



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE CARAÚBAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
CURSO DE INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

ALEXSANDRA DA SILVA COSTA

**ANALISAR O EFEITO DA QUITOSANA PARA MINIMIZAR AS
CONSEQUÊNCIAS CAUSADAS PELA QUÍMICA CAPILAR**

CARAÚBAS

2022

ALEXSANDRA DA SILVA COSTA

**ANALISAR O EFEITO DA QUITOSANA PARA MINIMIZAR AS
CONSEQUÊNCIAS CAUSADAS PELA QUÍMICA CAPILAR**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharela em Ciência e Tecnologia.

Orientador: Prof. Dra. Guymmann Clay Da Silva

CARAÚBAS

2022

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei n° 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei n° 9.610/1996. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

C837 Costa, Alessandra da Silva.
ANALISAR O EFEITO DA QUITOSANA PARA MINIMIZAR
AS CONSEQUÊNCIAS CAUSADAS PELA QUÍMICA CAPILAR /
Alessandra da Silva Costa. - 2022.
46 f. : il.

Orientadora: Guymann Clay Silva.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
Tecnologia, 2022.

1. Fibra Capilar. 2. Tratamento Capilar. 3.
Procedimentos Químicos. 4. Microscopia Ótica. I.
Silva, Guymann Clay, orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo autor(a).
Biblioteca Campus Caraúbas
Bibliotecária: Dalvanira Brito Rodrigues
CRB: 15/700

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da Instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

ALEXSANDRA DA SILVA COSTA

**ANALISAR O EFEITO DA QUITOSANA PARA MINIMIZAR AS
CONSEQUÊNCIAS CAUSADAS PELA QUÍMICA CAPILAR**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como
requisito para obtenção do título de
Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Defendida em: 13 / 06 / 2022.

BANCA EXAMINADORA

**Guymmann Clay
da Silva**

Assinado digitalmente por Guymmann Clay da Silva
CPF: 040.400.000-00
Email: guymmann@ufersa.edu.br
Brasil: Eu sou o autor deste documento
Localização: na localização da assinatura aqui
Data: 2022.06.14 12:12:22-03'00'
Font: PDF Reader Versão: 11.2.1

Prof. Dra. Guymmann Clay da Silva (UFERSA)

Presidente

**Rejane Ramos
Dantas**

Rejane Ramos Dantas
2022.06.14 11:05:
18-03'00'
11.2.1

Prof. Dra. Rejane Ramos Dantas (UFERSA)

Membro Examinador

**EDNA LUCIA
DA ROCHA
LINHARES**

Digitally signed by EDNA LUCIA DA
ROCHA LINHARES DN: cn=EDNA LUCIA DA
ROCHA LINHARES, o=UFERSA,
c=Brasil, email=edna@ufersa.edu.br,
serial=00000000, cn=EDNA LUCIA DA
ROCHA LINHARES, c=BR,
Reason: I am the author of this document
Location: UFERSA
Date: 2022.06.14 08:02:29
Font: Reader Version: 11.2.1

Prof. Dra. Edna Lucia da Rocha Linhares (UFERSA)

Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus por trilhar meus caminhos e pela força que me deu para enfrentar essa longa jornada.

Aos meus pais Socorro e Sebastião por serem minha base, que sempre se esforçaram para me proporcionar um ensino de qualidade. As minhas irmãs Amanda e Alana que me ajudaram a deixar essa caminhada mais leve e torceram pelo meu sucesso. Ao meu noivo Johab pelo companheirismo, por me acompanhar durante toda trajetória do curso e não mediu esforços para me ajudar a chegar onde estou hoje.

Às minhas tias irmãs Juliana e Danielle por todo o apoio prestado e por sempre acreditarem que eu seria capaz.

Agradecer a todos os funcionários da UFERSA - Campus Caraúbas, os técnicos do laboratório Joe e Wagner, que me auxiliaram no decorrer da pesquisa. A professora Adiana que foi uma pessoa fundamental para o desenvolvimento do trabalho.

Agradeço em especial a minha orientadora Guymmann Clay, na qual possuo uma grande admiração, sem seus ensinamentos a pesquisa não seria possível. Agradeço pela atenção, paciência e por fazer do meu trabalho uma experiência positiva.

Agradeço a minha cabelereira Didi, por nos doar o objeto necessário para a execução do projeto. Ao professor Zilvam Melo por nos disponibilizar o material para o estudo.

Aos meus familiares e amigos que me incentivaram e se fizeram presentes ao longo da minha caminhada, transmitindo positividade e afeto.

Agradeço a banca examinadora Edna Rocha e Rejane Dantas pelo tempo disponibilizados e contribuição para o engrandecimento do trabalho.

RESUMO

O cabelo serve como proteção para o couro cabeludo, mas a sociedade enxerga como principal função a estética e autoestima que os fios trazem. A procura por uma aparência bonita e por cosméticos capilares vem aumentando em grande proporção. Os procedimentos químicos realizados nos cabelos, principalmente alisamento, descoloração e tonalização, acarretam danos que por muitas vezes são irreversíveis. A quitosana é um polímero biocompatível e adere aos fios formando um filme de proteção. O estudo tem finalidade de avaliar de forma qualitativa o efeito da quitosana na cutícula capilar. Utilizou-se uma solução de quitosana com tempo de ação de 24 horas e 1 semana para avaliar a formação da película em períodos diferentes. As madeixas passaram por um teste extremo, para simular um cabelo que sofreu com a exposição excessiva de procedimentos capilares, elas foram submetidas a descoloração, tonalização, alisamento e exposição ao calor. Os tipos de cabelos usados foram: liso natural, ruivo cacheado e com alisamento. Após os testes as mechas foram avaliadas e caracterizadas através da microscopia ótica. O tempo de ação de 24 horas apresentou melhores resultado em relação à maciez e aderência do filme, comparado ao tempo de ação de 1 semana, que se mostrou melhor para cabelos que procuram uma descoloração maior. Os resultados foram satisfatórios, pois as mechas tratadas com a solução ácida de quitosana apresentaram um toque mais suave e macio, penetrando assim na camada cuticular. Observou-se também a formação de um filme e a aderência ao fio, deste modo, causando um beneficiamento das cutículas tratadas com quitosana. A microscopia ótica mostrou a aderência e penetração do filme as cutículas, mas não um método de caracterização conclusivo.

Palavras-chave: Fibra capilar, tratamento capilar, procedimentos químicos, microscopia ótica.

ABSTRACT

Hair serves as protection for the scalp, but society sees the aesthetics and self-esteem that it brings as its main function. The demand for a beautiful appearance and for hair cosmetics has been increasing in great proportion. Chemical procedures performed on hair, mainly straightening, bleaching and toning, cause damage that is often irreversible. Chitosan is a biocompatible polymer and adheres to the hair forming a protective film. The study aims to qualitatively evaluate the effect of chitosan on the hair cuticle. A chitosan solution with an action time of 24 hours and 1 week was used to evaluate the film formation at different times. The locks underwent an extreme test, to simulate hair that suffered from excessive exposure to hair procedures, they were subjected to bleaching, toning, straightening and exposure to heat. The types of hair used were: natural straight, red curly and with straightening. After the tests, the locks were evaluated and characterized by optical microscopy. The action time of 24 hours showed better results in terms of softness and adhesion of the film, compared to the action time of 1 week, which was better for hair looking for greater discoloration. The results were satisfactory, as the strands treated with the acid chitosan solution had a softer and softer touch, thus penetrating the cuticular layer. It was also observed the formation of a film and adherence to the thread, thus causing an improvement in the cuticles treated with chitosan. Optical microscopy showed adhesion and penetration of the film to the cuticles, but not a conclusive characterization method.

Keywords: Hair fiber, hair treatment, chemical procedures, optical microscopy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Estrutura Capilar.	16
Figura 2: Seção Transversal dos cabelos: (1) asiático, (2) caucasiano e (3) africano.	19
Figura 3: Reação de oxidação/redução da Cisteína.	20
Figura 4: Simulação da atração entre quitosana e cabelo.	21
Figura 5: Tipos de cabelos analisados.	24
Figura 6: Esquema de titulação condutimétrica.	25
Figura 7: Aplicação da solução de quitosana nas mechas.	26
Figura 8: Fluxograma aplicação da quitosana.	27
Figura 9: Fluxograma para realização do teste.	28
Figura 10: Preparação das amostras para análise.	30
Figura 11: Curva de titulação condutimétrica em função do volume NaOH.	31
Figura 12: Observação do Protótipo, onde: (a) cabelo 1, (b) cabelo 2 e (c) cabelo 3.	33
Figura 13: Amostras em processo de descoloração.	34
Figura 14: Curva de aplicação de carga versus alongamento do fio humano.	35
Figura 15: Amostras após teste extremo, onde: (a) SQ-1; (b) SQ-2; (c) SQ-3; (d) CQ24-1; (e) CQ24-2; (f) CQ24-3; (g) CQS-1; (h) CQS-2 e (i) CQS-3.	36
Figura 16: Cabelo 1. Visualização microscopia ótica com ampliação de: 200x (a) SQ-1; (b) CQ24-1; (c) CQS-1 e 500x (d) SQ-1; (e) CQ24-1; (f) CQS-1.	38
Figura 17: Cabelo 2. Visualização microscopia ótica com ampliação de: 200x (a) SQ-2; (b) CQ24-2; (c) CQS-2 e 500x (d) SQ-2; (e) CQ24-2; (f) CQS-2.	40
Figura 18: Cabelo 3. Visualização microscopia ótica com ampliação de: 200x (a) SQ-3; (b) CQ24-3; (c) CQS-3 e 500x (d) SQ-3; (e) CQ24-3; (f) CQS-3.	42

