

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE GOIÁS
CÂMPUS ITUMBIARA
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA**

RANGEL PONCIANO DA SILVA

**ALISAMENTO DE CABELOS COMO TEMÁTICA PARA O ENSINO
DE QUÍMICA**

**ITUMBIARA-GO
2024**



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS

**TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO
NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Rangel Ponciano da Silva

Matrícula: 20181040030263

Título do Trabalho: Alisamento de Cabelos como Temática para o Ensino de Química.

Autorização - Marque uma das opções

- ☒ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
- ☐ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____ (Embargo);
- ☐ Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

- ☐ O documento está sujeito a registro de patente.
☐ O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
☐ Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Itumbiara-GO, 18 de abril de 2024.

Local Data

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

RANGEL PONCIANO DA SILVA

**ALISAMENTO DE CABELOS COMO TEMÁTICA PARA O ENSINO
DE QUÍMICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à banca avaliadora do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Campus Itumbiara, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Licenciado em Química.

Área de concentração: Química Orgânica / Ensino de Química

Orientadora: Profa. Dra. Gláucia Aparecida Andrade Rezende.

**ITUMBIARA-GO
2024**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S586a Silva, Rangel Ponciano da
 Alisamento de cabelos como temática para o ensino de
 química. / Rangel Ponciano da Silva. -- Itumbiara, 2024.
 48p. : il.

 Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura em Química) -
 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás,
 Câmpus Itumbiara, 2024.

 Orientadora: Prof. Dr^a.Gláucia Aparecida Andrade Rezende.

 1. Química - Estudo e ensino. 2. Didática. 3. Cabelo -
 Química. I. Título. II. Rezende, Gláucia Aparecida Andrade. IV.
 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

CDD 540.7

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Biblioteca Maria Gabriela Pacheco Pardey / Câmpus Itumbiara
Bibliotecária: Rosiane Gonçalves de Lima CRB1/1684

RANGEL PONCIANO DA SILVA

**ALISAMENTO DE CABELOS COMO TEMÁTICA PARA O ENSINO
DE QUÍMICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca examinadora do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG), Câmpus Itumbiara, como parte dos requisitos para a conclusão do Curso de Licenciatura em Química e obtenção do título de licenciado em Química.

Área de concentração: Química Orgânica / Ensino de Química.

Aprovada em 13 de março de 2024.



Profª. Dra. Gláucia Aparecida Andrade Rezende
Orientadora
IFG – Câmpus Itumbiara



Profª. Dra. Blyeny Hatalita Pereira Alves
IFG – Câmpus Itumbiara



Prof. Dr. Fernando dos Reis de Carvalho
IFG – Câmpus Itumbiara

ITUMBIARA - GO
2024

RESUMO

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresenta uma proposta para o ensino de química, utilizando o alisamento capilar como ferramenta didática. O autor detalha a composição química dos cabelos e os processos de alisamento, destacando as informações sobre os tipos de alisamento capilar e o impacto das ligações químicas na estrutura e saúde dos fios, com apontamentos de quais substâncias alisantes são mais benéficas para a saúde dos cabelos. O TCC propõe três sequências didáticas destinadas a professores de química do ensino médio, com o objetivo de estimular o aprendizado e a reflexão crítica dos alunos sobre a química envolvida no alisamento capilar. Além disso, o trabalho fornece materiais de aula para o professor, incluindo informações bibliográficas da pesquisa, que estão diretamente relacionadas às sequências didáticas, constituindo um recurso valioso para os professores ao discutir os conceitos com os alunos. O trabalho ressalta a importância de conectar a química com temas do cotidiano, como o alisamento de cabelos, promovendo um aprendizado mais contextualizado e engajado. Com esta abordagem, o TCC busca tornar o ensino de química mais relevante e interessante para os alunos, incentivando o desenvolvimento de um senso crítico e a formação de opiniões próprias em sala de aula. Através desta metodologia, espera-se que os alunos possam compreender melhor os conceitos químicos e aplicá-los de maneira prática e significativa em suas vidas.

Palavras-chave: Alisamento capilar; Composição química dos cabelos; Ligações químicas; Ensino de química; Materiais de aula; Sequências didáticas; Reflexão crítica.

ABSTRACT

This Course Completion Work (TCC) presents a proposal for teaching chemistry, using hair straightening as a teaching tool. The author details the chemical composition of hair and the straightening processes, highlighting information on the types of hair straightening and the impact of chemical bonds on the structure and health of the hair, with notes on which straightening substances are most beneficial for hair health. The TCC proposes three didactic sequences aimed at high school chemistry teachers, with the aim of stimulating students' learning and critical reflection on the chemistry involved in hair straightening. Furthermore, the work provides class materials for the teacher, including bibliographical research information, which is directly related to the didactic sequences, constituting a valuable resource for teachers when discussing concepts with students. The work highlights the importance of connecting chemistry with everyday topics, such as hair straightening, promoting more contextualized and engaged learning. With this approach, TCC seeks to make chemistry teaching more relevant and interesting for students, encouraging the development of a critical sense and the formation of their own opinions in the classroom. Through this methodology, it is expected that students will be able to better understand chemical concepts and apply them in a practical and meaningful way in their lives.

Keywords: *Hair straightening; Chemical composition of hair; Chemical bonds; Chemistry teaching; Class materials; Didactic sequences; Critical reflection.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Estrutura da pele e localização de onde surge o cabelo.....	10
Figura 2 -	Origem do cabelo.....	11
Figura 3 -	Crescimento do cabelo.....	12
Figura 4 -	Estrutura do cabelo.....	12
Figura 5 -	Corte transversal de um fio de cabelo.....	13
Figura 6 -	Fios de cabelo crescendo em um mesmo folículo piloso.....	13
Figura 7 -	Desenvolvimento do cabelo no folículo piloso.....	13
Figura 8 -	Aminoácidos que compõem a proteína queratina do cabelo.....	16
Figura 9 -	Ligação de hidrogênio entre os aminoácidos dos cabelos.....	20
Figura 10 -	Ligação iônica entre os aminoácidos dos cabelos.....	21
Figura 11 -	Ponte dissulfeto entre os aminoácidos dos cabelos.....	22
Figura 12 -	Representação dos tipos de ligações cruzadas das proteínas nos cabelos.....	23
Figura 13 -	Subfibras ampliadas do cabelo.....	23
Figura 14 -	Imagens de cortes longitudinais do córtex e folículos pilosos no cabelo.....	24
Figura 15 -	Ligações da Fibra Capilar.....	24
Figura 16 -	Transformação das ligações dissulfídricas em lantionina.....	25
Figura 17 -	Representação da ação de diferentes produtos com relação ao pH.....	26
Figura 18 -	Etapas da quebra das ligações dissulfeto no relaxamento/alisamento.....	29
Figura 19 -	Reação do tioglicolato de amônia com as fibras capilares no processo de alisamento.....	50
Figura 20 -	Reação do ácido glioxílico com as fibras capilares no processo de alisamento.....	51
Figura 21 -	Reação da carbocisteína com as fibras capilares no processo de alisamento.....	52
Figura 22 -	Reação do formol com as fibras capilares no processo de alisamento.....	53
Figura 23 -	Código Qr-code para acessar a publicação do TCC na rede social Facebook do autor.....	58
Figura 24 -	Publicação do TCC na rede social Facebook do autor.....	58

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Os dezoito aminoácidos presentes no cabelo.....	17
Quadro 2 - Perda proteica de albumina no cabelo após uso de alisantes químicos.....	18
Quadro 3 - Técnica de alisamento de cabelos.....	31
Quadro 4 - Ativos permitidos pela ANVISA em cosméticos para alisar os cabelos.....	35
Quadro 5 - Estruturas químicas das substâncias químicas no alisamento capilar permanente..	49

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	08
1.1	Objetivos, problematização e justificativa.....	09
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	10
2.1	Cabelos.....	10
2.2	Tipos de Cabelos.....	14
2.3	Compostos Químicos do Cabelo.....	15
2.4	Potencial hidrogeniônico.....	25
2.5	Alisamento capilar.....	27
2.6	Legislação que regula produtos de alisamento de cabelos.....	33
2.7	Importância da discussão do tema para o ensino de química.....	37
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	38
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	39
4.1	Sequência didática 1 para o professor de química Título da Aula: A Química dos Cabelos: Estrutura, Crescimento e Propriedades.....	39
4.2	Sequência didática 2 para o professor de química Título da Sequência Didática: Explorando a Química dos Cabelos.....	41
4.3	Sequência didática 3 para o professor de química Título da Aula: Química e Cuidados no Alisamento Capilar.....	43
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	46
	REFERÊNCIAS.....	47
	APÊNDICE 1 – Materiais de aula para o professor.....	49
	Informações complementares a serem utilizadas em sala de aula pelo professor...	54
	APÊNDICE 2 – link de acesso deste TCC.....	58

1 INTRODUÇÃO

Muitas pessoas se preocupam com sua aparência e seguem as tendências da moda, especialmente quando se trata do cuidado com os cabelos. Isso ocorre porque os cabelos desempenham um papel importante na identificação social e na atração, impulsionando assim o mercado de beleza e os serviços relacionados. Diferentes tipos de cabelos requerem tratamentos específicos para alcançar um visual moderno e na moda, como alisamento capilar, por exemplo. Além disso, a busca por mudanças no visual também pode ser influenciada pela necessidade de se adequar a determinados estilos de vida exigidos pelo mercado de trabalho.

A busca pela transição capilar de alisamento se manifesta em indivíduos desde a infância até a fase adulta, com o intuito de modificar a aparência dos cabelos. Frequentemente, meninas com cabelos crespos, desde tenra idade, são incentivadas a alisar seus fios, tanto pelas mães quanto pela influência da mídia televisiva e do ambiente social escolar em que vivem. O preconceito e a exclusão vivenciados nesse período configuram-se como os principais motivos que levam essas pessoas a optarem pelo alisamento capilar (MESQUITA; TEIXEIRA; SILVA, 2020).

O cabelo desempenha um papel significativo na identidade e no empoderamento político, é integrante da identidade pessoal, e além de ser um aspecto estético, o cabelo carrega consigo significados culturais, históricos e políticos para Silva e Braga (2015). A colonização europeia nas Américas estabeleceu um ideal de beleza baseado em características caucasianas, como cabelos lisos, olhos claros e nariz afilado, influenciando diversas culturas, afirmam Silva e Braga (2015). A mídia, por sua vez, desempenha um papel crucial na construção de representações e na promoção de padrões de beleza (SILVA; BRAGA, 2015).

Embora a falta de diversidade na mídia possa perpetuar os padrões eurocêntricos, ela também pode ser uma ferramenta poderosa para desafiar esses padrões e promover a aceitação da diversidade de cabelos e identidades, segundo afirmação de Silva e Braga (2015). A aceitação do próprio cabelo, especialmente para pessoas com cabelos afro, representa um ato de empoderamento e resistência contra os padrões impostos pela sociedade (SILVA; BRAGA, 2015). Para atender os anseios do público que desejam aderir a transição capilar esta pesquisa está sendo proposta para informar as pessoas o assunto alisamento de cabelos.

1.1 Objetivos, problematização e justificativa

O objetivo principal deste Trabalho de Conclusão de Curso é realizar um levantamento de informações sobre os tipos de alisamento capilar que a literatura científica descreve, bem como a explicação da química envolvida nos procedimentos estéticos de alisar os fios. Os objetivos específicos direcionam a pesquisa para o oferecimento de materiais de aula para o professor de química do ensino médio utilizar em sala de aula juntamente com os seus alunos estimulando o aprendizado e a reflexão crítica dos alunos e ainda; o desenvolvimento da pesquisa também fornece um panorama sobre os riscos e benefícios dos diferentes tipos de alisamento capilar.

Os objetivos específicos estão delineados de tal modo que dedicará ao estudo dos diferentes tipos de alisamento, explorando suas principais distinções. Em seguida, será proposto sequências didáticas para o professor de química do ensino médio sobre alisamento de cabelos afim de trabalhar conteúdos relacionados ao tema juntamente com alunos em sala de aula. Por fim, todo o material produzido será compartilhado com a comunidade através de divulgação na rede social Facebook do autor deste Trabalho de Conclusão de Curso, visando promover a disseminação do conhecimento e estimular discussões pertinentes sobre o assunto.

A problematização da pesquisa gira em torno da reflexão de que embora a química esteja presente em todos os aspectos do alisamento capilar, desde a composição dos produtos até os mecanismos de ação nos fios, o tema ainda é pouco explorado no ensino de química no ensino médio. A carência de materiais didáticos adequados limita a compreensão dos alunos sobre os princípios químicos subjacentes a essa prática tão popular.

A pesquisa é justificada pela relevância social do tema e da necessidade de fomentar o aprendizado significativo da química.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

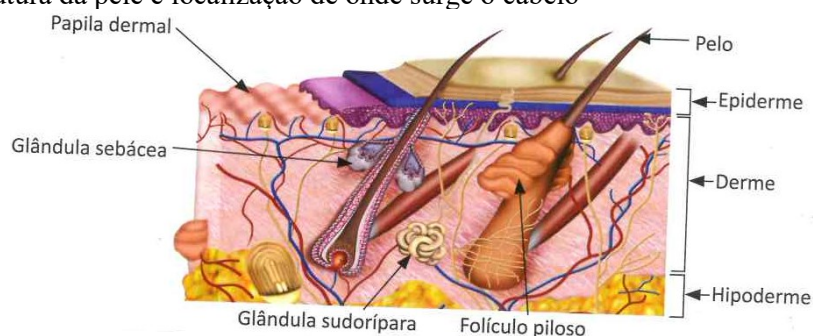
Os cabelos são um importante componente de identidade social e sedução que favorece o mercado de cosméticos, notadamente o capilar, que busca inovações e novidades destinadas a obter um resultado desejado (TSUJI, 2022). Nesse contexto em que os cabelos podem ser um componente de identificação social a mudança de visual dos cabelos na busca de torná-lo liso e inovador muitas pessoas aderem à transição capilar alisando os fios para o autor.

2.1 Cabelos

Os cabelos e pêlos do corpo humano estão presentes por quase toda a superfície cutânea com exceção da palma das mãos e planta dos pés afirma Carraro (2018). Na estrutura da pele, que é o maior órgão do corpo humano, a estrutura é dividida em epiderme, derme e hipoderme. A epiderme é a camada mais superficial da pele sendo responsável por proteger o organismo dos agentes externos e refletir o aspecto saudável em sua superfície. São partes da epiderme as unhas e os cabelos (ou pêlos). Quanto a derme, é a camada intermediária da pele que oferece sustentação e nutrição para o organismo. Já a hipoderme é a porção mais profunda da pele composta por feixes de tecido conjuntivo que envolvem as células gordurosas; a estrutura da hipoderme oferece proteção aos vasos sanguíneos e aos nervos de maior calibre contra traumas físicos e depósito de calorías (CARRARO, 2018).

A Figura 1 mostra uma representação detalhada da estrutura da pele e do folículo piloso, destacando a complexidade e a integração dos componentes envolvidos no crescimento do cabelo. O folículo piloso é uma estrutura tubular que se estende da epiderme até a derme e contém células-tronco, glândulas sebáceas e músculos eretores do pelo.

Figura 1 – Estrutura da pele e localização de onde surge o cabelo

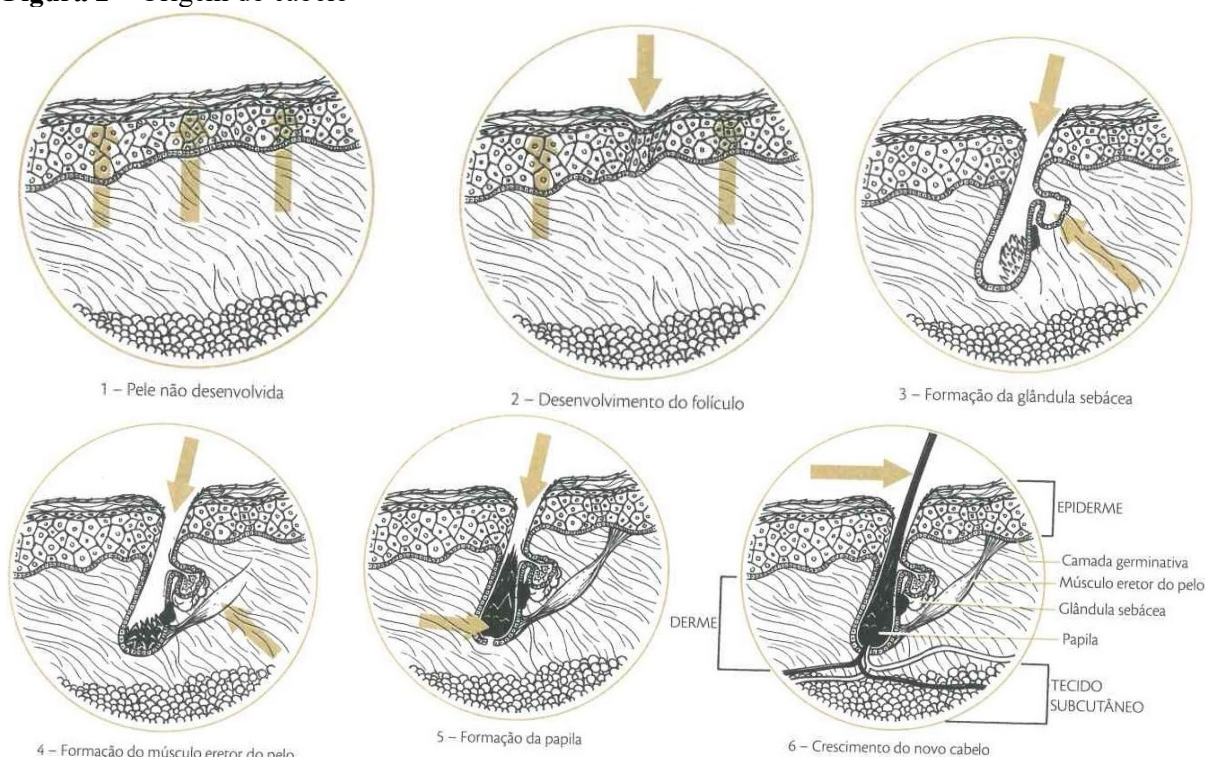


Fonte: CARRARO, 2018

O cabelo que também compreendem os pêlos é “uma delgada estrutura córnea e cilíndrica queratinizada que se desenvolve a partir de uma invaginação da epiderme. Sua cor, tamanho e disposição variam de acordo com a raça e a região do corpo” (CARRARO, 2018, p. 27). Cabelos e pêlos são presentes praticamente em todo o corpo humano. Na região pubiana, o crescimento dos cabelos é “fortemente influenciado pelos hormônios sexuais [...] o pelo origina-se no folículo piloso, que é uma invaginação da epiderme” (CARRARO, 2018, p. 27).

