no cabelo descolorido algumas ligações dissulfetos e pontes de hidrogênio são quebradas no momento da descoloração, o que permite um maior alongamento dos fios. A porcentagem de extensão dos cabelos tratados em relação ao cabelo descolorido mostra que a mecha C3, manteve a porcentagem; a mecha C4 diminuiu a porcentagem; a mecha C5 manteve o resultado e a mecha C6 de sericina aumentou a porcentagem.

3.2.4 DETERMINAÇÃO DA PORÇÃO MÁSSICA DOS FIOS

Após uma semana das amostras no dessecador, elas foram retiradas e pesadas novamente. As amostras: C0, C1, C3, C4, C5 e C6 obtiveram um peso igual a 0,029g, perdendo portando 0,002g em água e a amostra C2 obteve um peso igual a 0,030g, tendo uma perda de 0,001g em água.

3.2.5 DETERMINAÇÃO DA UMIDADE DOS FIOS

A determinação de umidade foi realizada a 125°C, por um tempo de 10 minutos. A tabela 4 apresenta os resultados obtidos.

Tabela 4 – Teor de umidade (%) das mechas capilares pós tratamento utilizando máscara capilar. (FONTE: OS AUTORES)

<i>MECHA CAPILAR</i>	<i>MÁSCARA CAPILAR UTILIZADA NO TRATAMENTO</i>	<i>% UMIDADE OBTIDA</i>
C1	Sem tratamento	10,60%
C2	Sem tratamento	7,10%
C3	M1	8,30%
C4	M2	8,90%
C5	M3	8,20%
C6	M4	9,40%

Há uma perda de umidade do cabelo descolorido em relação ao cabelo virgem de aproximadamente, 3%. Entre as mechas tratadas em relação ao cabelo descolorido, todas as amostras aumentaram a porcentagem de umidade. Apresentando uma variação de aproximadamente 1% nas mechas tratadas com máscara branca e máscara com 3,0% de sericina; 2% nas mechas tratada com máscara com 1,5% de sericina e com 4,5% de sericina.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através dos resultados dos testes de estabilidade, em todos os quesitos analisados, verifica-se que a estabilidade do processo é satisfatória, atendendo à solicitação da ANVISA referente à produção cosmética da máscara de reconstrução capilar.

Devido a sericina ter afinidade sobre a queratina do cabelo, foi proposto que nos testes das mechas de tratamento com o ativo de sericina, os valores sejam mais parecidos e ou próximos com os valores do cabelo virgem, do que com o do cabelo descolorido. Isso comprovaria que houve uma reposição mássica nos fios, tanto nos testes de tensão como no teste realizado no dessecador.

Para o teste de tração (tensaio), foi comprovado que houve interação da sericina com o fio de cabelo, já que os resultados obtidos em relação às forças necessárias para o rompimento dos fios das mechas tratadas foram maiores que a da mecha descolorida, apresentando um melhor desempenho na amostra C4; sendo submetido ao tratamento de máscara com 1,5% do ativo de sericina.

Em relação à porcentagem de umidade nos fios, era esperado que a umidade do cabelo virgem e as das mechas tratadas fossem maiores que a do cabelo descolorido, essa informação foi confirmada com os testes.

Os resultados demonstrados a partir da análise do MEV representam as alterações na superfície cuticular. Conforme a concentração do ativo de sericina é aumentada nas amostras aplicadas no cabelo existe uma diminuição de rugosidade da fibra, onde também ocorrem em ordem de proporcionalidade a redução de cutículas abertas e lascas fibrosas.

Reunindo todos os resultados, pode-se concluir que há interação da sericina com a queratina do cabelo, atribuindo à interação as melhoras que ocorreram nas propriedades capilares. É proposta a utilização da concentração do ativo de sericina a 1,5%, pois apresentou os melhores desempenhos perante aos resultados.

5 REFERÊNCIAS

ANVISA. Guia de Estabilidade de Produtos Cosméticos / Agência Nacional de Vigilância Sanitária. -- 1. ed. -- Brasília: ANVISA, 2004. 52 p.; Série Qualidade em Cosméticos; v.1 (ISBN 85-88233-15-0) I. Séries Temáticas. II. Cosméticos.

DAWBER, R; NESTE, D.V. **Doenças do Cabelo e do Couro Cabeludo**. SP: Manole, 1996.

DIA-STRON. **Hair Fibres**. Disponível em: <<https://www.diastron.com/personal-care/hair-fibres/>>. Acessado em 06 de Maio de 2019.

DIA-STRON. **Tensile**. Disponível em: < <https://www.diastron.com/testing-solutions/tensile/>>. Acessado em 06 de Maio de 2019.

GEHAKA. **Analizador de Umidade Halógeno IV 3000. Determina teores de umidade ou sólidos totais com rapidez e precisão**. S.D. Disponível em: <http://www.avanciniequipamentos.com.br/uploads/produtos/39_7.pdf> Acessado em: 22 de Maio de 2018

GUTERRES, S. S.; POHLMANN, A. R.; BECK, R.C.R.; JORNADA, D. S.; SANTOS, J. S. **Método para prevenir a perda de coloração do cabelo tingido**. P.P. BR 102016004616-5 A2. Petição 870160007228, de 01/03/2016. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/170217/001053391.pdf?>> Acessado em: 20 de Novembro de 2018

HALAL, Jonh. **Tricologia e a química cosmética capilar**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

KATO, N.; SATO, S; YAMANAKAM A.; YAMADA, H.; FUWA, N.; NOMURA, M. **Silk protein, Sericin inhibits lipid peroxidation and tyrosinase activity**. Biosci. Biotechnol. Biochem. V.62 (1), 1998

L'ORÉAL PARIS - PROFESSIONNEL INSTITUTO. **Curso de Cabelereiro. Módulos VI e VII**. Manual do Aluno. S.L., S.D.

MARCELINO, A. G. **Desenvolvimento tecnológico da extração da sericina e preparação de nanopartículas para aplicação em cosméticos**. Tese de mestrado, FEQ, Universidade Estadual de Campinas – Campinas, 2008. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=000436115>. Acesso em: 10 de setembro de 2018.

ROBBINS, C. R. **Chemical and physical behavior of human hair**. 4. ed. New York: Springer-Verlag, 2002. 483. P. 5-9, 45, 135, 389.

VLAB. **Dessecador**. 06 de Dezembro de 2012 Disponível em:

<<http://www.vidrariadelaboratorio.com.br/dessecador/>> Acesso em: 21 de Maio de 2019.

WEI, G., BHUSHAN, B., TORGERSON, P. M. **Nanomechanical characterization of human hair using nanoindentation and SEM.** Ultramicroscopy, 105(1), 248-266, 2005.