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Equipamentos utilizados.....	22
Quadro 2: Reagentes utilizados.	23
Quadro 3: Especificações das madeixas.....	24
Quadro 4: Grupo de Controle e suas respectivas abreviações.....	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Resultado dos cálculos de titulação condutimétrica da solução de quitosana.....	32
---	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	15
2.1 OBJETIVO GERAL	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3. REFERENCIAL TEÓRICO	16
3.1 ESTRUTURA CAPILAR.....	16
3.1.1 Cutícula	16
3.1.2 Córtex	17
3.1.3 Medula	17
3.1.4 Complexo de membrana celular	17
3.1.5 Principal Componente Capilar	17
3.2 TIPOS DE CABELO	18
3.3 DESCOLORAÇÃO	19
3.4 ALISAMENTO	19
3.5 QUITOSANA	20
4. METODOLOGIA.....	22
4.1 MATERIAIS E REAGENTES.....	22
4.2 CABELOS	23
4.3 PREPARAÇÃO DE MECHAS	24
4.4 GRAU DE DESACETILAÇÃO DA QUITOSANA.....	25
4.5 PREPARAÇÃO E APLICAÇÃO DA QUITOSANA.....	25
4.5.1 Preparação da Solução de Quitosana	25

4.5.2	Aplicação da Quitosana	26
4.5.3	Tempo de Ação	26
4.6	TESTE EXTREMO	27
4.7	MÉTODO DE ANÁLISE DE MICROSCOPIA ÓTICA	29
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	31
5.1	GRAU DE DESACETILAÇÃO.....	31
5.2	APLICAÇÃO DA QUITOSANA	32
5.2.1	Protótipo	32
5.3	ANÁLISE DE TESTE	33
5.4	MICROSCOPIA ÓTICA	37
6.	CONCLUSÕES.....	44
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45

1. INTRODUÇÃO

O cabelo tem a função de proteger o couro cabeludo contra as trocas de calores, mas ao longo da história sua importância foi reduzida a estética. As madeixas têm importância no fator psicológico por está diretamente ligada à autoestima (STAVALE, 2018). Desde a antiguidade os cabelos apresentam simbologias, mas a arte dos cuidados capilares se deu no início do século II a.C. (KÖHLER, 2011).

A preocupação com a busca da beleza tem aumentado o setor cosmético, consequentemente os investimentos nesta área atraem cada vez mais retorno. E os setores de pesquisas e tecnologias estão sendo cada vez mais procurados (COLENCI, 2017). Segundo Mendonça (2021), o Brasil ocupa a quarta posição no ranking global de vendas de produtos para o tratamento capilar. Um aumento de 10,7 % em relação ao ano de 2015.

Atualmente, no mercado existe uma gama de produtos para cabelo, incluindo alisamentos, descoloração, coloração e tratamentos. Franquilino (2019) aponta que tinturas capilares estão presente em 51,4 % dos lares brasileiros e que mudar a cor do cabelo vai além da autoestima, mas expressão da personalidade.

A indústria de cosméticos vem trazendo revoluções no mercado brasileiro, com a diversidade de produtos para o embelezamento dos cabelos. Com a variedade de alisantes aumentou cada vez mais a procura desta técnica, para a estética ou até mesmo a maleabilidade (VARELA, 2007).

Um polímero natural vem sendo bastante utilizado e estudado na aplicação de cosméticos, a quitosana (COLENCI, 2007). Este copolímero biodegradável, tem inúmeras aplicações na biotecnologia, farmacêutica e na indústria. As principais características que atraem seu emprego são: não tóxico, biodegradável, biocompatível e propriedades antibacterianas (LIMA, 2015).

A falta de cuidados, o uso indiscriminado de procedimentos químicos e térmicos nos cabelos acarretam um grande problema em relação a saúde e a qualidade do fio, tendo como consequências: aumento da porosidade, quebra, corte químico e queda (SANTOS, 2017; VARELA, 2007).

Os danos causados por estes processos mexem muito com a autoestima das pessoas. O cabelo por ser amorfo, ainda não é conhecido um produto ou procedimento que volte a estrutura natural depois de perder a qualidade do fio. Os profissionais de beleza estão cada vez mais preocupados em diminuir esses efeitos (COLENCI, 2007).

O estudo visa a utilização da quitosana na proteção capilar devido a sua facilidade a aderência. Desta forma, a quitosana formará uma fina película para envolver o fio, evitando que os agentes agressores causem danos a cutícula e ao córtex. Assim o cabelo não irá perder seus nutrientes e aminoácidos, garantindo a qualidade do pelo. Portanto, é importante os estudos das técnicas de implantação da quitosana no tratamento capilar (COLENCI, 2007).

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar de forma qualitativa o efeito da quitosana na cutícula capilar.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

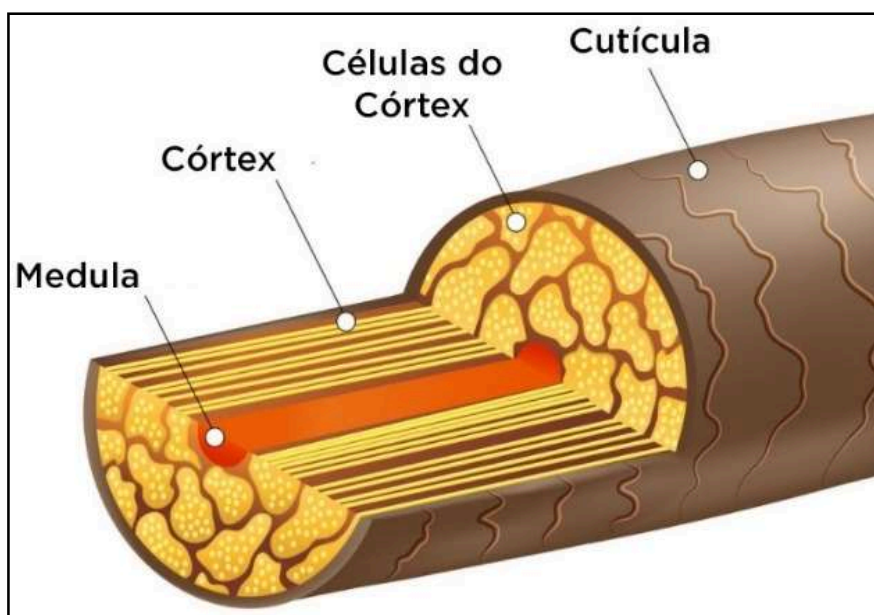
- Comparar o período de ação da quitosana em três tipos diferentes de cabelo (liso natural, ruivo cacheado natural e cabelo com alisamento);
- Analisar a formação da película de quitosana e aderência ao fio;
- Verificar os efeitos de proteção da quitosana;
- Submeter os três tipos de cabelos com e sem quitosana à técnica de Microscopia Ótica.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 ESTRUTURA CAPILAR

A fibra capilar é um polímero natural constituído por junções de aminoácidos, que são formadas por três camadas: cutícula, córtex e medula (SANTOS, 2016). Como mostra a Figura 1. Existe um componente secundário denominado: complexo de membrana celular (COLENCI, 2007).

Figura 1: Estrutura Capilar.



Fonte: Google Imagens (2022).

3.1.1 Cutícula

A cutícula é formada pelas sobreposições de células proteicas, são responsáveis pelo brilho e maciez, como também é o local onde se depositam a sujeira, sua extensão é da raiz até as pontas, as mesmas são translúcidas e livres de coloração. Têm como função regular a entrada e saída de água e de outros componentes. Pode ser subdividida em três partes, a camada mais externa, Camada A, a intermediária, exocutícula, a endocutícula é a mais interna, suas resistências são associadas à quantidade de cistina presente nas suas ligações, quanto maior, mais resistentes, possuem aproximadamente 30%, 15% e 3%, respectivamente. Por ser a camada mais externa da fibra, está sujeita a danos físicos, químicos e mecânicos. Em virtude disso, sua principal função é proteger o córtex (DIAS, 2015; SILVA, 2018).

3.1.2 Córtex

A camada intermediária, o córtex, possui a maior quantidade de massa capilar, cerca de 90 % do peso, isso porque a grande parte é composta pela queratina, principal componente capilar, este fator contribui para que seja responsável pela resistência mecânica. Nele também é encontrado grãos de melanina, que determina a coloração do cabelo. Existem três tipos de células corticais: orto-corticais, para-corticais e meso-corticais, a forma dos seus agrupamentos é importante para definir o formato do fio. Os procedimentos de alisamento e descoloração acontecem no córtex, com formação ou quebra de ligações químicas dos aminoácidos (KÖHLER, 2011; LIMA, 2016).

3.1.3 Medula

A medula fica no centro da fibra, ao decorrer do fio sua presença é descontínua. As células que a constitui se degeneram rapidamente, formando espaços para bolhas de ar. Nos seres humanos sua função não é conhecida, porém nos animais ela ajuda na termorregulação (KÖHLER, 2011).

3.1.4 Complexo de membrana celular

Um dos principais constituintes secundários da fibra é o complexo de membrana celular, ele está responsável por aproximar as células do córtex as células da cutícula. Também promove a união as células cuticulares, para que as camadas da mesma fiquem agrupadas (STAVALE, 2018).

3.1.5 Principal Componente Capilar

Existem vinte e um tipos de aminoácidos-padrão com infinitas combinações diferentes para formação das proteínas capilares, o de maior quantidade é a cisteína, que quando oxidada forma a cistina (SILVA, 2018).

O principal componente da fibra capilar é a proteína queratina, mais especificamente a α -queratina, ela é formada pela cadeia polipeptídica, se difere das outras proteínas pelo seu alto teor de enxofre, formando assim as ligações dissulfeto (S-S) vindas da cistina. Essas ligações proporcionam alta resistência ao cabelo, grau de solubilidade na água e também o grau de ondulação do cabelo (COLENCI, 2007).

3.2 TIPOS DE CABELO

A cor natural do cabelo é definida pela melanina, existem a eumelanina, responsável pela coloração vermelho escuro a preto, e a feomelanina que dá a coloração amarela a vermelha, ela é mais resistente, por causa da maior quantidade de cisteína. As variações de coloração, dependem do percentual de cada uma delas presentes no cabelo: a coloração preta tem 99 % de eumelanina e 1 % de feomelanina; loiro e castanhos possuem 95 % de eumelanina e 5 % de feomelanina; os ruivos contem aproximadamente 67 % de eumelanina e 33 % de feomelanina (SANTOS, 2016).