Na Figura 2 pode ser observado a origem do cabelo.

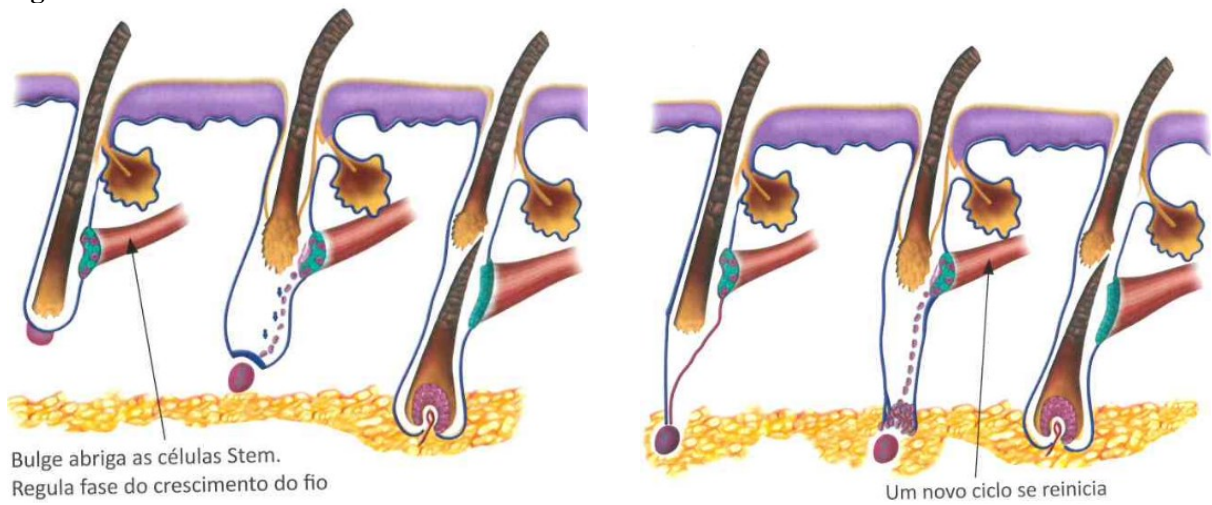
Figura 2 – Origem do cabelo



Fonte: HALAL, 2016

Segundo Carraro (2018), os cabelos são um apêndice tegumentar de células epiteliais que é praticamente o desenvolvimento do folículo piloso desde sua origem. Os folículos pilosos são produtores de pelo e desenvolvem-se durante os primeiros meses de vida intrauterina. Em 22 semanas, o feto tem os folículos maduros não havendo formação de novos folículos no corpo após este estágio de tempo. A área do bulge regula a fase do crescimento dos cabelos sendo uma porção especializada do folículo piloso localizada no local onde o músculo eretor se conecta com o mesmo marcando a região que abriga as células mãe do folículo piloso regulando a fase de crescimento dos cabelos (CARRARO, 2018).

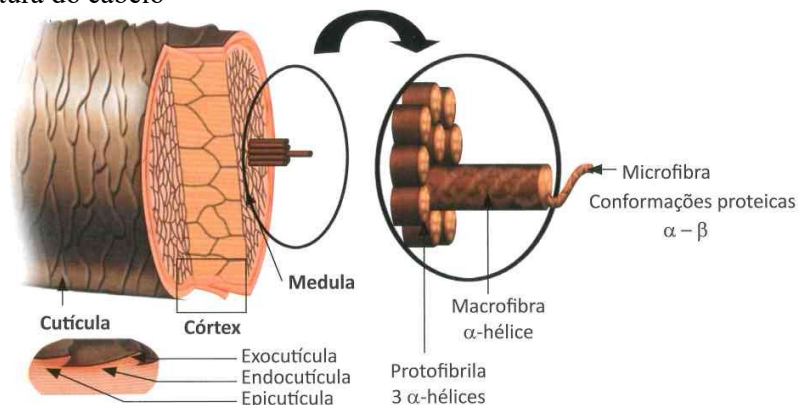
O crescimento do cabelo pode ser visto na Figura 3.

Figura 3 – Crescimento do cabelo

Fonte: CARRARO, 2018

Os folículos capilares, são fibras naturais de células mortas queratinizadas que crescem no folículo capilar. A raiz capilar, também conhecida como bulbo capilar, está localizada na base do folículo capilar e é reparada a partir da papila, que está preso ao cabelo. Sob a base do cabelo ainda estão lá as células germinativas, cuja produção produz a queratina (MOTA, 2014).

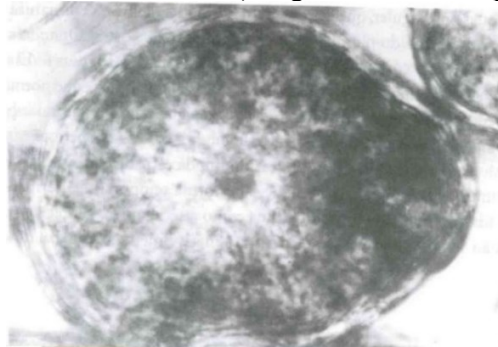
No cabelo há a seguinte estrutura contendo os 3 componentes principais cutícula, córtex e medula. Veja a Figura 4:

Figura 4 – Estrutura do cabelo

Fonte: CARRARO, 2018

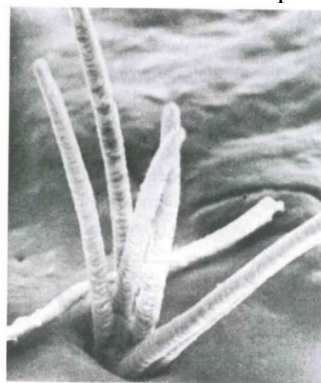
As Figuras 5, 6 e 7 apresentam: um corte transversal de um fio de cabelo mostrando a estrutura do cabelo por meio de imagem de microscópio representado pela Figura 5; vários fios de cabelo surgindo de um mesmo folículo piloso na Figura 6 e o desenvolvimento do cabelo no folículo piloso na Figura 7.

Figura 5 – Corte transversal de um fio de cabelo (Imagem de Microscópio).



Fonte: HALAL, 2016

Figura 6 – Fios de cabelo crescendo em um mesmo folículo piloso (Imagem de Microscópio).



Fonte: HALAL, 2016

Figura 7 – Desenvolvimento do cabelo no folículo piloso (Imagem de microscópio)



Fonte: HALAL, 2016

Do ponto de vista médico e clínico Leite Júnior (2013) relata que o surgimento dos cabelos pode ser influenciado por diversos fatores, incluindo genética, saúde geral, e até mesmo o estilo de vida. A exemplo, condições de saúde como hipotireoidismo e níveis baixos de ferro podem causar enfraquecimento capilar aliado ao estresse e a ansiedade da vida moderna o que pode agravar os fatores que podem afetar a saúde dos cabelos. Ainda de acordo com Leite Júnior (2013) dietas rigorosas e cirurgias bariátricas podem comprometer a saúde capilar, e ainda o uso de medicamentos e procedimentos químicos.

2.2 Tipos de Cabelos

De acordo com Vicente e Hochheim (2017), as etnias relacionadas aos fios de cabelo são caucasiano, mongólico e negroide. Os cabelos caucasianos apresentam corte transversal oval; o cabelo mongólico corte transversal redondo e o cabelo negroide corte transversal achatado. As características dos fios são determinadas pela genética de cada etnia e ainda com relação ao envelhecimento dos fios pode ser afirmado que é devido ao envelhecimento genético que acontece pela diminuição da atividade dos melanócitos e ação dos radicais livres.

“O corte da secção transversal de um cabelo apresenta-se como uma elipse que pode pender mais ou menos para um círculo. A secção transversal pode influenciar na aparência do cabelo; nas mesmas condições de tamanho, uma faixa fina se enrola muito mais facilmente do que uma corda cilíndrica. As variações na curvatura da fibra e na forma da secção transversal são determinadas geneticamente” (VICENTE; HOCHHEIM, 2017, p. 44).

As autoras Vicente e Hochheim (2017, p. 53) ainda afirmam que “os fios de cabelo surgem primeiramente na região temporal”. Apesar dos diferentes tipos de cabelo, a composição básica de queratina dos fios é sempre ela mudando somente a sequência de aminoácidos que compõe a proteína do cabelo. Essas diferenças na estrutura dependem da secção transversal e de como o fio cresce ocorrendo variações nos fios (VICENTE; HOCHHEIM, 2017).

De maneira geral existem, no corpo humano, dois tipos de pelo denominados velus e terminal (HALAL, 2016). Os pelo tipo velus ou lanugo são curtos, finos e sedosos não contendo medula ou contendo melanina de modo que em adultos podem ser encontrados em regiões peladas do corpo; em crianças, estão cobertos por pêlos velus que passam a não existir posteriormente à puberdade sendo trocados por pêlos terminais mais espessos (HALAL, 2016). Com relação ao pelo terminal, é bastante grosso e pigmentados com exceção dos grisalhos contendo uma medula (HALAL, 2016).

A literatura de Halal (2016) ainda descreve que “pêlos curtos e espessos que crescem na sobrancelha e nos cílios são cabelos terminais primários. Após a puberdade, os finos cabelos velus são substituídos por pêlos terminais secundários” (HALAL, 2016, p. 85). Como um folículo piloso pode produzir vários cabelos ou pêlos, também pode produzir os dois tipos de cabelo ou pelo terminal primário e terminal secundário de maneira que; o pêlo terminal secundário pode ser “encontrado no couro cabeludo, barba, peito, costas, pernas e região pubiana. Na calvície masculina, os folículos param de fabricar cabelos terminais e voltam a produzir o tipo velus novamente” (HALAL, 2016, p. 86).

2.3 Compostos Químicos do Cabelo

Quando o cabelo se origina do folículo, sua composição é de 65% a 95% de proteína. Três tipos principais de proteínas dão estrutura ao cabelo: queratina, elastina e colágeno. A primeira é a mais concentrada e composta por uma série de aminoácidos, que são classes de compostos orgânicos que contêm grupos carboxila e aminas. Os outros dois unem as células capilares, dando-lhes saúde, elasticidade e resistência. Outros constituintes químicos presentes no cabelo (em porcentagem do composto) são: Enxofre 4,85%, Hidrogênio 6,34%, Nitrogênio 15,6%, Oxigênio 29,93% e Carbono 43,72%. A fibra capilar também contém uma pequena quantidade de substâncias hidrossolúveis, como fenóis, pentose, ácido úrico, glicogênio, ácido glutâmico, valina e leucina. Todos esses elementos, quando presentes em quantidades suficientes, formam as proteínas (MOTA, 2014).

Os cabelos, por possuírem partes hidrofílicas, possuem afinidade com a água, sendo essa característica essencial para a saúde dos fios, pois a água contribui para a flexibilidade, maciez e brilho dos cabelos. Não é recomendado a utilização de produtos que retirem água dos fios como por exemplo a utilização de formol com concentração superior a 0,02%. Pode ser definido que “o cabelo é formado por uma longa cadeia de moléculas de proteínas, chamada queratina, composta por 15 a 22 tipos de aminoácidos” (MOTA, 2014, p. 25). Os mais importantes aminoácidos são a cisteína, a arginina e a citrulina que se unem através do que se denomina "enlace peptídico", no qual o carbono de um aminoácido se junta ao nitrogênio do aminoácido seguinte (MOTA, 2014). Quanto aos aminoácidos que compõem o cabelo:

(...) dentre os mais importantes, a Cisteína é um dos aminoácidos polares, sem carga elétrica, que compõe as proteínas, caracterizado pela presença de um grupamento sulfidrila na cadeia lateral. A Arginina é substância derivada da adenina; hormônio de crescimento. A Citrulina é um aminoácido que não é codificado pelo DNA, sendo produzido nas proteínas que o contém a partir da arginina, por processo enzimático. As cadeias peptídicas que formam a queratina humana adquirem uma forma helicoidal, denominada "alfa-hélice", que é parecida com uma mola. É esta formação que diferencia o fio de cabelo de outras fibras naturais que contêm proteínas, como a seda, por exemplo. A queratina é encontrada também nos cascos de cavalo, nas unhas, nos chifres de animais, etc (MOTA, 2014, p. 25)

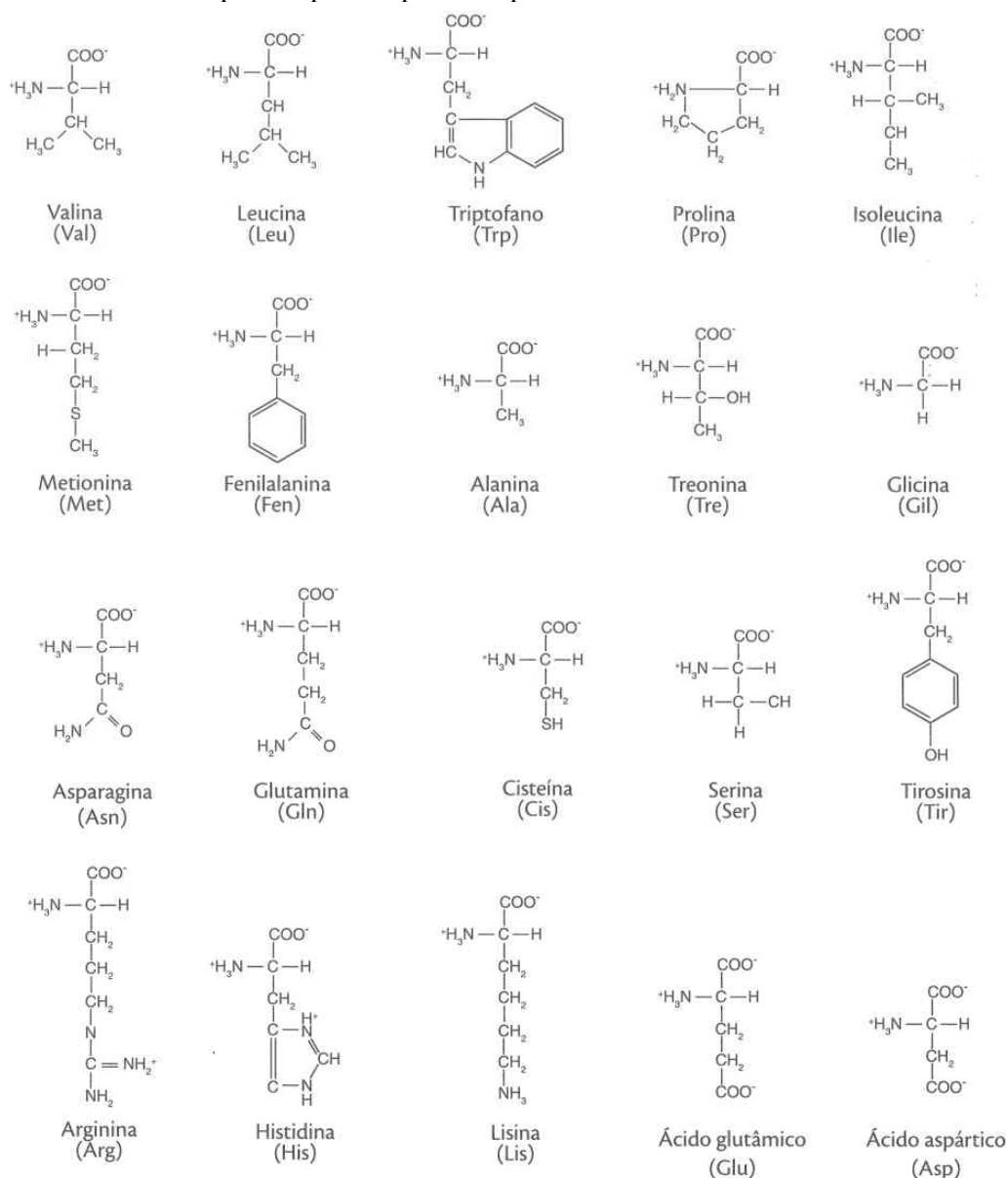
Na estrutura proteica do cabelo 91% de proteína de queratina forma o cabelo. As proteínas são compostas de longas cadeias de aminoácidos conectadas de ponta a ponta em que a ligação química que une os aminoácidos é conhecida como ligação peptídica ou ligação final. Em uma longa cadeia de aminoácidos conectada às ligações de peptídeos é nomeada de polipeptídio. Dessa forma as proteínas são polipeptídios de cadeia longa, enrolados e

complexos feitos de aminoácidos. Uma proteína enrolada possui o formato conhecido por hélice ou alfa-hélice (HALAL, 2016).