Segundo Colenci (2007) a forma do cabelo é determinada pela sua seção transversal e o ângulo de crescimento. Existem 3 tipos diferentes: asiáticos, caucasianos e africanos.

- Asiáticos: possui um crescimento perpendicular ao couro cabeludo, suas fibras são mais grossas e a forma da sua seção é cilíndrica, assim, seu diâmetro é maior. São cabelos lisos e de coloração castanho escuro ao preto;
- Caucasiano: apresenta a maior diversidade, pois sua forma pode ser reta ou ondulada, o ângulo é oblíquo ao couro e suas fibras possuem o formato mais oval, a cor pode variar entre o loiro ao castanho escuro;
- Africano: são cabelos bastante ondulados, sua fibra tem o formato elíptico. A composição de aminoácidos difere dos outros em relação a quantidade dos átomos de enxofre, desta forma o cabelo sofre variações em relação a hidratação, distribuição da oleosidade natural e são mais vulneráveis a danos químicos e físicos. A cor varia entre castanho escuro e preto.

Esses tipos de cabelos estão ilustrados na Figura 2 que mostra o formato das seções transversais de cada fibra.

Figura 2: Seção Transversal dos cabelos: (1) asiático, (2) caucasiano e (3) africano.



Fonte: Colenci (2007).

3.3 DESCOLORAÇÃO

A descoloração é um processo estético que tem como finalidade clarear as mechas de cabelo envolvendo agentes oxidantes. O mecanismo de oxidação acontece no córtex, a água oxigenada (H_2O_2) ajuda dissolvendo a melanina parcialmente ou completo, isso vai depender do nível de descoloração necessária. O clareamento se intensifica quando os íons persulfatos presentes nos pós descolorantes ocupam os espaços onde antes era da melanina (SANTOS, 2017).

O pH dos clareadores variam entre 9,5 e 11, isto quer dizer que o meio é alcalino. Os danos causados na alteração da estrutura capilar pelo processo de clareamento são: cabelos fracos, elásticos, quebradiços e difíceis de pentear. A alcalinidade dos produtos causa a expansão das cutículas, consequentemente o córtex fica desprotegido, acarretando a dilatação na queratina (SANTOS, 2017).

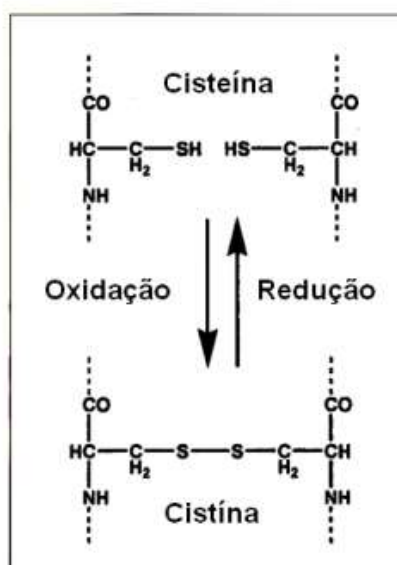
3.4 ALISAMENTO

O alisamento possui outras nomenclaturas usadas, as mais comuns são: “relaxamento” e “permanente”, esses processos são usados para alisar ou cachear os cabelos. O primeiro método foi feito no intuito de ondular os cabelos, no início século XX. Estes mecanismos podem ser feitos de forma temporária, pressionando uma fonte de calor contra o fio, ou permanente, com uso de produtos químicos. Os fios são danificados pela técnica porque as ligações químicas são rompidas, principalmente a ligação dissulfeto, causando: aumento da porosidade, perda da resistência do fio, danos na cutícula, resultando em perda de brilho e maciez (VIRELA, 2007).

No caso dos alisamentos temporários, são usadas técnicas físico-químicas para realizar o procedimento. O secador utiliza a umidade e calor, o cabelo deve ser previamente molhado, para que as ligações de hidrogênio sejam quebradas, acarretando a hidrólise da queratina, desta forma a estrutura é temporariamente aberta, então quando o calor do secador entra em contato com essa estrutura que não está fechada, o calor desidrata rapidamente, assim, deixando a haste do cabelo lisa. O alvo da prancha são as cutículas, ela funciona como uma prensa, achatando a haste, por isso, as células ficam mais alinhadas, proporcionando o aspecto liso e brilhoso. Mas quando o cabelo recebe a lavagem ou até mesmo só molhar, ele volta ao seu estado normal (DIAS, 2015).

Os alisantes atuam no córtex devido seu pH que fica entre 12 e 13, funcionando de três formas: a primeira ocorre a redução e quebra das ligações dissulfeto da cistina formando a cisteína, conforme a Figura 3, a segunda é a modelagem, com auxílio de uma prancha ou secador, para modelar o novo jeito da mecha e a terceira, neutralização, geralmente o produto usado é peróxido de hidrogênio, um agente ácido para equilibrar o pH. Esse procedimento é feito pelo alisante tioglicolato de amônia (COLENCI, 2017).

Figura 3: Reação de oxidação/redução da Cisteína.



Fonte: Dias (2015).

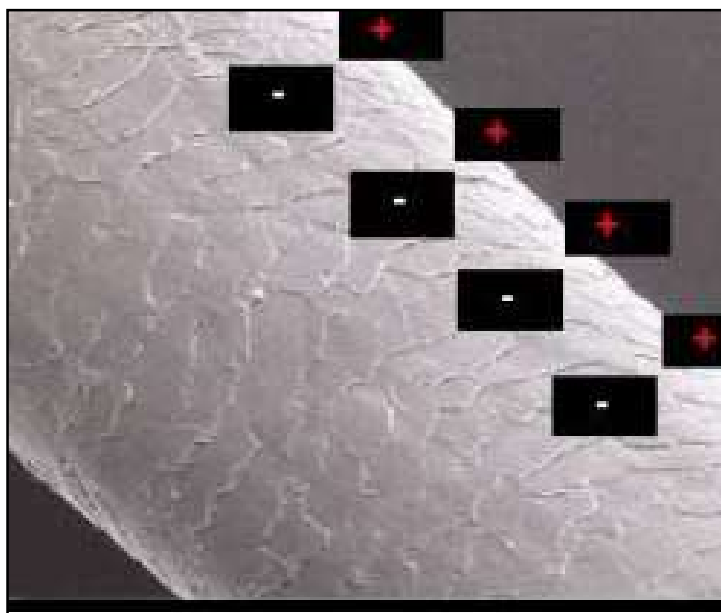
3.5 QUITOSANA

A quitosana é formada pela desacetilação da quitina, que é um dos polímeros de maior abundância na natureza. A quitina pode ser obtida a partir dos exoesqueletos dos crustáceos.

Em caráter físico-químico, a quitosana tem facilidade de formar géis, filmes e uma boa resistência mecânica. Ela é natural, biodegradável com importância ambiental e econômica (LIMA, 2015).

Devido ser um biopolímero natural, seu destaque no uso dos cosméticos deve-se a sua carga global ser positiva, por conta da protonação do número de grupo amino ($-\text{NH}_3^+$). O polímero catiônico acaba facilitando sua aderência no cabelo aniônico. Assim, uma atração entre as cargas e por consequência a formação de um filme sobre o fio (COLENCI, 2007). Como mostra na Figura 4.

Figura 4: Simulação da atração entre quitosana e cabelo.



Fonte: COLENCI (2007).

Os filmes de quitosana apresenta melhor estabilidade em alta umidade, desta forma os cabelos tratados com esse polímero apresentam menos carga estática, assim, proporcionando maior brilho aos fios (COLENCI, 2007).

Segundo Stavale (2018), os polímeros podem atuar em superfícies como alguns condicionadores, por serem catiônicos eles se depositam nos fios, neutralizando as cargas negativas da cutícula, consequentemente, diminuindo a carga eletrostática que causa o frizz, além de proporcionar melhor penteabilidade e uma textura mais agradável ao toque.

4. METODOLOGIA

Os testes foram realizados na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) – Campus Caraúbas, mais especificamente no Laboratório de Química Aplicada à Engenharia e Laboratório de Mecânica. Os equipamentos e reagentes foram disponibilizados pela UFERSA para realização do estudo. O Quadro 1 e Quadro 2 listam os materiais utilizados para execução do processo.

4.1 MATERIAIS E REAGENTES

Quadro 1: Equipamentos utilizados.

Equipamento	Fabricante
Condutivímetro	MS Tecnopon Instrumentação – mCA 150
Agitador Mecânico	Edutec – EEQ-9034
Agitador Magnético	Quimis – 0261M23
Balança Analítica	Shumadzu – AUY220
Microscópio Ótico	Nikon – Eclipse MA100N
Secador	Taiff – New Smart
Chapinha	Taiff – Cerâmica

Fonte: Autoria (2022).

Quadro 2: Reagentes utilizados.

Reagentes	Fabricante
Hidróxido de Sódio P.A. (97%)	Vetec
Ácido Acético P.A. (99,7%)	Impex
Ácido Clorídrico P.A. (37%)	Qhemis
Quitosana em Pó	Polymar
Alisante Tioglicolato de Amônia	Sfera
Neutralizante	Sfera
Água Oxigenada cremosa vol.30	Farmax
Pó Descolorante	Max Blond
Tonalizante	Duty Color

Fonte: Autoria (2022).

4.2 CABELOS

Neste trabalho foram utilizadas três amostras de cabelos diferentes: liso natural, ruivo cacheado natural e com alisamento, respectivamente como mostra na Figura 5, eles foram doados por uma cabelereira que conhecia todo o histórico capilar.

Figura 5: Tipos de cabelos analisados.

Fonte: Autoria (2022).

4.3 PREPARAÇÃO DE MECHAS

As madeixas foram separadas e organizadas a partir da cor, formato e naturalidade (Figura 5). Essas foram enumeradas, a fim de facilitar a identificação, como mostra o Quadro 3.

Quadro 3: Especificações das madeixas.

NÚMERO	COR	FORMATO	NATURAL
1	Loiro Escuro	Liso	Sim
2	Ruivo	Cacheado	Sim
3	Castanho	Liso	Não

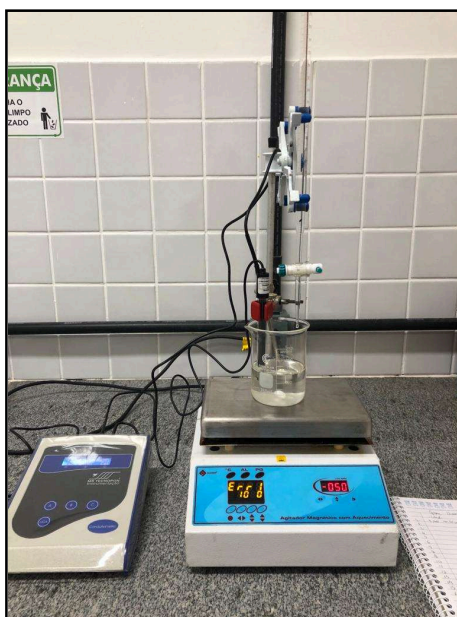
Fonte: Autoria (2022).

4.4 GRAU DE DESACETILAÇÃO DA QUITOSANA

Segundo Fernandes (2009), o grau de desacetilação pode ser feita a partir da técnica condutimétrica, pela extrapolação das curvas da condutividade. O processo foi adaptado e realizado da seguinte maneira: foi preparado 100 ml de uma solução 0,05 M de ácido clorídrico (HCl). Foi retirado 40 ml dessa solução e misturada a 0,2073 g de quitosana. A mistura permaneceu sob agitação por 20 horas por um agitador mecânico.

Após esse período, adicionou-se 100 ml de água destilada a solução. Depois, foi usado um agitador magnético e o condutivímetro para averiguar os dados da condutividade ao ser titulada com uma solução previamente padronizada de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1463 M. A condutividade e a temperatura foram medidas a cada 1 ml da solução básica à solução de quitosana, como ilustra a Figura 6.

Figura 6: Esquema de titulação condutimétrica.



Fonte: Autoria (2022).

4.5 PREPARAÇÃO E APLICAÇÃO DA QUITOSANA

4.5.1 Preparação da Solução de Quitosana

O procedimento usado para a preparação da solução de quitosana foi adaptado do método de membranas de quitosana feito por Silva, (2017), com concentração de 10 g/L de quitosana.

Iniciou-se pela preparação de 100 ml de uma solução de ácido acético a 2 %, depois foi pesado na balança analítica 1,0024 g de quitosana em pó. Em seguida, foram misturados em um agitador mecânico com duração de 24 horas para total dissolução.

4.5.2 Aplicação da Quitosana

4.5.2.1 Protótipo

Primeiramente foi usado uma pequena fração dos 3 tipos de amostras, elas foram subdivididas para que uma parte fosse aplicada a solução e a outra permanecesse na forma natural. Após a aplicação elas tiveram um tempo de secagem por 24 horas. Em seguida, foi adicionada a cada amostra 5 ml de água destilada, elas tiveram um tempo de descanso de 24 horas para que houvesse uma secagem de forma natural. Como ilustra na Figura 7.

Figura 7: Aplicação da solução de quitosana nas mechas.

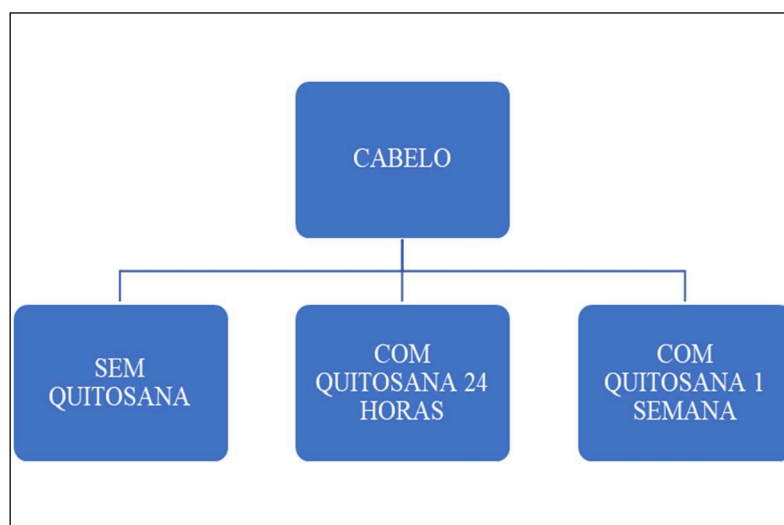


Fonte: Autoria (2022).

4.5.3 Tempo de Ação

Depois de retirar a amostra do protótipo, as mechas restantes foram divididas em três, a aplicação da solução foi feita na segunda e terceira parte. A segunda com o tempo de ação de 24 horas da solução e a terceira com tempo de ação da solução por 1 semana, como mostra a Figura 8.

Figura 8: Fluxograma aplicação da quitosana.

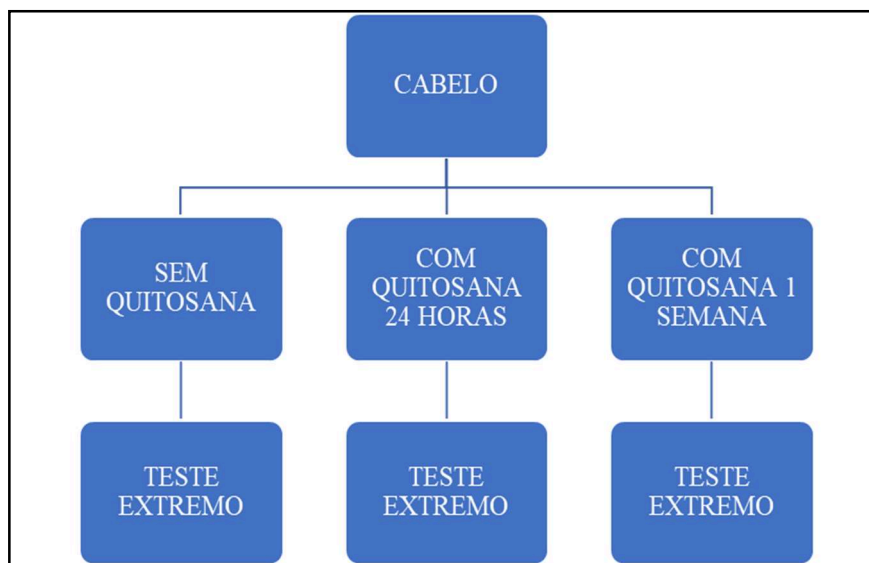


Fonte: Autoria (2022).

4.6 TESTE EXTREMO

O teste extremo foi desenvolvido para a pior hipótese de danos capilares. O objetivo era simular um cabelo que foi submetido a vários tipos de procedimentos químicos e físicos.

As amostras foram separadas e colocadas em Placas de Pétri, para realização dos ensaios, cada placa continha as especificações de cada tipo de mecha. O fluxograma mostrado na Figura 9 foi executado para cada tipo de cabelo.

Figura 9: Fluxograma para realização do teste.

Fonte: Autoria (2022).

O teste teve o início com a preparação da solução para ser realizado a descoloração, a proporção de pó descolorante e água oxigenada é de 1:2. Com auxílio de um pincel foi feita a aplicação e a mesma ficou agindo por 40 minutos. Depois, as mechas foram enxaguadas abundantemente, para não ficar resquícios de produto. Após o enxágue, com ajuda de um papel toalha, o excesso de água foi retirado para aplicação do tonalizante. O preparo foi conforme indicado no rótulo, foi pesado 10 g de tonalizante e adicionado 15 ml de água oxigenada, foi mexido até obter um composto homogêneo, a aplicação também teve um período de 40 minutos.

Posteriormente as madeixas tiveram um descanso de 24 horas, em seguida realizou-se a técnica de alisamento, o creme alisante de tioglicolato de amônia foi espalhado por toda a extensão do fio por 20 minutos. Seguidamente, houve um enxágue tirando o excesso de produto, logo uma solução neutralizante foi adicionada por 10 minutos. Depois da retirada do neutralizante, teve a simulação de uma secagem feita em salão. As amostras foram expostas ao secador durante 2 minutos, e completamente secas, a chapinha foi passada por 5 vezes, para intensificar o efeito dos procedimentos e testar a exposição ao calor. Para indentificação, as amostras foram separadas por grupos de controle e cada tipo recebeu uma abreviação, conforme o Quadro 4.

Quadro 4: Grupo de Controle e suas respectivas abreviações.

GRUPO	MECHAS	ABREVIACÕES	DESCRIÇÃO
SEM QUITOSANA	CABELO 1	SQ – 1	SEM QUITOSANA CABELO 1
	CABELO 2	SQ – 2	SEM QUITOSANA CABELO 2
	CABELO 3	SQ – 3	SEM QUITOSANA CABELO 3
COM QUITOSANA 24 HORAS	CABELO 1	CQ24-1	COM QUITOSANA 24 HORAS CABELO 1
	CABELO 2	CQ24-2	COM QUITOSANA 24 HORAS CABELO 2
	CABELO 3	CQ24-3	COM QUITOSANA 24 HORAS CABELO 3
COM QUITOSANA 1 SEMANA	CABELO 1	CQS – 1	COM QUITOSANA 1 SEMANA CABELO 1
	CABELO 2	CQS – 2	COM QUITOSANA 1 SEMANA CABELO 2
	CABELO 3	CQS – 3	COM QUITOSANA 1 SEMANA CABELO 3

Fonte: Autoria (2022).

4.7 MÉTODO DE ANÁLISE DE MICROSCOPIA ÓTICA

A princípio um fio de cada mecha testada foi colado com fita adesiva a uma placa de zinco para serem avaliadas no microscópio ótico (Figura 10). Isso foi necessário para melhorar o foco, já que o microscópio capta melhor estruturas planas.

Figura 10: Preparação das amostras para análise.



Fonte: Aatoria (2022).

Os fios eram posicionados contra a lente, iniciou-se a visualização com a ampliação menor e foi aumentada de forma gradativa até chegar na configuração desejada, o foco e a luz foram ajustados a fim de melhorar as ilustrações. Foram capturadas imagens com ampliação de 200 e 500 vezes, para serem analisadas.