Naquilo que podemos apresentar sobre os aminoácidos da proteína de queratina do cabelo, os aminoácidos que compõem as estruturas proteicas do cabelo podem ser listados como: Ácido aspártico; Glutamina; Ácido glutâmico; Alanina; Arginina; Asparagina; Cisteína; Fenilalanina; Glicina; Histidina; Isoleucina; Leucina; Lisina; Metionina; Prolina; Serina; Tirosina; Treonina; Triptofano e Valina (HALAL, 2016).

A Figura 8 apresenta a estrutura química dos vinte aminoácidos que compõem as proteínas presentes na natureza. Dos vinte aminoácidos da natureza dezoito são encontrados nos cabelos formando a proteína queratina do cabelo.

Figura 8 – Aminoácidos que compõem a proteína queratina do cabelo



Fonte: HALAL, 2016

O Quadro 1 apresenta os 18 aminoácidos presentes no cabelo humano, juntamente com suas concentrações médias (em $\mu\text{mol g}^{-1}$ de cabelo seco). Os aminoácidos são os blocos de construção das proteínas, e as proteínas são os principais componentes estruturais do cabelo. É relevante para entender a composição do cabelo e sua relação com a saúde capilar, uma vez que esses aminoácidos desempenham papéis fundamentais na saúde e aparência do cabelo e ainda, a concentração adequada de cada um é essencial para manter fios fortes, brilhantes e saudáveis (MULINARI-BRENNER *et al.*, 2006).

Quadro 1 – Os dezoito aminoácidos presentes no cabelo

Aminoácido	($\mu\text{mol g}^{-1}$ de cabelo seco)
Ácido aspártico	292 - 578
Treonina	588 - 714
Serina	705 - 1091
Ácido glutâmico	930 - 1036
Prolina	374 - 708
Glicina	463 - 560
Alanina	314 - 384
Meia-cistina	1380 - 1512
Valina	470 - 513
Metionina	47 - 67
Isoleucina	244 - 366
Leucina	489 - 529
Tirosina	121 - 195
Fenilalanina	132 - 226
Lisina	130 - 222
Histidina	40 - 86
Arginina	499 - 620
Triptofano	20 - 64

Fonte: Sá DIAS, 2015

O estudo de Sá Dias (2015) revela os aminoácidos essenciais para a saúde capilar, fornecendo informações valiosas sobre suas funções e benefícios. O ácido aspártico, presente em concentrações significativas em cabelos secos, é crucial para a síntese de proteínas e manutenção da estrutura capilar. A serina, por sua vez, destaca-se como um aminoácido essencial para a formação da queratina, proteína principal do cabelo, conferindo resistência e elasticidade aos fios. Já o ácido glutâmico atua na síntese de proteínas e na saúde do couro cabeludo, podendo estar envolvido na hidratação capilar. Por fim, a glicina, componente essencial da queratina, contribui para a força e flexibilidade dos cabelos.

O alisamento capilar pode ter um impacto significativo na saúde dos fios no que diz respeito à perda de proteínas. A albumina, proteína presente na clara do ovo e também nos cabelos, é um componente crucial para a saúde dos fios. Sua quantidade varia de acordo com o tipo de cabelo, histórico de tratamentos químicos e saúde geral dos fios, representando em média entre 1% e 3% da massa total do fio. Cabelos mais grossos e densos geralmente possuem maior teor de albumina, enquanto os finos e ralos podem ter níveis reduzidos devido a processos químicos anteriores. Por outro lado, cabelos saudáveis e hidratados apresentam

níveis adequados de albumina. Essa proteína é essencial para a força, elasticidade e brilho dos fios. Portanto, manter os níveis adequados de albumina é crucial para a saúde capilar (MULINARI-BRENNER *et al.*, 2006).

O Quadro 2 apresenta a perda proteica de albumina no cabelo após o procedimento de alisar os fios.

Quadro 2 – Perda proteica de albumina no cabelo após uso de alisantes químicos

Tipos de alisantes químicos	Absorbância média	Concentração protéica (µg/mL)	Massa de proteína (mg/g de cabelo)
Carbocisteína sem piastra	0,161	11,6	1,74
Tioglicolato de amônia sem piastra	0,176	15,0	2,25
Hidróxido de Guanidina	0,180	16,0	2,40
Formaldeído 10%	0,180	16,0	2,40
Hidróxido de sódio	0,186	17,4	2,61
Formaldeído 2%	0,196	19,7	2,96
Ácido Glioxílico	0,215	24,1	3,16
Tioglicolato de amônia com piastra	0,246	31,3	4,70
Carbocisteína com piastra	0,260	34,6	5,19
Formaldeído 5%	0,128	3,88	5,82

Fonte: Sá DIAS, 2015.

Analisando as informações do Quadro 2, a absorbância média é uma medida que indica a intensidade da interação dos alisantes químicos com o cabelo. Quanto maior a absorbância, maior a interação, o que pode estar relacionado a um potencial maior de efeitos no cabelo. A concentração proteica, expressa em µg/mL, representa a quantidade de proteína presente em uma determinada concentração do alisante químico. Valores mais altos de concentração proteica podem indicar uma maior capacidade do alisante de interagir com as proteínas capilares.

A massa de proteína, expressa em mg/g de cabelo, mostra a quantidade de proteína que pode ser afetada pelo alisante químico em relação à quantidade de cabelo. Valores mais altos de massa de proteína indicam um potencial maior de impacto nas proteínas capilares. Observando os dados, é possível notar que o tioglicolato de amônia com piastra apresenta a maior absorbância média (0,246), a concentração proteica mais alta (31,3 µg/mL) e a maior massa de proteína (4,70 mg/g de cabelo), sugerindo que este alisante químico pode ter um impacto significativo nas proteínas capilares.

Por outro lado, o formaldeído 5% possui a menor absorbância média (0,128), a concentração protéica mais baixa (3,88 µg/mL) e a maior massa de proteína (5,82 mg/g de cabelo) entre os alisantes químicos listados. Essas informações podem ser valiosas para profissionais da área de beleza e cuidados capilares, permitindo-lhes selecionar o alisante

químico mais adequado com base nas características desejadas e no potencial de interação com as proteínas capilares.

O alisamento químico que resulta na maior perda de albumina nos cabelos é o alisamento à base de formaldeído 5% (5,82 mg/g). É importante destacar que a concentração permitida de formaldeído em produtos alisantes no mercado nacional é de 0,2%. Os dados apresentados são provenientes de um experimento científico realizado em laboratório por Sá Dias (2015). Por outro lado, o alisamento à base de carbocisteína sem piastra apresenta a menor perda proteica de albumina (1,74 mg/g). Com base nos resultados do Quadro 2, conclui-se que o alisamento químico com o uso de piastra em conjunto com o formaldeído é mais agressivo, resultando em maiores perdas de albumina nos cabelos.

Sobre os resultados da pesquisa sobre os tipos de alisamento capilar, a referência bibliográfica atribuída a Sá Dias (2015), pôde-se constatar que a absorbância média serviu como indicador da intensidade da interação dos alisantes químicos com o cabelo. A correlação direta entre a absorbância e a intensidade de interação sugeriu um potencial mais acentuado de impacto sobre o cabelo. A concentração proteica, expressa em $\mu\text{g/mL}$, refletiu a quantidade de proteína presente numa concentração específica do alisante químico, indicando uma possível capacidade ampliada do alisante de interagir com as proteínas capilares.

A massa de proteína, expressa em mg/g de cabelo, ofereceu uma medida da quantidade de proteína que poderia ser suscetível à ação do alisante químico, relativa à quantidade de cabelo. Valores mais elevados de massa de proteína sugeriram um maior potencial de impacto sobre as proteínas capilares. Ao analisar os dados, constatou-se que o tioglicolato de amônia com piastra demonstrou a mais alta absorbância média (0,246), a concentração proteica mais elevada (31,3 $\mu\text{g/mL}$) e a maior massa de proteína (4,70 mg/g de cabelo), insinuando um impacto considerável nas proteínas capilares.

Por outro lado, o formaldeído 5% apresentou a menor absorbância média (0,128), a concentração proteica mais baixa (3,88 $\mu\text{g/mL}$) e a maior massa de proteína (5,82 mg/g de cabelo) entre os alisantes químicos listados. Esses achados fornecem informações relevantes aos profissionais da área de beleza e cuidados capilares, capacitando-os a escolher o alisante químico mais adequado com base nas características desejadas e no potencial de interação com as proteínas capilares.

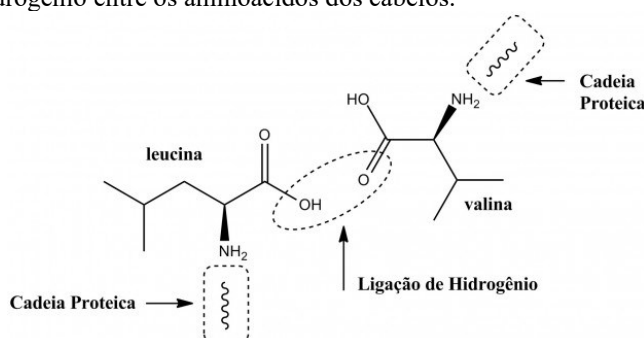
Com relação às ligações químicas do cabelo, podem ser chamadas de ligações laterais em que o córtex é feito de milhões de cadeias polipeptídicas conectadas por três tipos de ligações ou pontes laterais de hidrogênio, salinas e dissulfeto. “Essas ligações laterais são

essenciais nas mudanças de forma temporária e permanente do cabelo, como quando o molhamos, secamos, relaxamos ou ondulamos permanentemente” (HALAL, 2016, p. 79).

As ligações de hidrogênio, segundo Halal (2016), também chamadas de pontes de hidrogênio, são um tipo especial de ligação física iônica. Na estrutura do cabelo, essa ligação se forma quando um átomo de hidrogênio de um aminoácido se liga a um átomo de oxigênio de outro aminoácido. Essas ligações são facilmente rompidas pela água ou calor e são responsáveis pelas mudanças temporárias na forma do cabelo. Apesar de serem fracas individualmente, existem tantas delas no cabelo que representam um terço da força total dos fios.

Na Figura 9 abaixo as ligações de hidrogênio entre os aminoácidos dos cabelos podem ser observadas. Pode ser observado as ligações de hidrogênio entre as moléculas de água. As moléculas de água estão dispostas em uma estrutura tetraédrica, com cada molécula de água ligada a outras quatro moléculas de água por ligações de hidrogênio. As ligações de hidrogênio são representadas por linhas tracejadas na imagem.

Figura 9 – Ligação de hidrogênio entre os aminoácidos dos cabelos.



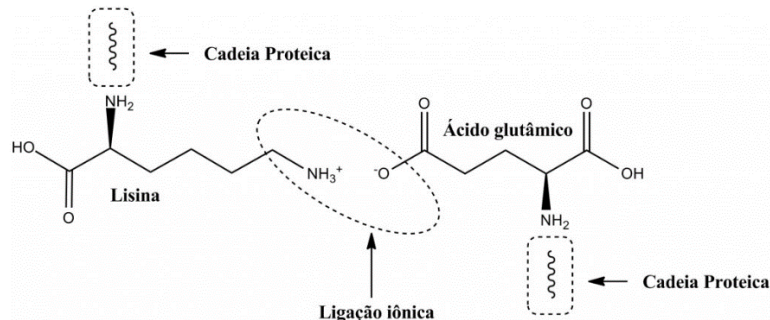
Fonte: <https://campusvirtual.ufsj.edu.br/mooc/ciencianacomunidade/composicao-e-estrutura-dos-cabelos/>. Acesso em: 18 fev. 2024.

As pontes salinas, um tipo de ligação iônica física, contribuem para a estrutura do cabelo. Elas se formam entre aminoácidos com cargas opostas dentro da fibra capilar. Essa ligação é influenciada pelo pH do cabelo, e pode ser facilmente quebrada por soluções alcalinas ou ácidas que divergem do pH fisiológico dos fios (HALAL, 2016).

Na Figura 10 pode ser observado a ligação iônica entre os aminoácidos do cabelo. Esta figura ilustra uma ligação iônica entre a lisina e o ácido glutâmico, componentes da cadeia proteica. Nos cabelos, as proteínas, como a queratina, desempenham um papel fundamental na sua estrutura e resistência. A queratina é formada por aminoácidos interligados por diferentes tipos de ligações químicas. As ligações iônicas, como a representada na imagem, ocorrem entre grupos carregados positivamente (aminoácidos básicos) e grupos carregados

negativamente (aminoácidos ácidos). Essas ligações contribuem para a estabilidade e integridade dos fios capilares. Portanto, a ligação iônica entre a lisina e o ácido glutâmico é um exemplo das complexas interações químicas que sustentam a estrutura dos cabelos, conferindo-lhes força e flexibilidade (MULINARI-BRENNER *et al.*, 2006).

Figura 10 – Ligação iônica entre os aminoácidos dos cabelos.

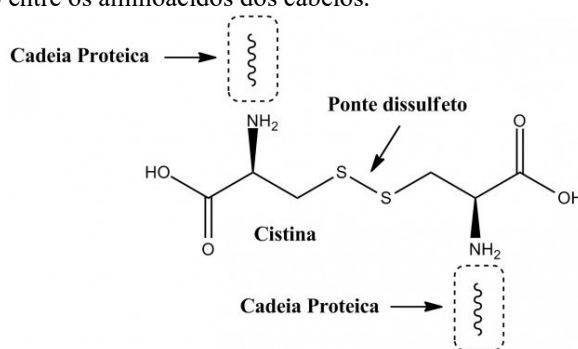


Fonte: <https://campusvirtual.ufsj.edu.br/mooc/ciencianacomunidade/composicao-e-estrutura-dos-cabelos/>. Acesso em: 18 fev. 2024.

Com relação às pontes dissulfeto, elas assumem um papel crucial na estrutura e propriedades do cabelo, diferenciando-se das pontes salinas e de hidrogênio por sua natureza covalente forte e química. Formadas entre átomos de enxofre de cisteínas adjacentes, estas pontes contribuem significativamente para a força e a resistência do cabelo, respondendo por cerca de um terço da força total da fibra capilar (HALAL, 2016).

A ponte dissulfeto é uma ligação química crucial para a estrutura dos cabelos. Ela ocorre entre os átomos de enxofre (S) presentes em dois aminoácidos chamados cisteína. Essas ligações formam uma conexão forte e estável entre as cadeias proteicas da queratina, principal componente do cabelo. Essas pontes dissulfeto contribuem para a resistência, elasticidade e forma dos fios capilares. Quando os cabelos são submetidos a tratamentos químicos, como alisamentos, essas ligações podem ser temporariamente quebradas e reformadas, alterando a estrutura do cabelo (MULINARI-BRENNER *et al.*, 2006). A representação das pontes de dissulfeto podem ser vistas na imagem da Figura 11.

Figura 11 – Ponte dissulfeto entre os aminoácidos dos cabelos.



Fonte: <https://campusvirtual.ufsj.edu.br/mooc/ciencianacomunidade/composicao-e-estrutura-dos-cabelos/>. Acesso em: 18 fev. 2024.

Nas principais ligações químicas do cabelo, segundo Mulinari-Brenner *et al* (2006), é constatado que:

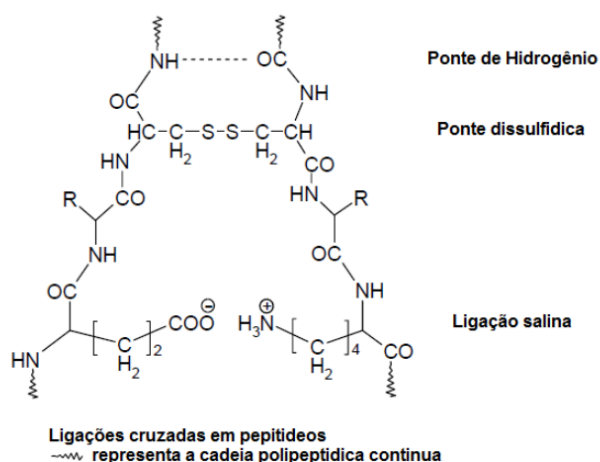
- **Ligações Peptídicas:** Formação de ligações covalentes que unem os aminoácidos, formando longas cadeias de proteínas, como a queratina, principal proteína do cabelo. Localizações presentes na estrutura primária da proteína, conectando os aminoácidos em sequência. Função de determinar a sequência de aminoácidos e, conseqüentemente, a forma tridimensional da proteína, definindo propriedades como força, elasticidade e curvatura dos fios.

- **Pontes de Hidrogênio:** Formação de atrações eletrostáticas entre átomos de hidrogênio de um grupo polar e um átomo eletronegativo (oxigênio ou nitrogênio) de outro grupo. Localização: presentes entre as cadeias de aminoácidos, principalmente entre os grupos carboxílicos ($-\text{COOH}$) e os grupos amina ($-\text{NH}_2$). Função de conferir estabilidade à estrutura tridimensional da proteína, influenciando a força, elasticidade, flexibilidade e capacidade de absorver água do cabelo.

- **Pontes de Dissulfeto:** Formação de ligações covalentes entre átomos de enxofre de dois resíduos de cisteína. Localização presente entre as cadeias de aminoácidos, principalmente em proteínas com alto teor de cisteína, como a queratina. Função de conferir rigidez e resistência à estrutura da proteína, protegendo o cabelo contra danos mecânicos e químicos, além de determinar a forma dos cachos.