Posteriormente, a caracterização qualitativa foi realizada para comparar o aspecto visual do fio e a maciez dele através do toque, pressionando levemente com os dedos, da raiz até as pontas, foi possível diferenciar a textura.

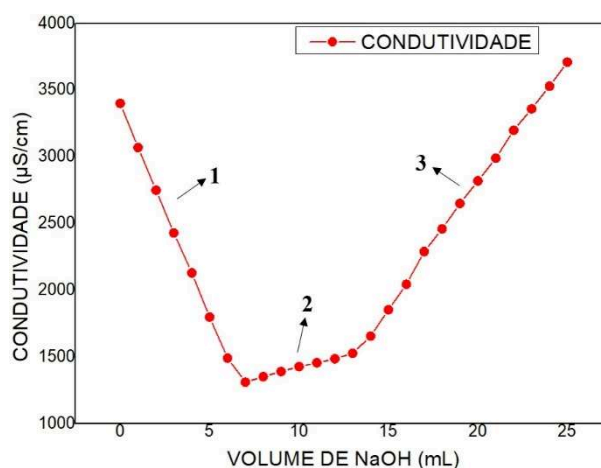
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Serão expostos os resultados sobre o grau de desacetilação da quitosana, determinando-se a pureza. A discussão sobre as análises feitas com as amostras com e sem aplicação de quitosana nos tipos de cabelo 1,2 e 3. Como também os efeitos da exposição a solução de quitosana em tempos distintos.

5.1 GRAU DE DESACETILAÇÃO

A Figura 11 mostra o gráfico da condutividade em função do volume de hidróxido de sódio (NaOH). Como pode ser visto a curva possui três regiões.

Figura 11: Curva de titulação condutimétrica em função do volume NaOH.



Fonte: Autoria (2022).

A região 1 corresponde ao volume de hidróxido de sódio (NaOH) necessário para neutralizar o excesso de íons H^+ que estão livres na amostra ácida de quitosana, provenientes do ácido clorídrico (HCl). A condutividade vai diminuindo devido a substituição dos íons H^+ , pelos íons Na^+ , isso acontece pela sua menor mobilidade. A região 2, indica a neutralização do grupo amino protonado ($-\text{NH}_2^+$) pelo consumo de NaOH. Pode-se observar que a condutividade vai aumentando, em detrimento dos íons Na^+ possuírem uma mobilidade maior que os íons ($-\text{NH}_2^+$) que estão sendo trocados. Já a região 3 apresenta o excesso de OH^- , causada pela solução titulante (SILVA, 2017).

Como mencionado anteriormente, Fernandes (2009) diz que o grau de desacetilação pode ser calculado pela extrapolação das retas mostradas na Figura 11, quando o percentual for maior que 50 % indica que é considerado quitosana. O cálculo foi realizado através da Equação 1 a seguir:

$$\% \text{ GD} = \frac{16,1 * [\text{base}] * (V_2 - V_1)}{m} \quad (\text{Equação 1})$$

% GD – grau de desacetilação;

16,1 – massa da parte desacetilada da quitosana, dividida por 100;

[base] – concentração da base titulante;

($V_2 - V_1$) – volume (mL) total usado para neutralização $V_{\text{NaOH, final}}$ e $V_{\text{NaOH, inicial}}$;

m – massa de quitosana.

A realização dos cálculos obteve um % GD = 74,10 %, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1: Resultado dos cálculos de titulação condutimétrica da solução de quitosana.

$m_{\text{quitosana}} \text{ (g)}$	$V_{\text{NaOH, inicial}} \text{ (mL)}$	$V_{\text{NaOH, final}} \text{ (mL)}$	% GD
0,2073	6,5807	13,1026	74,1045

Fonte: Autoria (2022).

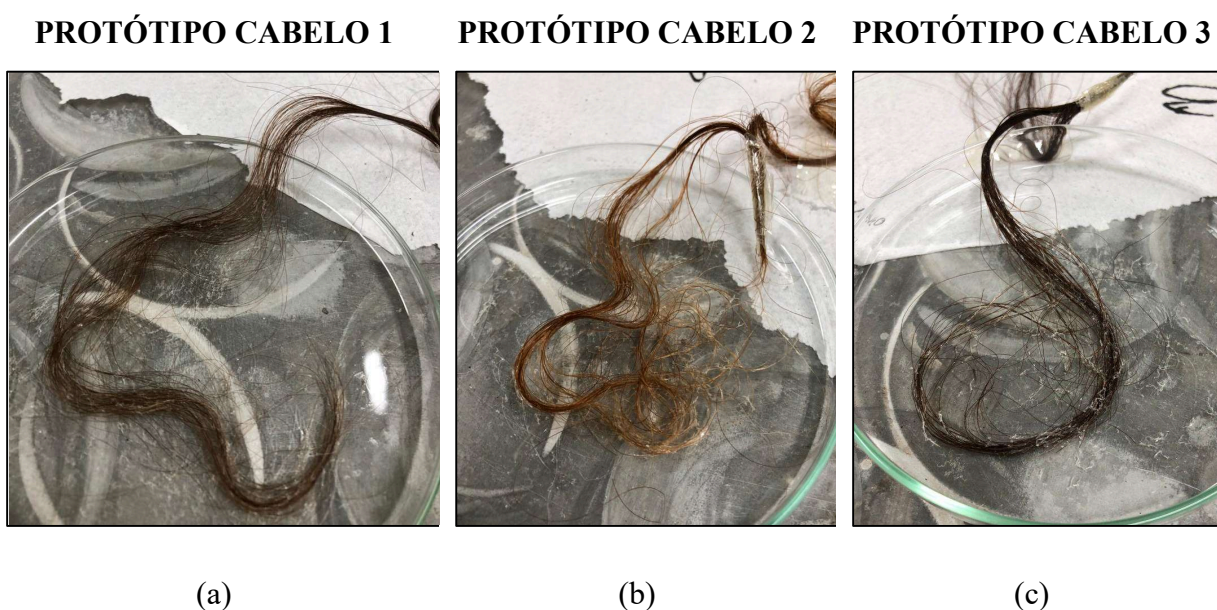
O resultado obtido de 74,10 % é satisfatório para o biopolímero, tendo em vista que a conversão de quitina para quitosana apresentou um percentual maior que 50 % (FERNANDES, 2009).

5.2 APLICAÇÃO DA QUITOSANA

5.2.1 Protótipo

O protótipo foi feito a fim de observar o comportamento do fio com a solução de quitosana, já que não foi possível encontrar na literatura um procedimento que pudesse ser seguido. Notou-se que uma película foi formada superficialmente aos fios, mostrado na Figura 12.

Figura 12: Observação do Protótipo, onde: (a) cabelo 1, (b) cabelo 2 e (c) cabelo 3.



Fonte: Autoria (2022).

Quando os cabelos completaram sua primeira secagem apresentaram rigidez, consequentemente, o manuseio foi dificultado pois não era possível tirá-los sem que acontecesse o rompimento. Então foram acrescentados 5 ml de água, que teria a finalidade apenas de desgrudar a mecha das placas, mas após a secagem, foi constatado que as madeixas perderam um pouco mais da sua rigidez sem perder a película formada. O cabelo (b) e (c) tiveram uma aderência melhor, comparados ao cabelo (a). Isso pode ter acontecido pelo fato de que o cabelo (b) ser mais ressecado e sua camada cuticular mais desregular e o cabelo (c) pelos danos causados pelo histórico de alisamentos.

5.3 ANÁLISE DE TESTE

O tempo de ação foi colocado de forma diferente, pois no protótipo a duração foi de 24 horas, e como a película formada não foi de forma regular, acreditou-se que o tempo de exposição a solução de quitosana poderia formar uma película mais uniforme e com melhor

aderência. A olho nu não foi possível observar nenhuma diferença. Ambas apresentaram um filme bastante delicado, um manuseio mais rígido era capaz de romper a proteção. Isso pode ser explicado, pois segundo Colenci (2007) os filmes de quitosana possuem uma maior estabilidade em umidade alta. Mas as mudanças só foram detectadas após o teste extremo.

O teste extremo tinha como objetivo simular um cabelo que foi passado por várias químicas. No total foram 9 amostras testadas.

Quando os cabelos foram submetidos à descoloração (Figura 13), acreditava-se que o cabelo sem quitosana iria descolorir mais rápido, já que a película iria dificultar a entrada do agente descolorante. Isso aconteceu, mas percebeu-se que após a secagem que os fios com quitosana tiveram o clareamento maior, em especial as mechas com tempo de ação de 1 semana, pode ter acontecido pelo fato de que o filme não estava de forma regular.

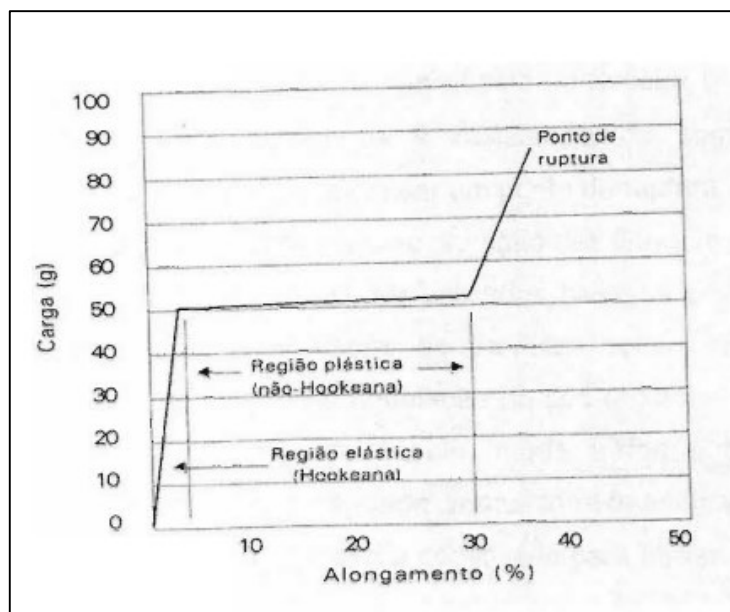
Figura 13: Amostras em processo de descoloração.



Fonte: Autoria, 2022.

De acordo com Dias (2004), a resistência de ruptura de um fio depende do diâmetro e as condições do córtex. A elongação dos fios possui 3 regiões: elástica (Hookeana) o alongamento é aproximadamente 2 % do seu comprimento inicial, por causa da rigidez causada pela alfa-queratina; região plástica (não Hookeana) ocorre a transição da α -queratina para β -queratina, a segunda não possui muita rigidez, pois não apresenta a estabilidade das ligações de hidrogênio; por fim, pós não-Hookeana, esta configuração está relacionada a resistência do β -queratina ao estiramento (DIAS, 2004), como ilustrado na Figura 14.

Figura 14: Curva de aplicação de carga versus alongamento do fio humano.

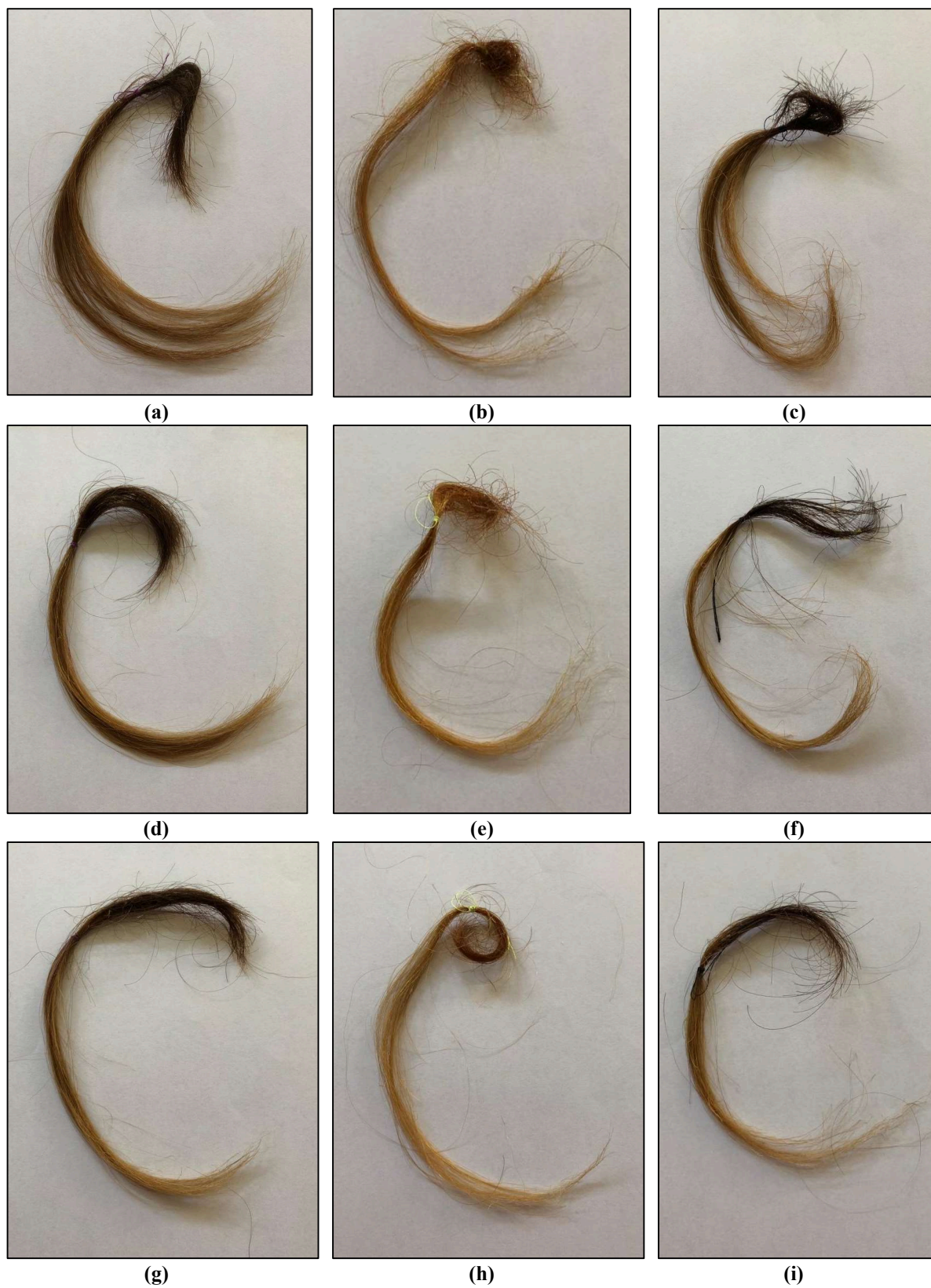


Fonte: Dias, 2004.

Após o enxágue do tioglicolato de amônia, constatou-se que todas as amostras estavam na região plástica (não Hookeana), elas sofriam um estiramento maior e quando não aplicava mais uma força de tração elas não voltavam para sua forma original. Isso aconteceu porque o pH do alisante é alcalino, ocasionando a ruptura das ligações dissulfetos e mudando a estrutura da queratina (DIAS, 2004).

Os tipos SQ-3, CQ24-3 e CQS-3 apresentaram uma maior deterioração da fibra, pois uma aplicação mínima de tração já acontecia a ruptura do fio. Isto ocorreu de uma forma mais significativa no SQ-3, isso deve-se ao caso que o cabelo 3 já passou por vários processos de alisamentos pelo seu histórico, como a mecha já era danificada, esse fato já era esperado. Em relação aos outros tipos de cabelo o acontecido pode ser explicado pela pausa pequena de um procedimento para o outro, como mostra a Figura 15.

Figura 15: Amostras após teste extremo, onde: (a) SQ-1; (b) SQ-2; (c) SQ-3; (d) CQ24-1; (e) CQ24-2; (f) CQ24-3; (g) CQS-1; (h) CQS-2 e (i) CQS-3.



Fonte: Aatoria, 2022.

Depois de todas as mechas secas, cada uma delas foi submetida ao toque com a ponta dos dedos para detectar a maciez. Determinou-se que os cabelos sem quitosana estavam mais ásperos e quebradiços. Os cabelos com quitosana mostraram-se mais macios. Em relação ao tempo de ação, as madeixas com aplicação de 24 horas apresentam um toque mais agradável e com maciez maior da raiz até as pontas. Já os fios submetidos a solução por 1 semana da raiz ao meio do cabelo encontravam-se macios, mas as pontas apresentaram o mesmo toque áspero das mechas sem quitosana. Colenci (2007) diz que a quitosana em meio ácido atua como um condicionante, pois ele é um polímero catiônico, por isso apresenta uma maciez aos fios.

5.4 MICROSCOPIA ÓTICA

O objetivo dessa técnica é avaliar a superfície capilar, mais precisamente a cutícula, comparando se houve mudanças ou aderência da quitosana. Foram usadas duas lentes, o aumento de 200 vezes serviu para examinar a película de quitosana de forma superficial e o aumento de 500 vezes é mais perceptivo as escamas das cutículas.

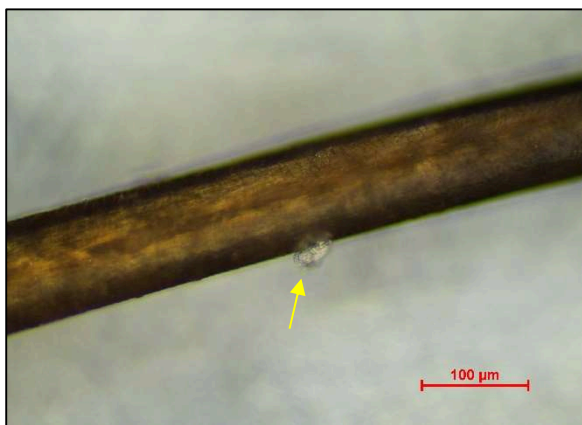
Na Figura 16 (a) com ampliação de 200x, o ponto brilhante que aparece é o córtex (seta vermelha), onde aconteceu uma descamação da cutícula no fio sem quitosana. Em (b) pode-se observar uma pequena parte do filme (seta amarela), mas em (c) acredita-se que esse pequeno ponto (seta azul), seja uma parte da película de quitosana.

Levando em consideração a linearidade das cutículas, é possível observar que em (d) as camadas aparecem de forma mais desregulares, comparadas com as que possuem aplicação de solução com o polímero (e) e (f). Notou-se que a película de quitosana, em (e) fica mais superficial (seta amarela), enquanto em (f) entra levemente entre as camadas cuticulares, preenchendo os espaços, e a tornando uma coloração mais brilhante (seta azul).

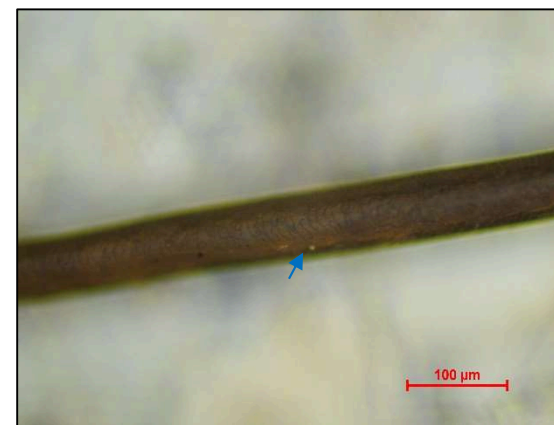
Figura 16: Cabelo 1. Visualização microscopia ótica com ampliação de: 200x (a) SQ-1; (b) CQ24-1; (c) CQS-1 e 500x (d) SQ-1; (e) CQ24-1; (f) CQS-1.