A Figura 12 representa as ligações cruzadas das proteínas nos cabelos. A combinação e a quantidade de cada tipo de ligação química definem a força, elasticidade, flexibilidade, resistência, textura, brilho, curvatura e capacidade de absorver água do cabelo. Danos a essas ligações, por fatores como coloração, alisamento, uso excessivo de calor ou produtos químicos, podem resultar em cabelos fracos, quebradiços, secos, sem brilho, frisados e com perda de forma.

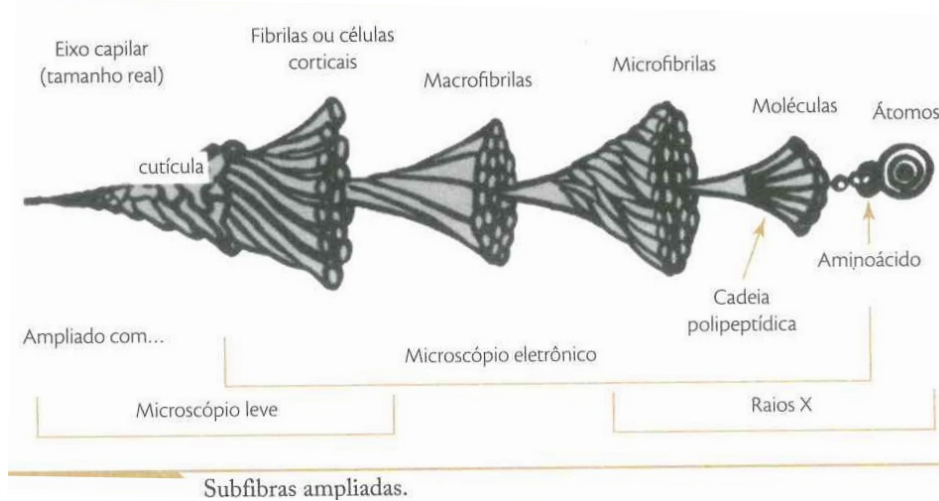
Figura 12 – Representação dos tipos de ligações cruzadas das proteínas nos cabelos.



Fonte: Sá DIAS, 2015.

As Figuras 13 e 14 revelam uma estrutura firme e quimicamente resistente, pela própria natureza dos cabelos. Como afirma Halal (2016, p. 81), o cabelo é "uma estrutura superforte com características físicas incríveis e resistência química". Essa combinação única de propriedades garante a força, flexibilidade e resiliência que caracterizam os fios capilares. Essa robustez se deve à complexa organização molecular do cabelo, composta por proteínas como a queratina e diversos tipos de ligações químicas. As pontes de hidrogênio, por exemplo, conferem flexibilidade aos fios, enquanto as pontes de dissulfeto garantem sua resistência à tração e à ruptura. As ligações peptídicas, por sua vez, determinam a forma tridimensional da proteína, definindo características como curvatura e textura.

Figura 13 – Subfibras ampliadas do cabelo



Fonte: HALAL, 2016

Figura 14 – Imagens de cortes longitudinais do córtex e folículos pilosos no cabelo

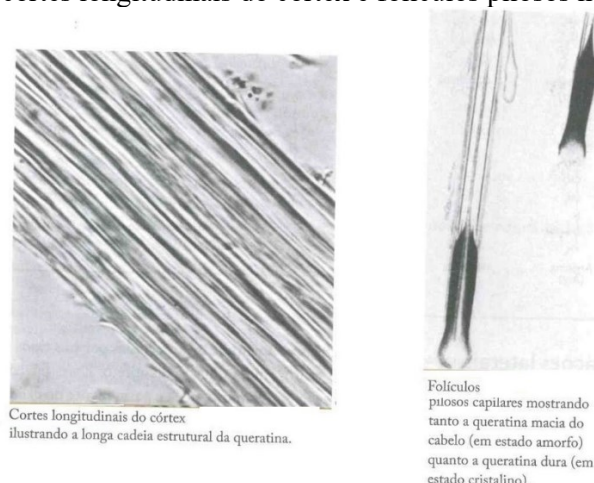
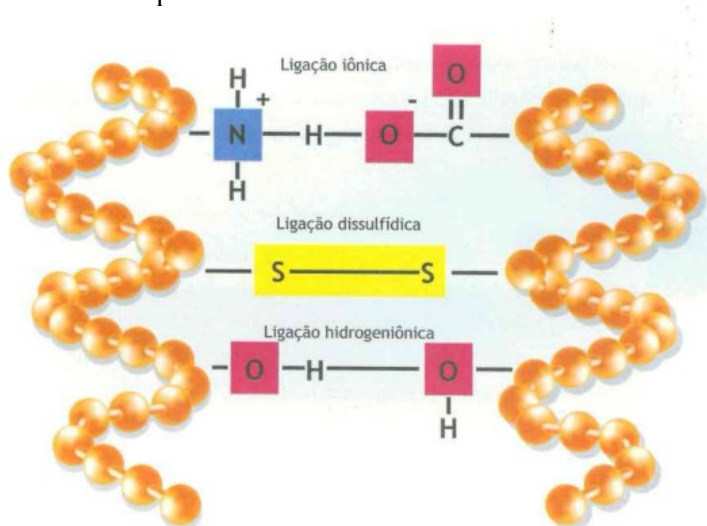


Imagem de Microscópio
Fonte: HALAL, 2016

Nas ligações químicas do cabelo acontecem ligações que promovem a estrutura da fibra capilar de maneira que tal estrutura continua inalterada por toda a vida do cabelo a não ser que sejam utilizados produtos muito alcalinos, com pH acima de 10, ou muito ácidos com pH abaixo de 2 (MOTA, 2014). A Figura 15 representa as ligações químicas do cabelo.

Figura 15 – Ligações da Fibra Capilar



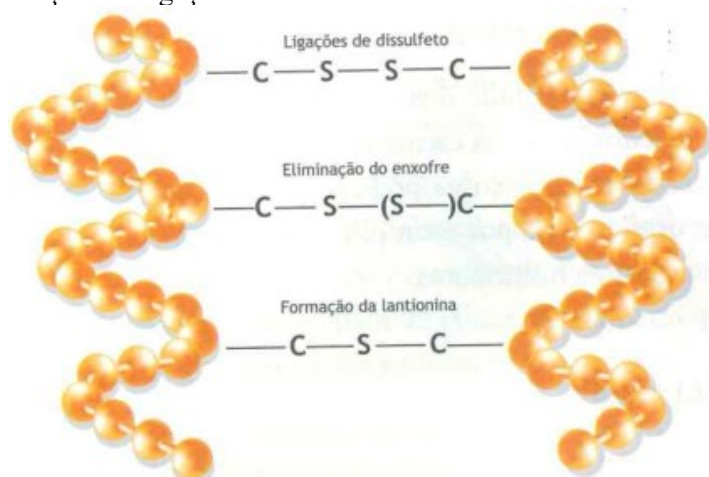
Fonte: MOTA, 2014

As ligações hidrogeniônicas são caracterizadas por serem ligações físicas iônicas sendo “ligações fracas e menos resistentes e também responsáveis pela manutenção da forma do cabelo e estabilização das moléculas de queratina. Essas ligações tendem a quebrar quando expostas à água ou ao calor” (MOTA, 2014, p. 27). O segundo tipo de ligação é a ligação iônica sendo também “iônica física fraca ocorrendo quando uma carga positiva de um

aminoácido se fixa a uma carga negativa de outro” sendo também responsável pela manutenção da forma do cabelo. Essas ligações iônicas são afetadas pela água quando o pH altera e durante o uso de produtos alcalinos ou ácidos fortes (MOTA, 2014, p. 27).

No terceiro tipo de ligação química do cabelo, a ligação dissulfídica é do tipo covalente sendo uma ligação forte e é responsável pela elasticidade e pela força dos cabelos afirma Mota (2014). “Ela acontece quando o átomo de enxofre de um aminoácido cisteína se une a outro para formar a cistina. As ligações dissulfídicas não são rompidas pela ação da água ou calor” (MOTA, 2014, p. 28). Essas ligações dissulfídicas somente são afetadas nos processos que envolvem produtos alcalinos ou ácidos fortes durante os procedimentos de alisamento capilar e ainda “são quebradas em processo de desestruturação devido ao poder alcalino do produto e ainda são reestruturadas passando de dissulfeto para lantionina” (MOTA, 2014, p. 28).

Figura 16 – Transformação das ligações dissulfídicas em lantionina



Fonte: MOTA, 2014

Na Figura 16, pode ser observado as transformações das ligações dissulfídicas em lantionina que pode ser chamado de processo de lantionização em que ocorre a quebra das pontes dissulfeto pelos alisantes que contém hidróxidos metálicos (MOTA, 2014).

2.4 Potencial hidrogeniônico

O pH do cabelo é controlado de forma natural por substâncias lipídicas expelidas pelos acinos (que são cada elemento de glândula em cacho) na glândula sebácea que também possuem o papel de proteção contra a desidratação e controle da flora bacteriana (MOTA, 2014). Na estrutura do cabelo, “o funcionamento do músculo eretor garante a manutenção do

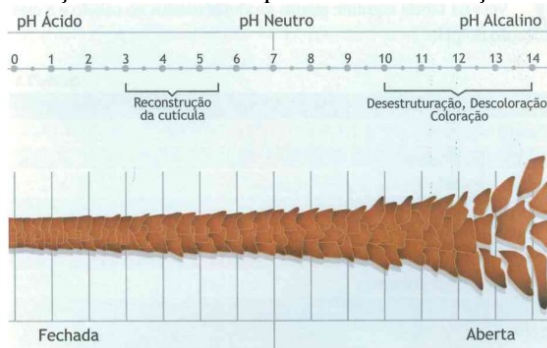
pH normal (que varia de 4,5 à 5,5), a hidratação e a elasticidade cutânea” (MOTA, 2014, p. 13).

No processo de alisamento capilar alguns produtos utilizados possuem a peculiaridade de serem alcalinos causando a tumefação (aumento do volume do cabelo) dos fios e por conseguinte promoverem a desestruturação do cabelo; além disso, os produtos com pH alcalino podem modificar as estruturas internas e externas dos fios em razão do poder de dilatação das cutículas quando o produto penetra no interior do cabelo (MOTA, 2014).

Com relação aos produtos para alisamento de cabelos com pH ácido, Mota (2014) descreve que produtos com pH entre 2 e 6 não representam riscos para o cabelo agindo como adstringentes, isto é, sendo substância que comprime o cabelo, neutralizam os tratamentos feitos com produtos alcalinos e ainda deixam os cabelos com brilho, balanço e maleáveis.

A Figura 17 demonstra a ação de diferentes produtos com relação ao pH. O pH natural do cabelo é considerado no valor de pH entre 4,5 e 5,5 dentro da faixa de pH de 0 à 14 sendo que abaixo de 7 observada a tendência para a acidez e acima de 7 apresentando a tendência para a alcalinidade.

Figura 17 – Representação da ação de diferentes produtos com relação ao pH



Fonte: MOTA, 2014

Importante destacar que produtos para alisamento capilar que correspondem à faixa de extremos na tabela de pH que vai de 0 (zero) a 14 (catorze) são totalmente prejudiciais para a saúde do cabelo de modo que “tanto os produtos altamente ácidos (pH abaixo de 2) quanto os altamente alcalinos (pH acima de 12) são prejudiciais, podendo dissolver o cabelo completamente e causar danos irreversíveis ao couro cabeludo se este não estiver protegido” (MOTA, 2014).

2.5 Alisamento capilar

A utilização de substâncias químicas como procedimentos de alisamento, podem ter um impacto significativo na saúde do cabelo de acordo com Leite Júnior (2013). Esses produtos químicos podem danificar a estrutura do cabelo, levando a problemas como ressecamento, quebra e queda de cabelo; além disso, a exposição prolongada a substâncias químicas pode potencialmente levar a problemas de saúde mais graves sendo recomendado usar produtos de alisamento de cabelos com moderação e sob a orientação de um profissional de saúde capilar (LEITE JÚNIOR, 2013).

O alisamento capilar propriamente dito de acordo com Halal (2016, p. 244): “tem por objetivo reduzir o volume e/ou alinhar o cabelo naturalmente encrespado.” Para alisar os cabelos Halal (2016) diz que a química pode ser à base de tiol ou à base de hidróxido mudando a forma do cabelo pelo fato da química dos compostos promoverem a quebra ou o rompimento das pontes dissulfeto. Na literatura de Halal (2016) é mencionado ainda o procedimento de ondulação permanente que é considerado um inverso do alisamento por encrespar o cabelo naturalmente liso. Um importante procedimento a ser tomado é a análise do fio do cabelo que deve ser uma análise minuciosa para a aferição da saúde do cabelo e também constatar as discrepâncias entre os diferentes tipos de cabelo. De acordo com Halal (2016, p. 244) o tipo específico do cabelo encrespado é peculiar e específico pelo fato de “variações de fios encrespados estão presentes em todas as raças na atualidade, devido à grande miscigenação racial.”.

Antes da química do alisamento capilar é necessário a realização de avaliação que segundo Carraro (2018), consiste em fazer três testes que compreendem o teste de elasticidade, o teste de porosidade e mecha todos para a avaliação da saúde do cabelo. O autor descreve que:

“a elasticidade é a habilidade de o cabelo esticar e voltar ao estado original sem quebrar [...] a porosidade pode ser verificada escorregando os dedos pelos cabelos notando certa aspereza; quando chegar às pontas, os fios podem parecer que estão entrelaçados, dificultando o desembaraço. As cutículas estão abertas [...] o teste de mecha alerta sobre problemas em potencial que poderão surgir na aplicação do produto. Oferece um parâmetro de tempo de ação e prediz o resultado esperado” (CARRARO, 2018, p. 180).

Com relação à química do alisamento, Carraro (2018) aponta que os agentes de transformação mais utilizados correspondem aos hidróxidos alcalinos (lítio, sódio, potássio e guanidina); agentes redutores (tioglicolato, tiolactato e tiometacrilato); agentes alcalinizantes (amônia, monoetanolamina e etalonamina); e agentes neutralizantes (peróxido de hidrogênio,

bromato de sódio, perborato de sódio). O procedimento de alisamento pode ser à base de compostos químicos de tiol ou hidróxido conforme diz Halal (2016).

Segundo Oliveira (2019) existem dois tipos de alisantes no mercado: os básicos ou alcalinos, que geralmente contêm hidróxido de sódio, tioglicolato e guanidina; e os ácidos, compostos por ácidos hidroxílicos. Este autor ainda alega que os alisantes básicos são conhecidos como relaxantes, enquanto os ácidos recebem o nome de escova. Hoje, apenas uma fórmula de pH baixo (ácido) é permitida no mercado brasileiro: o ácido glioxílico associado à carbocisteína.

Com relação aos alisamentos ácidos de glioxílico associado à carbocisteína possuem pH 1 e promovem um alisamento com efeito liso perfeito, porém quanto mais acidez, maior será alteração da estrutura do fio e degradação, os estragos na estrutura capilar são maiores. A indústria alega que reduzir a acidez da fórmula do alisamento ácido para um pH 2 ou superior compromete a eficiência do alisamento (OLIVEIRA, 2019).

Conforme argumentado por Ferreira e Braga (2016), no alisamento capilar temporário, a estrutura do fio de cabelo é mantida pelas ligações químicas entre os aminoácidos da queratina. As ligações de hidrogênio e iônicas são quebradas ao molhar os cabelos, sendo a água responsável pelo alisamento térmico ou temporário. Já no alisamento permanente, produtos químicos presentes em cremes alisantes são utilizados para promover a ação alisante.

“O alisamento realizado apenas pelo processo mecânico da chapinha proporciona uma forma temporária uma vez que apenas modifica as ligações fracas de hidrogênio. Somente um pequeno percentual de indivíduos ainda utiliza essa técnica. O processo inicial envolveu a aplicação de uma pomada no cabelo seguido de um pressionamento com um dispositivo de metal quente. A técnica foi aperfeiçoada com o desenho de dispositivos mais adequados, bem como outros implementos elétricos para aquecer o dispositivo de metal.” (MELLO, 2010, p. 25)

No alisamento permanente, as ligações dissulfetos são rompidas, o que modifica a forma da haste do cabelo, mas não afeta a parte viva do cabelo no bulbo, localizada na derme do couro cabeludo. Isso significa que o alisamento não afeta o novo cabelo que ainda está por nascer, como mencionado por Ferreira e Braga (2016).

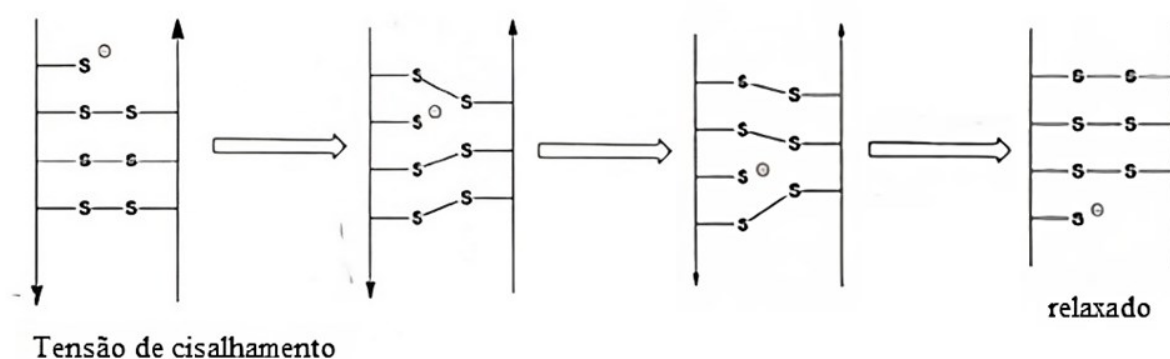
Segundo Mello (2010), o alisamento/relaxamento químico é o tipo de alisamento mais indicado para cabelos muito crespos. A autora afirma que: “Relaxamento químico é atualmente o método de escolha para alisamento de cabelo muito crespo e é amplamente utilizado em alguns grupos étnicos” (MELLO, 2010, p. 20).

Detalhando como ocorre o alisamento químico, Melo (2010) argumenta que:

“(…) Ligações de dissulfeto são clivadas utilizando uma redução com agente alcalino (hidróxido de sódio, hidróxido de guanidina, hidróxido de potássio, e hidróxido de lítio), então o cabelo é esticado mecanicamente usando um pente durante a fase de redução para reestruturar a posição das ligações de dissulfeto entre os novos polipeptídios da queratina. Finalmente, estas novas ligações são consolidadas através de um agente oxidante.” (MELLO, 2010, p. 20)

A Figura 18 apresenta as etapas das ligações dissulfeto no alisamento capilar passando da etapa de tensão de cisalhamento para a etapa de relaxado.

Figura 18 – Etapas da quebra das ligações dissulfeto no relaxamento/alisamento



Fonte: Adaptado de MELLO, 2010

A Figura 18 em questão mostra um diagrama de cisalhamento de ligações dissulfeto. No estado relaxado, as ligações dissulfeto (-S-S-) são fortes e estabilizam a estrutura da proteína. No estado cisalhado, as ligações dissulfeto são quebradas, o que pode levar a mudanças na estrutura e na função da proteína (MELLO, 2010).

A ondulação permanente, como definida por Mello (2010), pode ser a solução para quem busca um visual renovado após o alisamento/relaxamento químico dos cabelos muito crespos, também conhecidos como "cabelos Afro". Esse procedimento consiste em enrolar os cabelos após o alisamento, proporcionando um efeito ondulado duradouro. A autora detalha o processo químico por trás da ondulação permanente em cabelos afros, diferenciando-o do procedimento em cabelos caucasianos.

O processo de alisamento de cabelos afros exige um preparo prévio com um redutor alcalino à base de tioglicolato de amônia. Essa etapa fundamental garante a abertura das cutículas e a quebra das pontes de dissulfeto, permitindo a modificação da forma original do fio. Após o alisamento inicial, o cabelo afro pode ser submetido ao processo de enrolamento, similar ao tradicional, mas com algumas adaptações. O fio previamente alisado é tratado com outro redutor, desta vez à base de ácido tioglicólico, para reabrir as cutículas e preparar o cabelo para a nova forma (FERREIRA; BRAGA, 2016).

Em seguida, o cabelo é enrolado em moldes, e a solução de ondulação permanente é aplicada. Após o tempo de ação da solução de ondulação, o cabelo é lavado e tratado com um neutralizador para interromper o processo químico e estabilizar os novos cachos. Em vez do peróxido de hidrogênio, utilizado no processo tradicional, o alisamento de cabelos afros emprega bromato de sódio como oxidante. Essa escolha se justifica pela capacidade do bromato de sódio de promover a descoloração sem alterar significativamente a cor natural do cabelo afro, preservando sua pigmentação original (FERREIRA; BRAGA, 2016).

Os procedimentos de alisamento capilar são de compostos a base de hidróxido de sódio ou de potássio (com lixívia) e alisantes sem lixívia como o hidróxido de guanidina (MELLO, 2010). “As formulações mais recentes também contêm compostos especiais para amaciar e proteger o eixo do cabelo contra danos. Alisantes com lixívia são tradicionalmente aplicados em serviço de salão de beleza, pois os produtos químicos podem ser irritantes.” (MELLO, 2010, p. 25)

Mello (2010) aponta que os alisantes sem lixívia apresentam ingredientes menos agressivos em comparação aos alisantes com lixívia, minimizando o risco de irritação no couro cabeludo. Essa menor agressividade, no entanto, exige a repetição frequente do processo para alcançar o efeito desejado, o que pode levar ao desgaste excessivo dos fios. Apesar da promessa de menor agressividade, os alisantes sem lixívia também podem causar danos aos cabelos, conforme alertado por Mello (2010).

Embora os alisadores sem lixívia se apresentem como uma alternativa livre de produtos químicos agressivos, a manipulação frequente dos fios e a ação dos agentes presentes na fórmula podem fragilizar a estrutura capilar. Essa fragilização resulta em cabelos mais secos, quebradiços e com perda de brilho, elasticidade e resistência. Portanto, os alisadores sem lixívia alteram a estrutura natural dos fios, o que, por sua vez, pode levar a danos capilares (FERREIRA; BRAGA, 2016).

No alisamento com Hidróxido de Guanidina ocorre menos irritação e odor brando durante a aplicação sendo necessário a aplicação de dois componentes separados antes de ser aplicado no cabelo, sendo no mesmo dia para evitar qualquer alteração química do produto (MELLO, 2010).

O relaxamento capilar é um processo químico que visa transformar a textura natural dos cabelos crespos em lisos. Através da quebra e reorganização das ligações de proteína interna dos fios, essa técnica proporciona um efeito duradouro de alisamento. O processo se divide em duas etapas distintas. A primeira etapa do relaxamento capilar envolve a ruptura das ligações dissulfeto, os elos que conferem aos cabelos crespos sua curvatura característica.

Esse processo de desnaturalização da fibra capilar permite que os fios sejam esticados até uma configuração reta. Essa manipulação estrutural é fundamental para alcançar o efeito liso desejado (MOTA, 2014).

A segunda etapa após a quebra das ligações dissulfeto, a fibra capilar é mantida na posição esticada através de um processo de travamento. Essa etapa garante que o efeito liso perdure por um período significativo, combatendo a tendência natural dos cabelos de voltarem à sua forma original. Para garantir um alisamento eficaz com o mínimo de danos, é crucial determinar a extensão ideal da fibra capilar (MOTA, 2014).

A escolha do método ideal para alisar o cabelo depende das características capilares de cada indivíduo. As diferentes tipologias capilares respondem de forma singular aos tratamentos, por isso a orientação profissional é crucial para alcançar resultados satisfatórios. Os cabelos com menor espessura, devido à sua massa reduzida, experimentam uma saturação mais rápida do produto. Por essa razão, essa tipologia necessita de um tempo de processamento menor, salvo em casos de cutículas com alta resistência (MELLO, 2010). Cabelos danificados e porosos também apresentam maior sensibilidade ao alisamento, exigindo menor tempo de aplicação (MELLO, 2010).

O Quadro 3 mostra informações importantes de técnicas de alisamento.

Quadro 3 – Técnica de alisamento de cabelos

Técnica	Agentes redutores	Agentes Neutralizantes (ou fixadores)	Eficácia
Redutora/Oxidante	Compostos a base de tióis (ácido tioglicólico)	baseados no peróxido de hidrogênio ou bromatos	menor
Alcalina	Hidróxido de sódio, de lítio, de potássio ou de guanidina (esta última formada pela combinação <i>in situ</i> de carbonato de guanidina com hidróxido de cálcio)	xampu redutor	maior

Fonte: MELLO, 2010

Nos procedimentos de alisamento capilar, diferentes produtos químicos assumem o papel principal na transformação dos fios. Entre os mais potentes e utilizados para cabelos crespos, destaca-se o trio composto por hidróxidos de sódio, lítio e guanidina (este último, uma combinação de carbonato de guanidina e hidróxido de cálcio). O hidróxido de sódio, por sua vez, se destaca como um agente de grande poder, mas que exige extremo cuidado, especialmente em contato com os cabelos. Sua alta alcalinidade pode ocasionar danos severos

aos fios, ao couro cabeludo e até mesmo à visão, caso entre em contato com os olhos (MOTA, 2014).

O tioglicolato de amônia, da família dos tióis, comparado ao hidróxido de sódio, ele é mais suave e menos agressivo, a potência dele varia de acordo com a concentração e o pH da solução. Na comparação de duas soluções de tioglicolato de amônia: uma a 6% com pH 9,8 e outra a 10% com pH 9,35. Apesar da diferença de concentração, ambas possuem o mesmo poder de ação. Entretanto, a solução de 6% pode ser mais irritante e ter um odor mais forte por causa da maior concentração de amônia. Em geral, utiliza-se uma solução entre 7,5% e 11% com pH entre 9 e 9,3 (MELLO, 2010).

No que diz respeito ao formaldeído, embora proporcione um efeito rápido de alisamento e brilho intenso nos cabelos, seus riscos à saúde o tornam inadequado para tal fim. Ao agir nos fios, o formol se liga às proteínas da cutícula e aos aminoácidos da queratina, criando um filme endurecedor que torna os cabelos impermeáveis, rígidos e lisos. No entanto, essa rigidez os deixa suscetíveis à quebra, mesmo com traumas simples do dia a dia como pentear ou prender os cabelos. Um agravante ainda mais preocupante é a volatilidade do formol. Ao ser aquecido, ele libera uma quantidade maior de gás tóxico, que pode ser inalado tanto pelo profissional que aplica o produto quanto pelo cliente que se submete ao tratamento. Para o efeito alisante desejado, concentrações de formol entre 20% e 30% são necessárias, o que é totalmente proibido por lei devido aos riscos à saúde. É necessário buscar alternativas mais seguras e eficazes para alisar os cabelos, priorizando a saúde e o bem-estar (MELLO, 2010).

Sendo substituto do formaldeído, o glutaraldeído surge como um dialdeído saturado levemente ácido, comumente encontrado em soluções aquosas a 50%. Sua ativação com bicarbonato de sódio o torna alcalino e adquire uma coloração verde característica. O poder do glutaraldeído reside na alquilação de grupos químicos específicos (sulfidril, hidroxila, carboxila e amino) nas células, impactando diretamente o DNA, RNA e a síntese de proteínas. O uso de formaldeído (formol) e glutaraldeído em produtos capilares é permitido pela Anvisa, mas com restrições rigorosas para garantir a segurança dos consumidores. Essas substâncias só podem ser utilizadas como conservantes, em concentrações máximas de 0,2% para ambas, e jamais como alisantes capilares. A Anvisa monitora rigorosamente a presença dessas substâncias em produtos cosméticos, liberando apenas aqueles que atendem aos requisitos legais (MELLO, 2010).

Diversos produtos contêm formaldeído e glutaraldeído em suas formulações, mas a ANVISA não permite seu uso devido ao potencial carcinogênico; em vez disso, o ácido

glioxílico e a carbocisteína têm sido utilizados para alisar os cabelos (Sá DIAS, 2015). A carbocisteína, um aminoácido dibásico, promove a redução do volume capilar em até 90%, conferindo hidratação e brilho. Além disso, ela realiza a selagem da cutícula capilar, contribui para a reconstrução da fibra capilar e, quando aplicada de forma progressiva, apresenta propriedades alisantes (FERREIRA; BRAGA, 2016).

“(...) a carbocisteína por si só não alisa os cabelos e, por isso, esse tipo de ativo também não possui registro na ANVISA como alisante. Para que ela tenha esse tipo de ação, é necessário um processo de oxidação das ligações de cistina num pH baixo, no qual é utilizado o ácido glioxílico. Durante o processo é necessário o uso de chapinhas aquecedoras para se obter o efeito liso, e quando submetido a altas temperaturas o ácido glioxílico libera formol” (FERREIRA; BRAGA, 2016, p. 61).

De acordo com Sá Dias (2015), o ácido glioxílico é um composto que, quando utilizado em produtos alisantes de cabelo, libera aldeídos que promovem a quebra das pontes de cistina da fibra capilar. O pH do produto final é baixo, menor que 2,0, o que permite sua penetração através das cutículas dos fios. Assim, o produto alisante consegue agir no interior do fio (córtex), de forma semelhante aos alisantes/relaxantes convencionais de pH maior que 7, ou seja, meio alcalino.

Este ácido e outros agentes alisantes que liberam formaldeído não exibem a odorização típica do formaldeído. Através de reações químicas de degradação induzidas pelo calor, essas substâncias liberadoras são convertidas em formaldeído, o qual desempenha o papel fundamental no processo de alisamento capilar (FERREIRA; BRAGA, 2016).

2.6 Legislação que regula produtos de alisamento de cabelos

O Quadro 4 apresenta informações sobre os ativos químicos permitidos no Brasil para alisar os cabelos, seguindo as diretrizes da Instrução Normativa - In nº 124, de 24 de março de 2022. Essas informações incluem as concentrações máximas permitidas para os ativos químicos em produtos cosméticos destinados ao alisamento ou ondulação dos cabelos, conforme estabelecido pela Resolução de Diretoria Colegiada - RDC nº 409, de 27 de julho de 2020.

É apresentado os ativos permitidos pela ANVISA em cosméticos para alisar os cabelos. São fornecidas informações importantes sobre os diferentes tipos de ativos, incluindo suas concentrações máximas autorizadas, pH e advertências. Produtos contendo ativos para alisar os cabelos devem conter advertências específicas sobre o seu uso seguro. Essas advertências incluem instruções sobre como evitar o contato com os olhos, como usar luvas e como manter o produto fora do alcance de crianças. Em geral, o Quadro 4 é uma fonte útil de

informações para quem deseja saber mais sobre os ativos permitidos para alisar os cabelos no Brasil.

Quadro 4 – Ativos permitidos pela ANVISA em cosméticos para alisar os cabelos

Ativo	Nomenclatura internacional de ingrediente cosmético do ativo	Concentração máxima e/ou pH autorizados no produto pronto para uso	Advertências que devem constar no rótulo do produto acabado	Outros requisitos
Ácido tioglicólico e seus sais	Tioglicolato de amônio, tioglicolato de cálcio, hidróxido de tioglicolato de cálcio, tioglicolato de etanolamina, tioglicolato de magnésio, tioglicolato de potássio, tioglicolato de sódio, tioglicolato de estrôncio, ácido tioglicólico	1-Uso geral: 8%, pH 7 a 9,5. 2-Uso profissional: 11%, pH 7 a 9,5. (porcentagens calculadas como ácido tioglicólico)	No modo de uso devem constar obrigatoriamente as seguintes informações: - Evitar contato com os olhos. -Em caso de contato, enxaguar com água imediata e abundantemente procurar um médico. -Usar luvas adequadas. Outras advertências: -Contém sais de ácido tioglicólico. -Seguir as instruções de uso. -Manter fora do alcance de crianças. -Só para uso profissional (quando for o caso).	
Ésteres do ácido tioglicólico	Tioglicolato de Butila, Tioglicolato de Etila, Tioglicolato de Glicerila, Tioglicolato de Isooctila, Tioglicolato de Isopropila, Tioglicolato de Metila	1-Uso geral: 8%, pH 6 a 9,5; 2-Uso profissional: 11%, pH 6 a 9,5 (porcentagens calculadas como ácido tioglicólico)	No modo de uso devem constar obrigatoriamente as seguintes informações: -Pode causar sensibilização por contato com a pele. -Evitar contato com os olhos. No caso de contato com os olhos, lavar com água imediata e abundantemente e consultar um médico. -Usar luvas adequadas. Outras advertências: Contém ésteres de ácido tioglicólico. -Seguir as instruções de uso. -Manter fora do alcance de crianças. -Só para uso profissional (quando for o caso).	
Hidróxido de sódio ou potássio	Hidróxido de sódio, hidróxido de potássio	1-Uso geral: 2% em massa. 2-Uso profissional: 4,5% em massa. A soma dos hidróxidos é calculada em massa como hidróxido de sódio.	-Contém álcali. -Evitar contato com os olhos. Pode causar cegueira. -Manter fora do alcance de crianças. -Só para uso profissional	- Podem ser utilizadas isoladamente ou misturadas entre si, desde que a soma destas substâncias não exceda a concentração máxima autorizada para cada uma delas.
Hidróxido de Lítio	Hidróxido de Lítio	1-Uso geral: 2% em massa. 2-Uso profissional: 4,5% em massa. A concentração de hidróxido de lítio é calculada em peso de hidróxido de sódio. No caso de misturas, a soma	1 - Contém álcali. - Evitar contato com os olhos. - Pode causar cegueira. - Manter fora do alcance de crianças. 2 - Só para uso profissional. - Contém álcali. - Evitar contato com os olhos. - Pode causar cegueira	

		não deve exceder a concentração máxima autorizada.		
Hidróxido de Cálcio	Hidróxido de cálcio	7% em peso como hidróxido de cálcio	-Contém álcali. -Evitar contato com os olhos. -Pode causar cegueira. -Manter fora do alcance de crianças.	-Alisante para cabelos contendo dois componentes: hidróxido de cálcio e um sal de guanidina
Sulfitos e bissulfitos inorgânicos	Bissulfito de amônio, sulfito de amônio, metabissulfito de potássio, sulfito de potássio, bissulfito de sódio, metabissulfito de sódio, sulfito de sódio	6,7% expressos em SO ₂ livre		
Pirogalol	Pirogalol	3%, até pH 3,5.	No modo de uso deve constar, logo após o tempo de pausa do produto nos cabelos, a etapa: - Enxágue com água em abundância até a remoção completa do produto. Outras advertências: -Este produto pode causar irritação ou alergia. -Contém Pirogalol. -Não utilizar nos cílios, sobrancelhas e buço. -Manter fora do alcance das crianças. - Usar luvas adequadas. -Alisa e tingem os cabelos.	

Fonte: ANVISA (BRASIL), 2022.