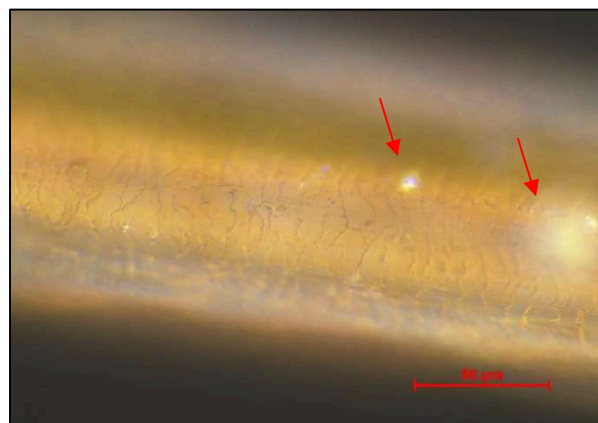
(a)



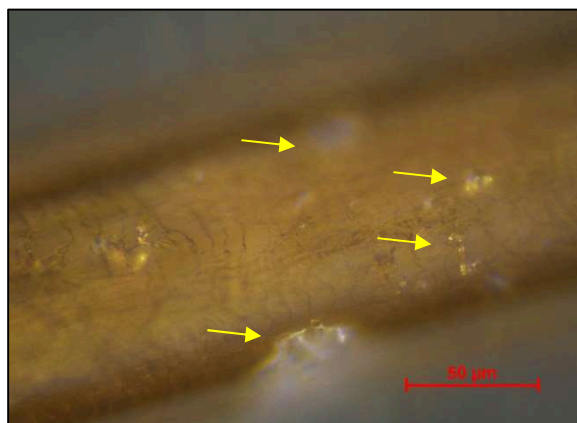
(b)



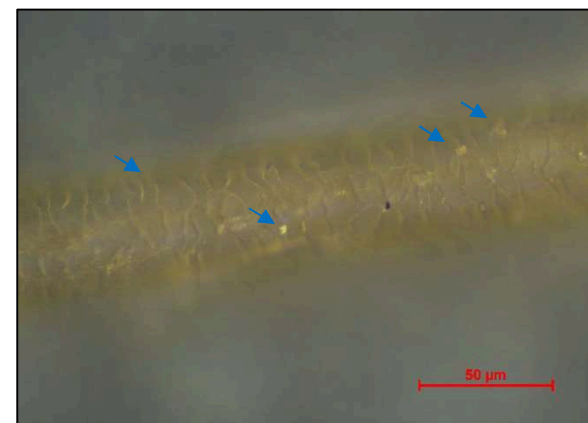
(c)



(d)



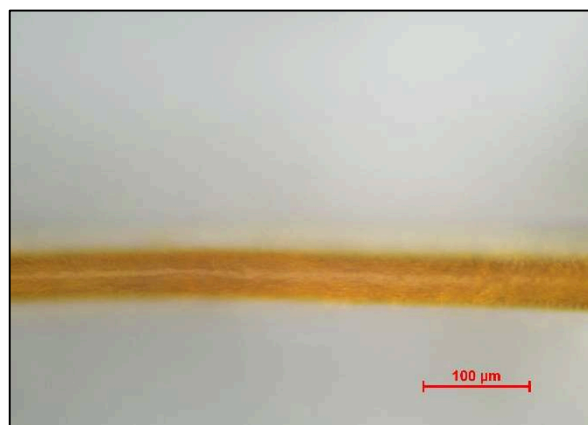
(e)



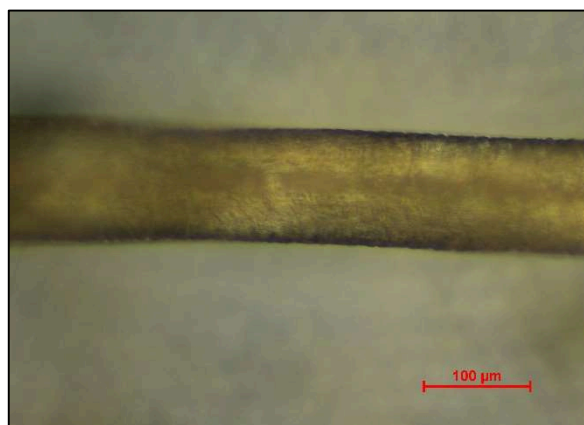
(f)

Em seguida na Figura 17 em (a), (b) e (c) a ampliação de 200x não possível observar grandes diferenças, já que as capturas não ficaram boas, isso se dá pela sensibilidade do equipamento, seu foco mudou rapidamente, assim interferindo na qualidade da visualização.

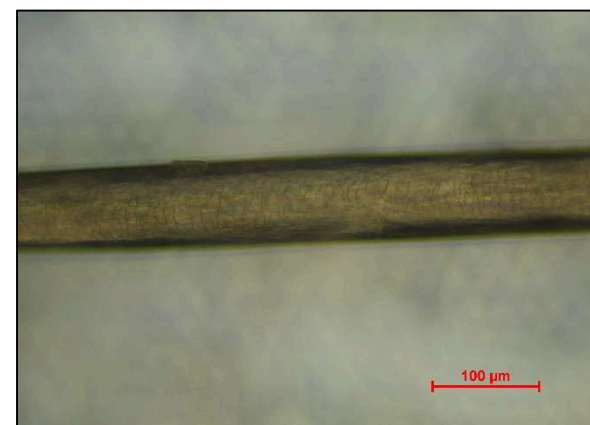
Figura 17: Cabelo 2. Visualização microscopia ótica com ampliação de: 200x (a) SQ-2; (b) CQ24-2; (c) CQS-2 e 500x (d) SQ-2; (e) CQ24-2; (f) CQS-2.



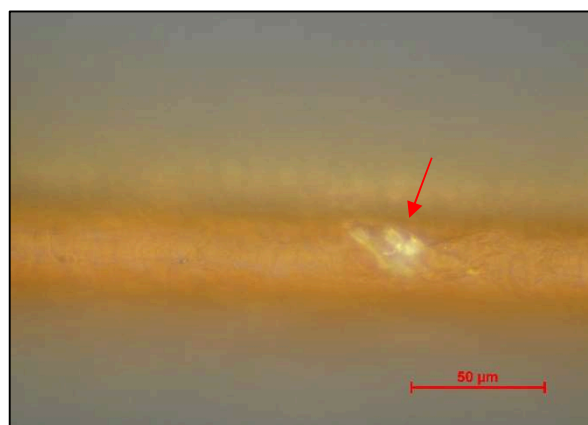
(a)



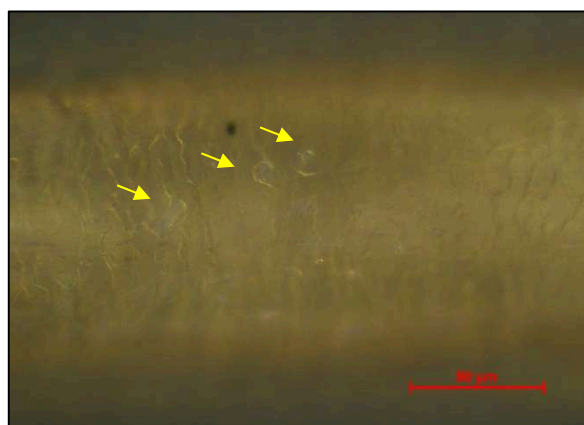
(b)



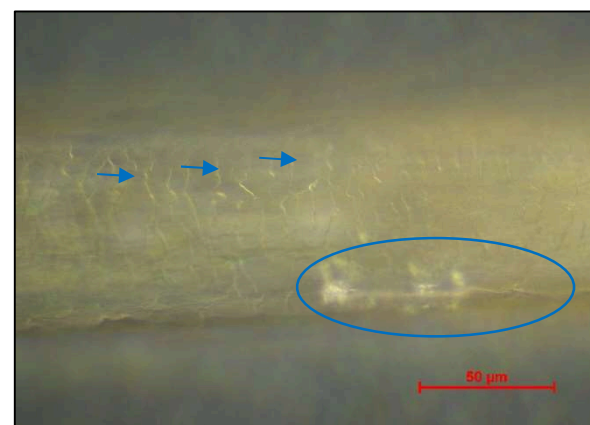
(c)



(d)



(e)



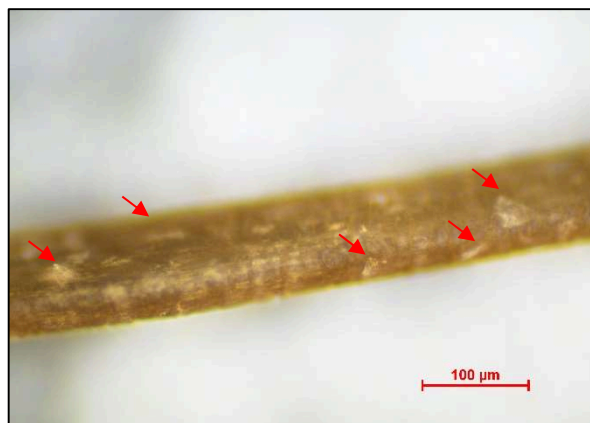
(f)

Fonte: Aatoria, 2022.

Na ampliação de 500x Figura 17 (d), tornou-se possível detectar o surgimento do córtex na concavidade do fio (seta vermelha). A madeixa (e) com a solução de 24 horas apresenta as cutículas organizadas, com distanciamento menor (seta amarela). As camadas em (f) com tempo de ação da mistura de 1 semana, pode-se dizer que houve penetração da película (seta azul), ainda se identificou uma ruptura paralela ao fio na região circulada em azul.

Na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** em (a) detectou-se a escamação e aparecimento do córtex (seta vermelha). Em (b) continham-se cutículas mais abertas e (c) não foi possível averiguar diferença significativa.

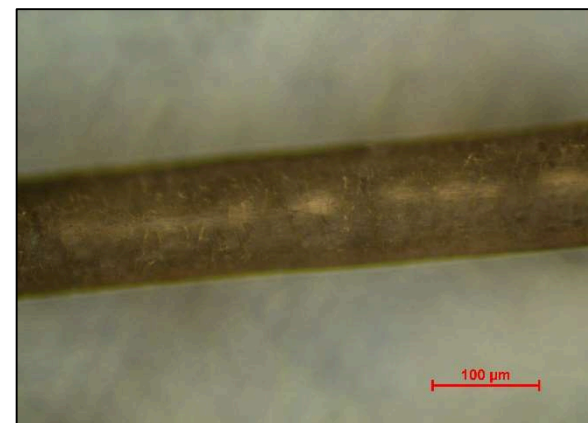
Figura 18: Cabelo 3. Visualização microscopia ótica com ampliação de: 200x (a) SQ-3; (b) CQ24-3; (c) CQS-3 e 500x (d) SQ-3; (e) CQ24-3; (f) CQS-3.