2.7 Importância da discussão do tema para o ensino de química

O ensino de Química deve ser dialógico, permitindo que os alunos reflitam criticamente sobre os conteúdos e os relacionem com suas próprias vidas, uma prática alinhada com a pedagogia freireana (COELHO; MARQUES, 2007). A contextualização envolve o uso da realidade do aluno como ponto de partida para o ensino, o que significa que temas como o alisamento de cabelos podem ser explorados não apenas em seus aspectos químicos, mas também culturais e sociais. Paulo Freire defende uma educação que desafia os alunos a questionar e resolver problemas, o que pode ser aplicado ao ensino de Química ao explorar os impactos ambientais e de saúde dos produtos de alisamento de cabelos (COELHO; MARQUES, 2007). Através da sequência didática proposta, os alunos podem alcançar um nível maior de conscientização, entendendo como a Química está presente em atividades cotidianas e como ela pode ser usada para melhorar a qualidade de vida e o ambiente. Essa abordagem alinha o ensino de Química com as necessidades dos alunos, seguindo as ideias de Paulo Freire para uma educação mais significativa e transformadora.

Uma investigação dialética pode ser proposta dando o poder de empoderar os alunos como agentes críticos e transformadores de sua própria realidade (FREIRE, 1970). Os alunos poderão despertar a reflexão crítica sobre os princípios químicos e os impactos do alisamento capilar na saúde, na sociedade e no meio ambiente; e ainda, estimular a autonomia e a responsabilidade individual na tomada de decisões conscientes sobre os procedimentos de alisamento e construir um diálogo horizontal entre educadores e educandos, promovendo a emancipação através do conhecimento e da ação transformadora (FREIRE, 1970).

3 MATERIAL E MÉTODOS

É apresentado um Trabalho de Conclusão de Curso com foco em alisamento capilar. A pesquisa é caracterizada como básica, qualitativa, descritiva e utiliza procedimentos técnicos de pesquisa bibliográfica.

A metodologia empregada envolve um levantamento bibliográfico, análise das composições químicas dos produtos de alisamento e o desenvolvimento de sequências didáticas para o ensino de química, especificamente destinadas a turmas do terceiro ano do ensino médio.

Nos materiais e procedimentos para a investigação sobre alisamento capilar, foram utilizados artigos científicos do google acadêmico utilizando palavras chave de busca alisamento capilar e ensino de química e ainda literatura especializada de livros de tricologia e técnicas de alisamento capilar. Os procedimentos incluíram a seleção e revisão de artigos relevantes para compreender a evolução histórica e os aspectos químicos do alisamento capilar.

As sequências didáticas desenvolvidas no estudo são um conjunto de três propostas educacionais destinadas ao ensino de química no ensino médio. Elas são estruturadas com base na sequência de informações do referencial teórico e abordam desde a origem dos cabelos até as substâncias ativas dos alisantes capilares. Essas sequências são projetadas para estimular o aprendizado e a reflexão crítica dos alunos, através de atividades práticas e teóricas que exploram a química por trás dos processos de alisamento capilar. A análise dos dados foca na avaliação da eficácia das sequências didáticas propostas.

A pesquisa também oferece materiais de aula para o professor de química do ensino médio destacando a importância de fornecer recursos didáticos. Esses materiais são projetados para serem utilizados em sala de aula, com o objetivo de estimular o aprendizado e promover a reflexão crítica dos alunos. Contribui para a educação ao desenvolver sequências didáticas que relacionam a química envolvida nos processos de alisamento capilar com o currículo escolar, tornando o ensino mais relevante e aplicável à vida real dos estudantes.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As 3 (três) sequências didáticas a seguir foram desenvolvidas de acordo com a ordem das informações bibliográficas do referencial teórico deste Trabalho de Conclusão de Curso. O professor que deseja trabalhar o tema com os alunos pode optar por quaisquer uma das sequências didáticas de acordo com seu desejo.

4.1 Sequência didática 1 para o professor de química:

Título da Aula: A Química dos Cabelos: Estrutura, Crescimento e Propriedades

Objetivos da Aula:

- Entender a estrutura da pele e do cabelo em nível químico.
- Explorar o ciclo de vida e as fases de crescimento do cabelo.
- Relacionar as propriedades químicas dos cabelos com suas características físicas.

Materiais Necessários:

- Imagens da estrutura da pele e do cabelo.
- Modelos moleculares de proteínas como a queratina.
- Tabela periódica para referência.

Procedimento da Aula:

1. Introdução à Química da Pele e do Cabelo
 - Apresentação dos componentes químicos da epiderme, derme e hipoderme.
 - Discussão sobre a composição química das unhas e cabelos e sua função protetora.
2. Anatomia Química do Folículo Piloso
 - Análise da estrutura molecular do folículo piloso.
 - Identificação das células-tronco e das substâncias químicas nas glândulas sebáceas.
3. Ciclo de Vida do Cabelo
 - Estudo das fases anágena, catágena e telógena do ciclo de vida do cabelo.
 - Observação de como as mudanças químicas afetam o crescimento e a queda do cabelo.
4. Composição Química da Haste Capilar
 - Exploração da estrutura molecular da cutícula, córtex e medula.
 - Discussão sobre a importância da queratina e outros componentes químicos no cabelo.

5. Fatores que Influenciam a Saúde Capilar
 - Debate sobre como a dieta, hormônios e estresse afetam a química do cabelo.
 - Análise de casos de estudo sobre a saúde capilar e a influência de tratamentos químicos.
6. Diversidade Química dos Tipos de Cabelo
 - Comparação das diferenças químicas entre cabelos caucasianos, mongólicos e negroides.
 - Atividade prática para testar a resistência e elasticidade dos diferentes tipos de cabelo.
7. Transformações Químicas e Tratamentos Capilares
 - Experimentação com amostras de cabelo para observar os efeitos de tratamentos químicos.
 - Discussão sobre a responsabilidade ética no uso de produtos químicos em tratamentos capilares.

Avaliação da Aula:

- Atividades práticas de laboratório para aplicar o conhecimento teórico.
- Discussões em grupo para consolidar o entendimento dos conceitos químicos.
- Apresentação de projetos sobre a química dos tratamentos capilares.

Este roteiro é adaptado para envolver os alunos em uma discussão mais aprofundada sobre a química por trás da estrutura e do crescimento do cabelo, com atividades práticas e teóricas que estimulam a curiosidade e o aprendizado.

Considerando que cada tópico da sequência didática proposta requer uma exploração detalhada e atividades práticas, e que cada aula tem a duração de 40 minutos, o professor poderia planejar da seguinte forma:

1. Introdução à Química da Pele e do Cabelo - 1 aula
2. Anatomia Química do Folículo Piloso - 1 aula
3. Ciclo de Vida do Cabelo - 1 aula
4. Composição Química da Haste Capilar - 1 aula
5. Fatores que Influenciam a Saúde Capilar - 1 aula
6. Diversidade Química dos Tipos de Cabelo - 1 aula
7. Transformações Químicas e Tratamentos Capilares - 1 aula
8. Avaliação da Aula - 1 aula (pode variar conforme o método de avaliação)

Portanto, seriam necessárias pelo menos 7 aulas para cobrir todos os tópicos propostos na sequência didática. No entanto, dependendo da profundidade com que cada tópico é

abordado e do ritmo da turma, o professor pode optar por dividir alguns tópicos em mais de uma aula, o que aumentaria o número total de aulas necessárias. Além disso, a aula de avaliação pode requerer tempo adicional, dependendo da natureza da avaliação planejada. É importante que o professor ajuste o plano de aula conforme necessário para atender às necessidades específicas de sua turma.

4.2 Sequência didática 2 para o professor de química:

Título da Sequência Didática: Explorando a Química dos Cabelos

Objetivo Geral: Capacitar os alunos a compreenderem a composição química do cabelo e a influência de diferentes substâncias e tratamentos na sua estrutura e saúde.

Materiais Necessários:

- Tabela periódica
- Modelos moleculares de aminoácidos
- Amostras de cabelo
- Produtos capilares variados
- Tiras indicadoras de pH
- Microscópio (opcional)

Estrutura da Sequência:

1. Introdução (10 minutos):
 - Apresentação do tema e objetivos da aula.
 - Breve discussão sobre o que os alunos já sabem a respeito da composição do cabelo.
2. Proteínas e Aminoácidos (20 minutos):
 - Explicação sobre a queratina e sua predominância no cabelo.
 - Atividade com modelos moleculares para ilustrar a formação de proteínas a partir de aminoácidos.
3. Ligações Químicas (20 minutos):
 - Discussão sobre os tipos de ligações químicas presentes no cabelo: peptídicas, de hidrogênio, salinas e dissulfeto.
 - Observação de amostras de cabelo ao microscópio para visualizar a estrutura proteica (se disponível).
4. Saúde Capilar e Produtos Químicos (30 minutos):
 - Análise do impacto de produtos como formol e alisantes químicos na estrutura do cabelo.

- Experimento prático para testar o efeito desses produtos em amostras de cabelo.
5. pH e Tratamentos Capilares (30 minutos):
- Testes de pH em diferentes produtos capilares e discussão sobre a importância do equilíbrio de pH para a saúde do cabelo.
 - Reflexão sobre os resultados dos testes e recomendações para o uso seguro de produtos capilares.

Conclusão (10 minutos):

- Revisão dos conceitos abordados.
- Espaço para perguntas e discussão sobre as descobertas feitas durante a aula.

Avaliação:

- Solicitação de um relatório ou apresentação sobre o efeito de um produto capilar específico, considerando a composição química e o pH.

Para cumprir o roteiro da sequência didática 2, proposta considerando que cada aula tem uma duração de 40 minutos, o professor precisaria organizar o conteúdo da seguinte forma:

1. Introdução (10 minutos) e Proteínas e Aminoácidos (20 minutos) podem ser combinados em uma aula, com uma breve conclusão de 10 minutos para revisão e perguntas.
2. Ligações Químicas (20 minutos) e a primeira metade de Saúde Capilar e Produtos Químicos (15 minutos) podem ser abordados na segunda aula, com os 5 minutos restantes dedicados a iniciar a discussão sobre pH.
3. A segunda metade de Saúde Capilar e Produtos Químicos (15 minutos) e pH e Tratamentos Capilares (30 minutos) seriam o foco da terceira aula, com uma breve revisão no final.
4. A quarta aula seria dedicada à Conclusão (10 minutos) e à Avaliação, que pode incluir a preparação e apresentação dos relatórios pelos alunos.

Portanto, seriam necessárias quatro aulas de 40 minutos para cobrir todo o conteúdo da sequência didática de forma eficaz. É importante notar que o tempo pode variar dependendo da dinâmica da sala de aula e do envolvimento dos alunos. O professor pode precisar ajustar o plano conforme necessário para garantir que todos os tópicos sejam abordados com a profundidade necessária.

4.3 Sequência didática 3 para o professor de química:

Título da Aula: Química e Cuidados no Alisamento Capilar

Objetivos da Aula:

- Analisar os componentes químicos dos produtos de alisamento capilar.
- Avaliar os efeitos desses produtos na saúde do cabelo e do indivíduo.
- Discutir as medidas de segurança e regulamentações pertinentes.

Materiais Didáticos:

- Resumo do documento sobre alisamento capilar.
- Diagramas da estrutura do cabelo.
- Exemplos de rótulos de produtos de alisamento.

Desenvolvimento da Aula:

1. Introdução (15 minutos):
 - Apresentação dos objetivos da aula.
 - Breve discussão sobre a popularidade do alisamento capilar e suas implicações sociais.
 2. Química do Alisamento (20 minutos):
 - Explicação dos processos químicos envolvidos no alisamento, com ênfase nas ligações dissulfeto.
 - Demonstração com modelos moleculares ou animações.
 3. Impactos na Saúde (20 minutos):
 - Análise dos riscos associados aos produtos químicos, como formaldeído e glutaraldeído.
 - Discussão sobre os efeitos a longo prazo e a importância de testes pré-químicos.
 4. Atividade Prática (30 minutos):
 - Realização de testes de porosidade e elasticidade em amostras de cabelo sintético.
 - Observação das mudanças na estrutura do cabelo após a aplicação de produtos simulados.
 5. Debate e Reflexão (25 minutos):
 - Debate sobre a responsabilidade dos fabricantes e profissionais da área.
 - Reflexão sobre a importância da conscientização dos consumidores.
- Conclusão (10 minutos):
- Recapitulação dos pontos principais discutidos.
 - Encorajamento para pesquisa e discussão contínua sobre o tema.
- Atividade avaliativa:

- Pesquisa sobre alternativas naturais e menos agressivas de tratamento capilar.

Este roteiro é flexível e pode ser ajustado conforme a necessidade da turma e o tempo disponível. É importante que o professor incentive a participação ativa dos alunos e promova um ambiente de aprendizado colaborativo.

Considerando que o roteiro proposto é dividido em várias seções com tempos específicos atribuídos a cada uma, podemos calcular o número total de aulas de 40 minutos necessárias para cobrir todo o conteúdo. Vamos somar o tempo de cada seção:

- Introdução: 15 minutos
- Química do Alisamento: 20 minutos
- Impactos na Saúde: 20 minutos
- Atividade Prática: 30 minutos
- Debate e Reflexão: 25 minutos
- Conclusão: 10 minutos

Somando todos esses tempos, temos um total de 120 minutos. Dividindo esse total pelo tempo de uma aula (40 minutos), temos: 3 aulas

Portanto, o professor precisaria de aproximadamente 3 aulas de 40 minutos cada para cumprir este roteiro de sequência didática. É importante notar que este cálculo não leva em conta o tempo de transição entre as atividades ou discussões que podem se estender além do tempo planejado, então o professor pode querer planejar um pouco de flexibilidade no cronograma.

Foram propostas três sequências didáticas destinadas a professores de química, com o objetivo de enriquecer o ensino e a aprendizagem da disciplina no ensino médio. A primeira sequência visa proporcionar aos alunos uma compreensão aprofundada da química do cabelo, desenvolver habilidades práticas em laboratório, fomentar o pensamento crítico e a consciência ética, além de estimular o engajamento e a curiosidade. A colaboração e a comunicação são enfatizadas, assim como a avaliação do progresso dos alunos.

A segunda sequência didática foca no engajamento ativo dos estudantes, promovendo uma compreensão profunda dos conceitos químicos ao relacioná-los com a estrutura e saúde do cabelo. As atividades práticas são projetadas para desenvolver habilidades analíticas e críticas, enquanto a discussão sobre o impacto dos produtos químicos e o equilíbrio do pH visa aumentar a consciência científica. A aplicação do conhecimento em situações práticas é incentivada, bem como o aprimoramento das habilidades de comunicação e a avaliação formativa.

Com relação a terceira sequência didática, ela aborda os processos químicos do alisamento capilar, conscientizando os alunos sobre os riscos à saúde e a importância de práticas seguras. Espera-se que os alunos desenvolvam habilidades analíticas e de pensamento crítico, participem ativamente das atividades e debates, e adquiram responsabilidade social. A pesquisa incentiva a exploração de conhecimentos além da sala de aula, promovendo a colaboração e o incentivo à pesquisa.

Em resumo, as sequências didáticas propostas buscam não apenas ensinar química de forma eficaz, mas também desenvolver habilidades valiosas para os alunos em sua educação contínua e vida cotidiana. A solidificação do ensino de química é reforçada por meio de discussões críticas e pessoais sobre o alisamento de cabelos, incentivando os alunos a refletirem sobre as implicações de suas escolhas e ações.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal objetivo deste Trabalho de Conclusão de Curso foi realizar um levantamento de informações sobre os tipos de alisamento capilar descritos pela literatura científica, bem como explicar a química envolvida nos procedimentos estéticos para alisar os fios. Os objetivos específicos direcionaram a pesquisa para o fornecimento de materiais didáticos para professores de química do ensino médio, que puderam utilizar em sala de aula com seus alunos, estimulando o aprendizado e a reflexão crítica.

Além disso, o desenvolvimento da pesquisa ofereceu um panorama sobre os riscos e benefícios dos diferentes tipos de alisamento capilar. A problematização da pesquisa girou em torno da reflexão de que, embora a química esteja presente em todos os aspectos do alisamento capilar, o tema ainda era pouco explorado no ensino médio. A carência de materiais didáticos adequados limitou a compreensão dos alunos sobre os princípios químicos subjacentes a essa prática popular.

A pesquisa justificou-se pela relevância social do tema e da necessidade de promover um aprendizado significativo da química. Todo o material produzido foi compartilhado com a comunidade através da divulgação na rede social Facebook do autor da pesquisa, visando a disseminação do conhecimento e a estimulação de discussões pertinentes sobre o assunto. Também demonstrou a importância de conectar o conhecimento químico com aplicações práticas, como o alisamento capilar. Os materiais didáticos desenvolvidos oferecem uma abordagem inovadora para o ensino de química no ensino médio, promovendo um aprendizado significativo e estimulando a reflexão crítica dos alunos.

Em suma, a divulgação da pesquisa através da rede social Facebook amplia o impacto do estudo por levar as informações para um número bem maior de pessoas, contribuindo para uma maior conscientização sobre os princípios químicos envolvidos nos procedimentos de alisamento capilar e seus respectivos riscos e benefícios. A integração desses conhecimentos em sala de aula representa um avanço positivo e satisfatório para a educação, alinhando-se com as necessidades e interesses dos alunos na sociedade contemporânea.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Site do órgão do governo**. Brasília, 2022. Disponível em: < <https://www.gov.br/anvisa/pt-br>>. Acesso em: 01 ago. 2023.

BUSCA DE ESTRUTURAS QUÍMICAS ORGÂNICAS. Disponível em: <<https://www.sigmaaldrich.com/BR/pt/structure-search>>. Acesso em: 25 jan. 2024.

CARRARO, L. **A ciência do cabelo: o livro indispensável ao profissional cabelereiro**. 2. Ed. São Paulo: RED publicações, 2018.

COELHO, J. C.; MARQUES, C. A. **Contribuições freireanas para a contextualização no ensino de Química**. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte), v. 9, n. 1, p. 59–75, jun. 2007. Disponível em: < <http://educa.fcc.org.br/pdf/epec/v9n1/1983-2117-epec-9-01-00049.pdf>>. Acesso em: 01 mar. 2023.

COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DOS CABELOS. Disponível em: <<https://campusvirtual.ufsj.edu.br/mooc/ciencianacomunidade/composicao-e-estrutura-dos-cabelos/>>. Acesso em: 18 fev. 2024.

Sá DIAS, T. C. de. **Avaliação in vitro do efeito de diferentes processos de alisamento químico/térmico na fibra capilar**. 2015. Tese (Doutorado em Produção e Controle Farmacêuticos) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, University of São Paulo, São Paulo, 2015. doi:10.11606/T.9.2017.tde-07122016-111738. Disponível em: < <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/9/9139/tde-07122016-111738/en.php>>. Acesso em: 01 ago. 2023.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra. 1970. versão de arquivo pdf. Disponível em: <http://www.letras.ufmg.br/espanhol/pdf/pedagogia_do_oprimido.pdf>. Acesso em 01 mar. 2024.

ESTRUTURA HIDRÓXIDO DE GUANIDINA. Disponível em: <<https://campusvirtual.ufsj.edu.br/mooc/ciencianacomunidade/progressiva-e-relaxamento-qual-a-funcao/hidroxido-de-guanidina/>>. Acesso em: 25 jan. 2024.

FERREIRA, L. A.; BRAGA, D. C. SUBSTÂNCIAS ATIVAS DO ALISAMENTO CAPILAR E SEUS MECANISMOS DE AÇÃO. **Revista Eletrônica de Farmácia**, Goiânia, v. 13, n. 2, p. 56–63, 2016. DOI: 10.5216/ref.v13i2.36292. Disponível em: <<https://revistas.ufg.br/REF/article/view/36292>>. Acesso em: 01 mar. 2024.

HALAL, J. **Milady Tricologia: química cosmética capilar**. Tradução de EZ2translate. Revisão técnica de Letícia Chaves. 5. Ed. São Paulo: Cengage Learning, 2016.

LEITE JÚNIOR, A.C. **Queda Capilar e a Ciência dos Cabelos: reunião de textos do blog Tricologia Médica**. Editorial CAECI. São Paulo, 2013. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Ademir-Carvalho-Leite-Junior/publication/274063128_Queda_capilar_e_a_ciencia_dos_cabelos/links/5512fbcd0cf2e4da0df2d8ddb/Queda-capilar-e-a-ciencia-dos-cabelos.pdf>. Acesso em: 01 mar. 2024.

COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DOS CABELOS. Disponível em:

<<https://campusvirtual.ufsj.edu.br/mooc/ciencianacomunidade/composicao-e-estrutura-dos-cabelos>>. Acesso em: 01 mar. 2024.

MELLO, M.S. **A evolução dos tratamentos capilares para ondulações e alisamentos permanentes.** Trabalho de conclusão de curso da disciplina de Estágio Curricular em Farmácia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Farmácia, 2010.

Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/26829>>. Acesso em: 01 ago. 2023.

MESQUITA, J.S.; TEIXEIRA, J.C.; SILVA, C.R. **Cabelo (crespo e cacheado) pro alto, me levando a saltos em meio à ressignificação das identidades de mulheres negras em contextos sociais e organizacionais.** Revista Eletrônica de Ciência Administrativa, v. 19, n. 2, p. 227–256, 2020.

Disponível em: <<http://periodicosibepes.org.br/index.php/recadm/article/view/2868/1103>>. Acesso em: 03 set. 2022.

MOTA, A.M. **Técnicas de alisamento: Anatomia, Fisiologia e transformação capilar.**

Ilustrações de Eli Barbosa e Lederly Mendonça. 3ª edição. Fortaleza: Editora Senac Ceará, 2014.

MUELLER, E.R.; ALMEIDA JUNIOR, E. do L.; BATALINI, C. **Processos de alisamento capilar como tema contextualizador para o ensino de Química Orgânica.** Research, Society and Development, v. 9, n. 12, e12291210878, 2020. Disponível em:

<<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/10878/9736>>. Acesso em: 25 jan. 2024.

MULINARI-BRENNER *et al.* **Morfometria de folículos pilosos do couro cabeludo normal.** Anais Brasileiros de Dermatologia, 81(1), 35-40. 2006. Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/abd/a/zsmLRpvLq6r5mrKFKSFLrtk/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 18 fev. 2024.

OLIVEIRA, Y. **Escova progressiva mais ácida gera danos agressivos ao cabelo, mostra estudo.** Disponível em: <<https://jornal.usp.br/ciencias/ciencias-da-saude/escova-progressiva-mais-acida-gera-danos-agressivos-ao-cabelo/>>. Acesso em: 20 jul. 2022.

SILVA, P.C.; BRAGA, A.M. **Intercom -Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação Transição Capilar: O cabelo como instrumento de política e libertação através da identidade e suas influências.** 2015.

Disponível em: <<https://portalintercom.org.br/anais/sudeste2015/resumos/R48-0059-1.pdf>>. Acesso em: 01 mar. 2024.

TSUJI, M.C. **Dermatites de contato em indivíduos expostos a alisantes capilares contendo formaldeído identificados por reação química.** Unesp.br, 2020.

Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/items/906b465e-7f82-482e-8421-eeb08c347ab4>>. Acesso em: 01 set. 2022.

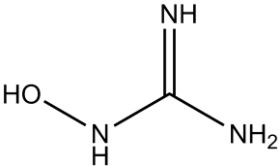
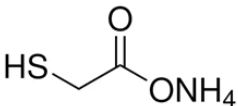
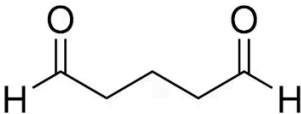
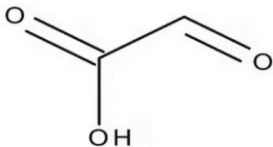
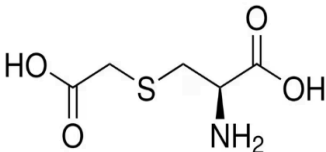
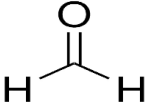
VICENTE, E.D.B.; HOCHHEIM, S. **Estética capilar.** Faculdade Uniasselvi, 2017.

Disponível

em:<<https://www.uniasselvi.com.br/extranet/layout/request/trilha/materiais/livro/livro.php?codigo=23182>>. Acesso em: 18 out. 2022.

APÊNDICE 1 – Materiais de aula para o professor

Quadro 5 - Estruturas químicas das substâncias químicas no alisamento capilar permanente

SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS NO ALISAMENTO PERMANENTE		ESTRUTURA QUÍMICA	FÓRMULA CONDENSADA
ALCALINO	Hidróxido de potássio	$\text{K}-\text{O}-\text{H}$	KOH
	Hidróxido de Guanidina*		HONHCNHNH ₂
	Hidróxido de sódio	$\text{Na}-\text{O}-\text{H}$	NaOH
	Tioglicolato de Amônia (Sal de amônio do ácido tioglicólico)		HSCH ₂ COONH ₄
ÁCIDO	Glutaraldeído (Dialdeído glutárico, Pentano-1,5-dial)		OHC(CH ₂) ₃ CHO
	Ácido Glioxílico		Fórmula empírica (notação de Hill): C ₂ H ₂ O ₃ · xH ₂ O
	Carbocisteína (S-Carboximetil-L-cisteína, 3-carboximetiltio-L-alanina)		Fórmula Empírica (Notação de Hill): C ₅ H ₉ NO ₄ S
	Formaldeído		HCHO

Fonte: PRÓPRIO AUTOR. Dados obtido em: <https://www.sigmaaldrich.com/BR/pt/structure-search>. Acesso em: 25 jan. 2024.

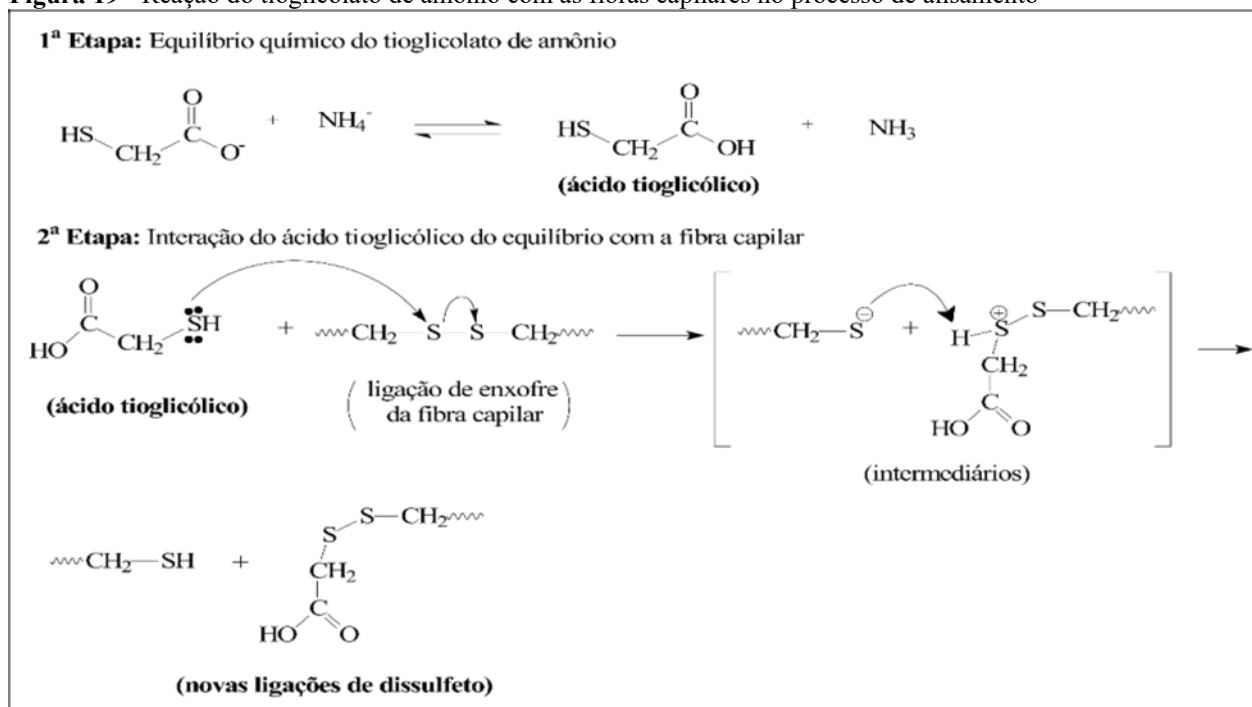
(*) Hidróxido de Guanidina: <https://campusvirtual.ufsj.edu.br/mooc/ciencianacomunidade/progressiva-e-relaxamento-qual-a-funcao/hidroxido-de-guanidina/>. Acesso em: 25 jan. 2024.

As estruturas químicas das substâncias químicas utilizadas no alisamento capilar que este trabalho discute são mostradas no Quadro 5. No Quadro 5 são apresentadas as estruturas químicas das substâncias alcalinas utilizadas no alisamento que correspondem com o

hidróxido de potássio, hidróxido de guanidina, hidróxido de sódio e tioglicolato de amônia. Por outro lado, as substâncias ácidas são o glutaraldeído, ácido glioxílico, carbocisteína e formaldeído. As Figuras 19, 20, 21 e 22 correspondem a reações dos alisantes estudados com as fibras capilares.

Uma observação importante a ser destacada é a de que as fontes literárias deste Trabalho de Conclusão de Curso não apresentaram informações sobre as reações das substâncias químicas hidróxido de potássio, hidróxido de sódio, hidróxido de guanidina e glutaraldeído correspondente a representações gráficas de equações químicas de reações com as fibras de cabelos.

Figura 19 - Reação do tioglicolato de amônio com as fibras capilares no processo de alisamento



Fonte: MUELLER; ALMEIDA JÚNIOR; BATALINI, 2020.

A Figura 19 representa um diagrama químico detalhado das reações envolvidas no processo de alisamento do cabelo usando tioglicolato de amônia. A reação ocorre em 2 etapas:

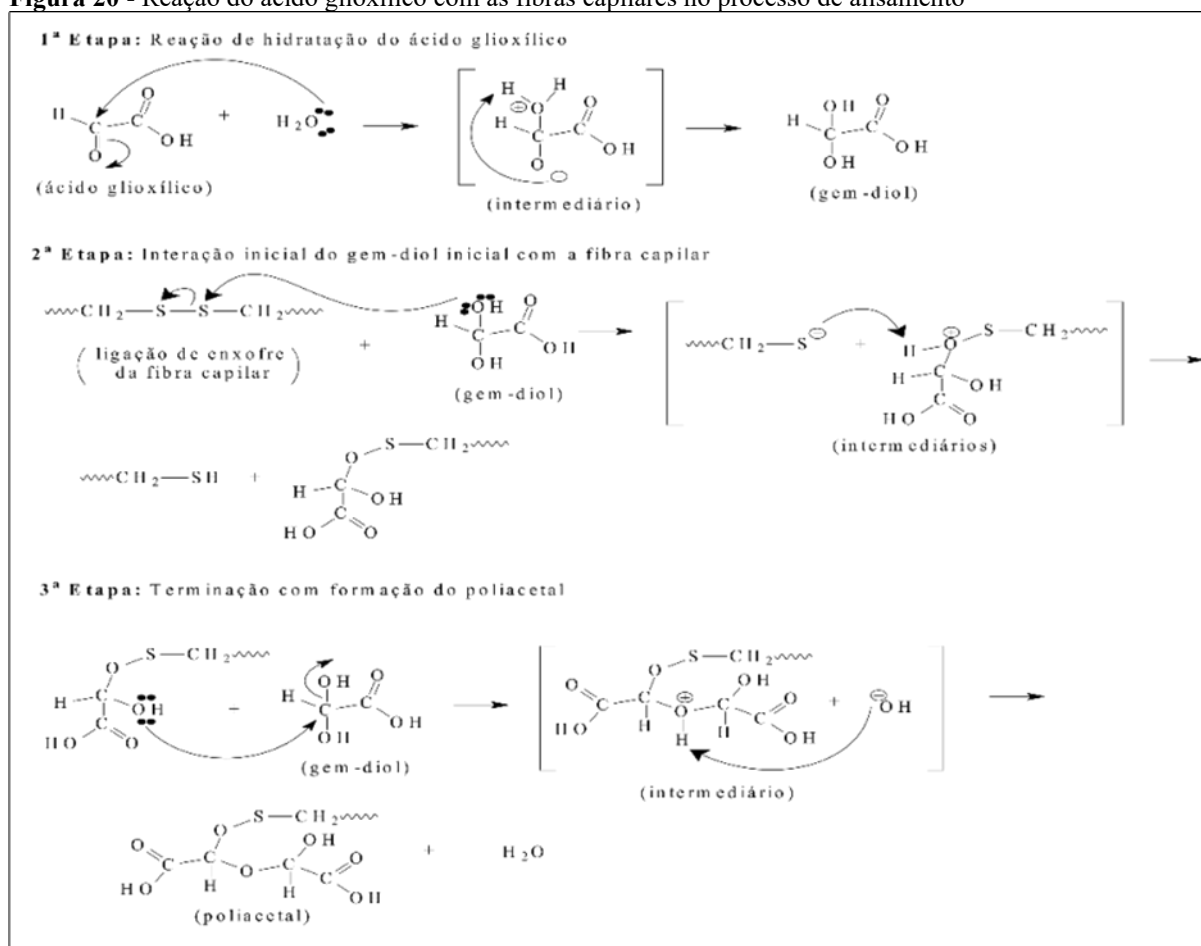
1ª Etapa: Equilíbrio químico do tioglicolato de amônia:

O tioglicolato de amônia é um composto químico usado em produtos de alisamento capilar. Nessa etapa, o equilíbrio químico do tioglicolato de amônia é mostrado. Ele se transforma em ácido tioglicólico e amônia. Essa reação é fundamental para a eficácia do processo de alisamento, pois o ácido tioglicólico é responsável por quebrar as ligações dissulfeto presentes nos fios de cabelo.

2ª Etapa: Interação do ácido tioglicólico com a fibra capilar:

O ácido tioglicólico interage com a fibra capilar. Durante essa interação, ocorre a formação de novas ligações dissulfeto. Essas ligações são cruciais para a reestruturação e alisamento dos fios de cabelo. A fibra capilar é representada como uma estrutura complexa, e as moléculas envolvidas são mostradas em detalhes.

Figura 20 - Reação do ácido glioixílico com as fibras capilares no processo de alisamento



Fonte: MUELLER; ALMEIDA JÚNIOR; BATALINI, 2020.

A Figura 20 representa um processo químico detalhado em três etapas, envolvendo a hidratação do ácido glioixílico e sua subsequente interação e terminação. As estruturas moleculares, as reações químicas e os produtos intermediários estão claramente indicados.

1ª Etapa: Reação de hidratação do ácido glioixílico

O ácido glioixílico é hidratado para formar um intermediário que é então convertido em gem-diol.