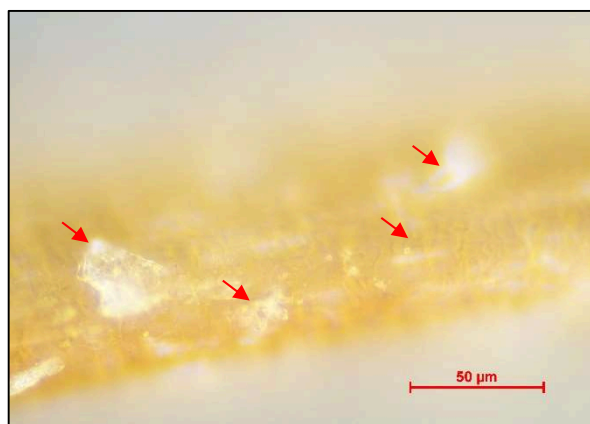
(a)



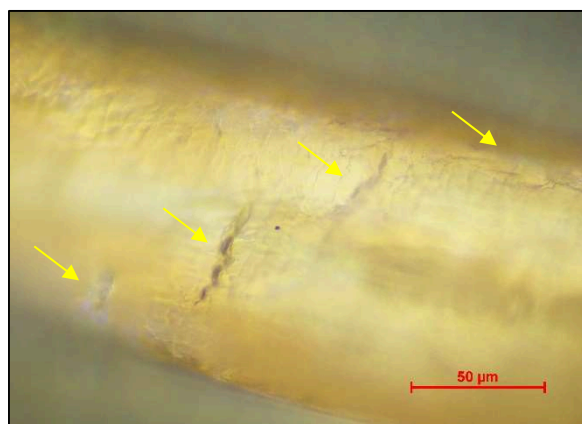
(b)



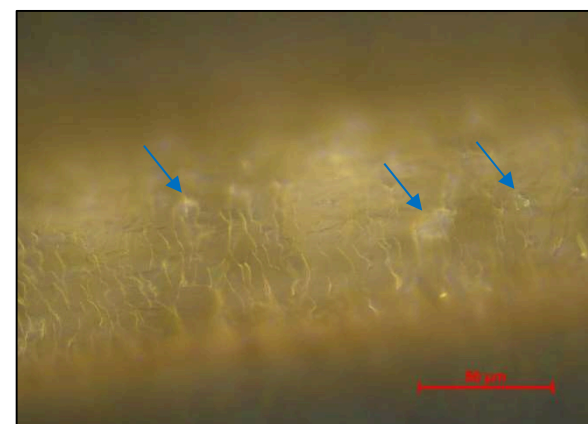
(c)



(d)



(e)



(f)

Fonte: Aatoria, 2022.

O aumento de 500x mostra de forma mais clara, o que foi mencionando anteriormente sobre o cabelo sem quitosana (d), as setas vermelhas mostram essas partes mais brilhosas que são filamentos de córtex saindo. As rupturas em (e) são mais visíveis, é notório o quão este cabelo está debilitado (seta amarela). Mas na mecha que possui 1 semana de ação do polímero (f) apesar das camadas estarem menos regulares, apresentou-se um aspecto melhor em relação as outras, com pequenos filmes próximos as cutículas (seta azul).

Portanto, a análise de microscopia ótica, observou-se o estrago causado pelos fios sem proteção, estes apresentaram maior quantidade de rompimentos e unidades filamentosas do córtex expostas. As madeixas com aplicação do polímero, verificou-se o preenchimento de algumas regiões cuticulares, mesmo que não fosse uniforme, ela apresentou uma melhora em relação a linearidade e fechamento das camadas. Além do que, as cutículas mais abertas facilitaram a penetração do filme.

6. CONCLUSÕES

O presente trabalho pautou-se na elaboração de uma película protetora, a fim de preservar a fibra capilar sobre os efeitos causados pelos produtos químicos.

- O tempo de ação de 24 horas apresentou melhores resultados, tanto sensorial como de aderência, mas acredita-se que a ação de 1 semana seja mais aconselhável para pessoas que buscam a tonalidade mais clara dos fios. Os tipos de cabelo 2 e 3 obtiveram uma melhor aderência da película em relação ao cabelo 1. Isto está relacionado as aberturas cuticulares pré-existentes;
- A quitosana protegeu e aderiu as cutículas com maior abertura, entretanto as camadas cuticulares mais fechadas, não obtiveram a mesma proteção. Com isso, o filme de quitosana não revestiu o fio por inteiro. Esses resultados podem estar relacionados ao método de aderência utilizado para quitosana no cabelo.
- Por mais que a degradação das fibras não foram evitadas, observou-se a melhora sensorial nas amostras que incluía o biopolímero quitosana, isto quer dizer que a penetração do filme às cutículas foi satisfatória;
- A microscopia ótica serviu para observar a relação da quitosana com as cutículas, mas não foi uma caracterização conclusiva. Encontrou-se inconsistências em relação as cutículas observadas e a textura do fio, principalmente as mechas CQ24EX-2 e CQ24EX-3;

Além disso, para projetos futuros, a aplicação da solução de quitosana após os procedimentos, podem funcionar como um agente reconstrutor da fibra a fim de maximizar o efeito do polímero. Como também testar não só o filme em outros tipos de cabelos diferentes e fazer a avaliação com cada procedimento de forma isolada, para avaliar o comportamento da quitosana ao fio, mas também outros métodos de aplicação e formas físicas diferentes de como aplicar a quitosana.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COLENCI, Ana Vivian Parrelli. **Degradação do Cabelo Humano Causada Pelo Uso de Alisantes Contemporâneos e Outros Processos Químicos**. 2017. 89 f. Tese Doutorado em Ciências – Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Química – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos – SP, 2017.
- COLENCI, Ana Vivian Parrelli. **Efeito de uma Formulação Contendo o Biopolímero Quitosana Sobre a Fibra Capilar Caucasiana**. 2007. 102 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação Interunidades em Bioengenharia – Escola de Engenharia de São Carlos – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos – SP, 2007.
- DIAS, Tania Cristina de Sá. **Análise de Ação Condicionadora de Substâncias Cosméticas Adicionadas em Alisante Capilar à Base de Tioglicolato de Amônio**. 2004. 131 f. Dissertação (mestrado) Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo, São Paulo – SP, 2004.
- DIAS, Tania Cristina de Sá. **Avaliação *in vitro* do Efeito de Diferentes Processos de Alisamento Químico/Térmico na Fibra Capilar**. 2015. 229 f. Tese Doutorado Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo, São Paulo – SP, 2015.
- FERNANDES, Ligia Lopes. **Produção e Caracterização de Membrana de Quitosana e Quitosana com Sulfato de Condroitina para Aplicações Biomédicas**. 2009. 63 f. Dissertação de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro – RJ, 2009.
- FRANQUILINO, Erica. **Temática Digital Hair Color. Revista de Negócios da Indústria da Beleza**, 2019. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/161045040-Revista-de-negocios-da-industria-da-beleza.html>>. Acesso em: 01/03/2022.
- KÖHLER, Rita de Cassia Oliveira. **A Química da Estética Capilar como Temática no Ensino de Química e na Capacitação dos Profissionais da Beleza**. 2011. 113 f. Dissertação ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, 2011.
- LIMA, Cíbele Rosana Ribeiro de Castro. **Caracterização Físico e Analítica de Fibras Capilares e Ingredientes Cosméticos para Proteção**. 2016. 211 f. Tese (doutorado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo, São Paulo – SP, 2016.
- LIMA, Cristina Federicci. **Potenciais Aplicações da Quitosana nas Áreas de Biotecnologia, Agroindústria e Farmacêutica**. 2015. 41 f. Monografia de Graduação do Curso de Engenharia Química – Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de Lorena. Lorena – SP, 2015.
- MENDONÇA, Estela. **Mercado Brasileiro de Hair Care Supera R\$ 23 bilhões em 2020. Cosmetic Innovation**, 2021. Disponível em: <<https://cosmeticinnovation.com.br/mercado-brasileiro-de-hair-care-supera-os-r-23-bilhoes-em-2020/>>. Acesso em: 01/03/2022.
- SANTOS, Ana Emanuele et al. **Coloração Capilar: Os Efeitos das Tinturas na Saúde e na Fibra Capilar. Educação Gestão e Sociedade: revista da Faculdade Eça de Queirós**, 2016.

SANTOS, Andreza Carneiro. **Fibra Capilar, Agentes de Coloração e Descoloração: Química, Mecanismos de Ação e Danos Oxidativos.** 2017. 13 f. Trabalho de Conclusão de Pós Graduação em Tricologia – Faculdade Faserra, Manaus – AM, 2017.

SILVA, Lorena Garces. **Alisamento Capilar: Uma Temática Para A Abordagem De Proteína.** 2018. 60 f. Trabalho de Conclusão ao Curso de Licenciatura de Ciências da Natureza – Universidade Federal do Pampa, Dom Pedrito – RS, 2018.

SILVA, Yedna Maria de Oliveira. **Formulação e Caracterização de Membranas de Quitosana e de Quitosana Com Tetraciclina Para Fins Farmacêuticos.** 2017. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Campus Caraúbas, Caraúbas – RN, 2017.

STALEVE, Amanda de Azevedo. **Nanopartículas Núcleo-Casca de Polímeros e Surfactantes para Formulação de um Protetor Solar para Cabelos.** 2018. 63 f. Dissertação de mestrado ao Programa de Pós-Graduação em Química – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – Rio de Janeiro – RJ, 2018.

VARELA, Antonio Edson Martins. **Um Estudo Sobre os Princípios Ativos dos Produtos para Alisamento e Relaxamento de Cabelos Oferecidos Atualmente no Mercado Brasileiro.** 2007. 22 f. Trabalho de Conclusão ao Curso de Cosmetologia Estética – Universidade do Vale do Itajaí, Balneário Camború – SC, 2007.