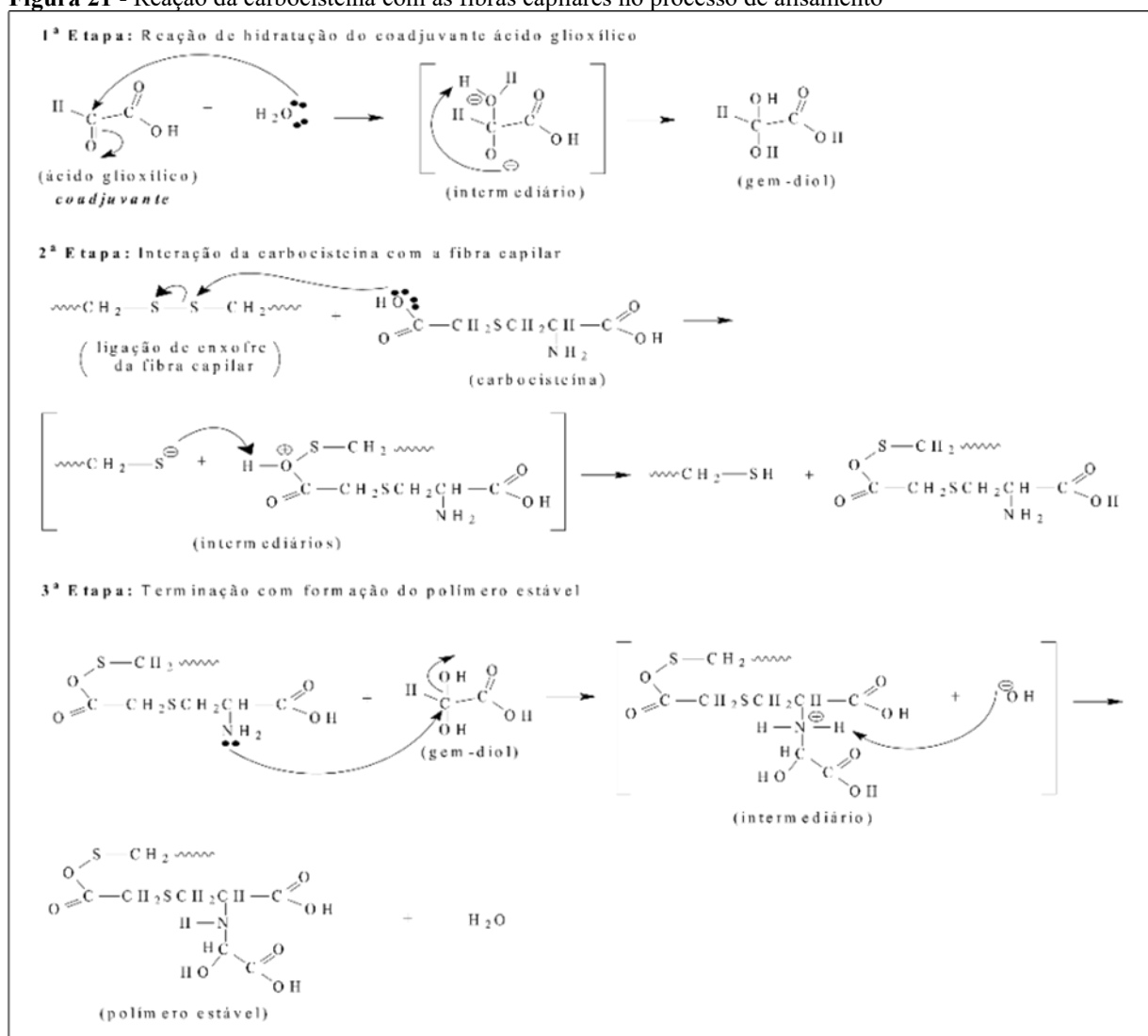
2ª Etapa: Interação inicial do gem-diol com a fibra capilar

Na segunda etapa, ocorre a interação inicial do gem-diol com uma fibra capilar, levando à formação de outro intermediário.

3ª Etapa: Terminação com formação do poliacetal

Na terceira etapa, ocorre a terminação com a formação do poliacetal. Cada etapa é acompanhada por fórmulas estruturais detalhadas dos compostos envolvidos e dos produtos intermediários formados durante as reações.

Figura 21 - Reação da carbocisteína com as fibras capilares no processo de alisamento



Fonte: MUELLER; ALMEIDA JÚNIOR; BATALINI, 2020.

Na Figura 21 existe a representação de um diagrama de três etapas de reações químicas.

Primeira Etapa: Reação de Hidratação do Coadjuvante Ácido Glicólico.

O ácido glicólico é reduzido a um intermediário diol. A reação envolve a adição de água (H_2O^+) ao ácido glicólico. O resultado é a formação do intermediário diol.

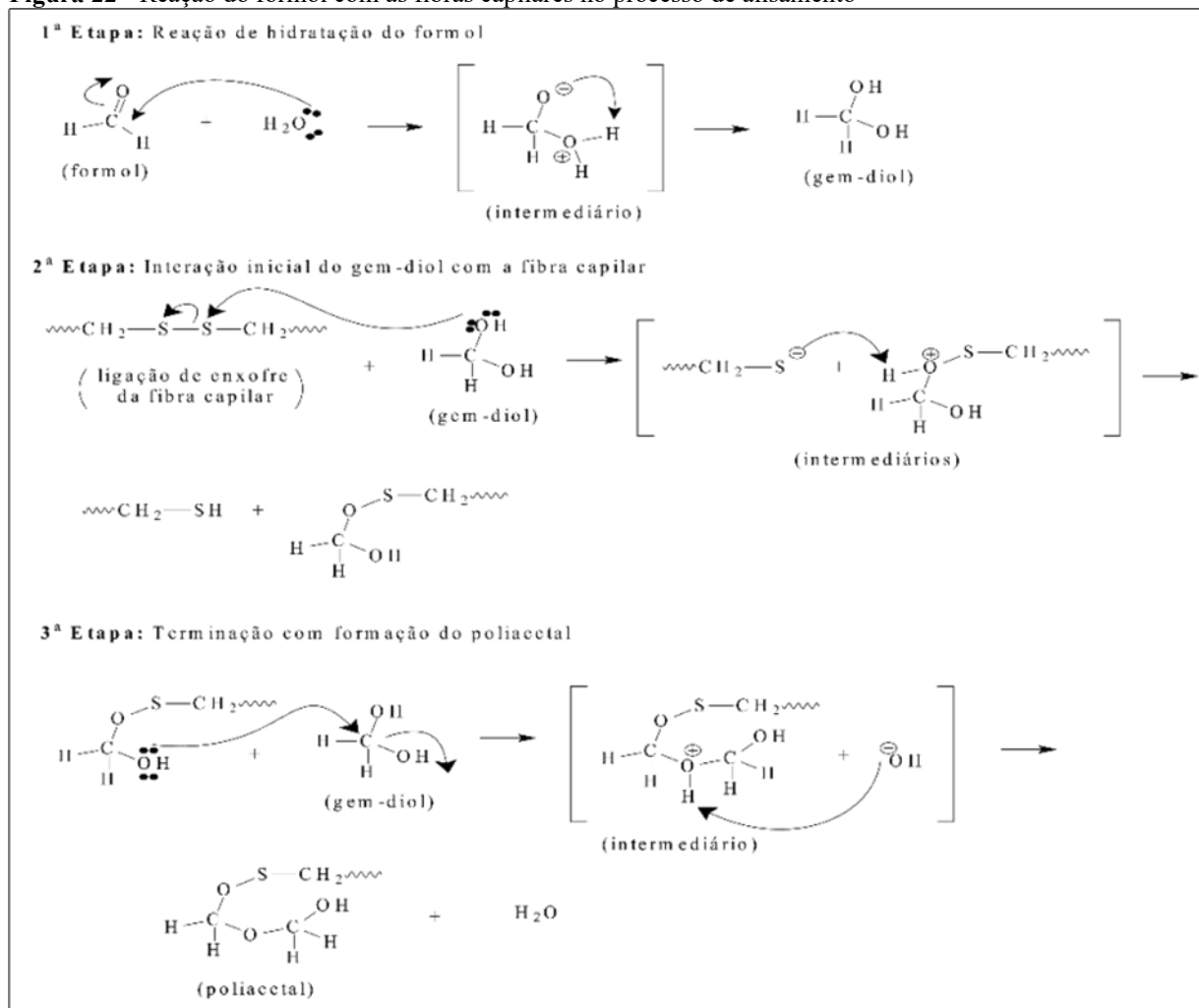
Segunda Etapa: Integração da Carbocisteína com a Fibra Capilar

A carbocisteína está envolvida na ligação covalente com a fibra capilar. Os intermediários formados durante essa etapa estão representados.

Terceira Etapa: Terminação com Formação de um Polímero Estável

O intermediário diol da primeira etapa é utilizado. O processo culmina na formação de um polímero estável.

Figura 22 - Reação do formol com as fibras capilares no processo de alisamento



Fonte: MUELLER; ALMEIDA JÚNIOR; BATALINI, 2020.

Ao analisar a Figura 22, é observado a representação de um processo químico detalhado em três etapas, envolvendo a reação de hidratação do formol, a interação inicial do gem-diol com a fibra capilar e a terminação com formação do poliacetal. Os intermediários e os produtos finais de cada etapa são mostrados em:

1ª Etapa: Reação de hidratação do formol:

O formol é convertido em um intermediário e depois em gem-diol.

2ª Etapa: Interação inicial do gem-diol com a fibra capilar:

O gem-diol interage com uma molécula não especificada para formar intermediários.

3ª Etapa: Terminação com formação do poliacetal:

Os intermediários da segunda etapa são convertidos em poliacetal na presença de água. As fórmulas estruturais dos reagentes, intermediários e produtos estão claramente representadas. As setas indicam a direção das reações químicas.

Informações complementares a serem utilizadas em sala de aula pelo professor:

Proposta de Material para o professor 1

Tipos de alisamento capilar:

Alisamento temporário (Água e Calor)

As ligações químicas que ocorrem entre os aminoácidos constituintes da queratina do cabelo mantêm a estrutura do fio de cabelo. As ligações de hidrogênio e as ligações iônicas são quebradas no simples ato de molhar os cabelos, tornando a água o principal responsável pelo alisamento térmico ou temporário.

Alisamento Permanente (utilização de produtos químicos)

A forma do cabelo pode ser modificada quando as ligações dissulfetos são rompidas. Esse tipo de alisamento altera apenas a haste do cabelo, não afetando a parte viva que se encontra no bulbo, inserida na derme do couro cabeludo. Isso significa que o alisamento não afeta o novo cabelo que ainda está por nascer.

Fonte: FERREIRA e BRAGA, 2016

Proposta de Material para o professor 2

Produtos para procedimentos de alisamento capilar que envolvem o uso de chapinha, como realinhamento capilar, defrizante, botox capilar, reestruturação capilar, blindagem capilar, escova progressiva e similares, estão em situação irregular no mercado de acordo com a ANVISA. Esses produtos geralmente contêm um agente redutor que quebra as ligações dissulfeto intramoleculares do cabelo. Além disso, é importante observar que substâncias altamente ácidas estão sendo utilizadas no mercado atual, resultando em uma nova estruturação do fio capilar com rigidez deformada, ausência de células cuticulares e alta queratinização.

Fonte: FERREIRA e BRAGA, 2016

Proposta de Material para o professor 3

No alisamento/relaxamento químico, o alisamento ocorre através da quebra das ligações de cisteína, responsáveis pelas pontes dissulfeto que mantêm a estrutura do cabelo. Em seguida, uma solução alcalina é aplicada para moldar o cabelo em um novo formato, sendo posteriormente neutralizada para interromper o processo químico.

Um melhor visual do cabelo muito crespo ou cabelo “Afro” após passar pelo alisamento/relaxamento químico é também passar pela ondulação permanente sendo um procedimento de enrolar os cabelos após o alisamento.

Ondulação permanente em cabelos afros é um pouco diferente comparado aos cabelos caucasóides, pois o cabelo deve primeiro ser esticado para depois ser enrolado.

Fonte: MELO, 2010

Proposta de Material para o professor 4

Ondulação permanente é considerado um inverso do alisamento por encrespar o cabelo naturalmente liso.

As químicas do alisamento permanente e da ondulação permanente são diferentes. A ação de cada uma promove um resultado diferente.

Fonte: HALAL, 2016

Proposta de Material para o professor 5

Tipos de alisamento permanente

A escolha do melhor produto para cada pessoa depende do tipo de cabelo. Diferentes tipos de cabelo respondem de maneira significativamente diferente aos tratamentos. Essa é a razão pela qual os salões de beleza são mais comuns para aplicação de alisantes, pois a orientação profissional na seleção e aplicação dos produtos ajuda a obter resultados mais satisfatórios.

Hidróxidos

São compostos a base de hidróxido de sódio ou de potássio (com lixívia).

Existem alisantes sem lixívia como o hidróxido de guanidina.

Alisantes com lixívia são produtos químicos irritantes. São de uso profissional em salões de beleza.

Os produtos de alisamento sem lixívia foram criados para uso doméstico. Os componentes ativos causam menos irritação no couro cabeludo, mas requerem mais aplicações, o que pode levar a uma maior desidratação.

Independentemente do produto escolhido, alguns danos aos cabelos são inevitáveis.

No alisamento com Hidróxido de Guanidina ocorre menos irritação e odor brando durante a aplicação sendo necessário a aplicação de dois componentes separados antes de ser aplicado no cabelo, sendo no mesmo dia para evitar qualquer alteração química do produto.

Fonte: MELLO, 2010

Proposta de Material para o professor 6

Tipos de alisamento permanente

Tióis

O alisamento com tioglicolato é geralmente menos potente que o hidróxido de sódio e mais suave que a guanidina. A concentração está relacionada ao pH da solução de amônia. Uma solução de tioglicolato a 6% em pH 9,8 tem o mesmo efeito que uma solução a 10% em pH 9,35, mas a primeira pode ser mais irritante devido à maior concentração de amônia e ter um odor desagradável. Normalmente, utiliza-se uma solução entre 7,5% e 11% com pH entre 9-9,3, levando em consideração o tipo de cabelo.

Fonte: MELLO, 2010

Proposta de Material para o professor 7

Tipos de alisamento permanente

Formaldeído e Glutaraldeído

O formaldeído tem a capacidade de se ligar às proteínas da cutícula capilar e aos aminoácidos presentes na solução de queratina. Isso resulta na formação de um filme endurecedor ao longo do fio, tornando-o impermeável e mantendo-o rígido e liso. No entanto, esse processo torna o cabelo mais propenso a quebrar diante de traumas diários, como pentear e prender os cabelos. Um problema significativo é que o formol é uma substância volátil e, quando aquecido, sua quantidade inalada aumenta tanto para quem aplica quanto para quem se submete ao tratamento. Para obter o efeito alisante desejado, o formaldeído é utilizado em concentrações entre 20% e 30%, mas isso é totalmente proibido.

Glutaraldeído vem sendo utilizado como alisante desde a proibição do formol.

A solução de formaldeído (ou formol) e o glutaraldeído têm seus usos permitidos em uma concentração máxima de 0,2% nos produtos capilares. Nesse caso, sua função é conservar o produto contra a ação de microorganismos, e não como agente alisante.

O uso inadequado do formol e do glutaraldeído como alisantes pode causar danos graves aos usuários e aos profissionais envolvidos. Alguns dos danos mais comuns incluem irritação, coceira, queimaduras, inchaço, descamação e vermelhidão do couro cabeludo, queda de cabelo, ardência e lacrimejamento dos olhos, falta de ar, tosse, dor de cabeça, ardência e coceira no nariz devido ao contato direto com a pele ou inalação de vapor. Exposições repetidas podem levar a sintomas como boca amarga, dores abdominais, náuseas, vômitos, desmaios e feridas na boca, narinas e olhos. Além disso, o uso dessas substâncias pode estar associado ao desenvolvimento de câncer nas vias aéreas superiores (nariz, faringe, laringe, traqueia e brônquios) e até mesmo à morte. É extremamente importante evitar o uso não autorizado desses produtos.

Fonte: MELLO, 2010

Proposta de Material para o professor 8

Tipos de alisamento permanente

A partir de 2003, surgiram no mercado produtos conhecidos como "escovas progressivas". No entanto, esses produtos utilizavam formaldeído como componente ativo, o qual foi posteriormente proibido pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) devido aos seus efeitos danosos à saúde. Como alternativa, outras substâncias ativas começaram a ser utilizadas, tais como glutaraldeído, ácido glioxílico e produtos à base de carbocisteína com ácido glioxílico.

Diversos produtos contêm formaldeído e glutaraldeído em suas formulações, mas a ANVISA não permite seu uso devido ao potencial carcinogênico. Em vez disso, o ácido glioxílico e a carbocisteína têm sido utilizados para alisar os cabelos.

Fonte: Sá DIAS, 2015

Proposta de Material para o professor 9

Tipos de alisamento permanente

Carbocisteína

A carbocisteína é conhecida por realizar a selagem da cutícula capilar, contribuir para a reconstrução da fibra capilar e, quando aplicada de forma progressiva, apresentar propriedades alisantes. Este ativo alisante por si só não possui propriedades alisantes. Para que ela tenha essa ação, é necessário um processo de oxidação das ligações de cistina em um pH baixo, utilizando o ácido glioxílico. É importante ressaltar que esse tipo de ativo não possui registro na ANVISA como alisante.

Ácido Glioxílico

O ácido glioxílico e outros agentes alisantes que são formaldeído liberadores não exibem a odorização típica do formaldeído. Através de reações químicas de degradação termoinduzida, essas substâncias liberadoras são convertidas em formaldeído, o qual desempenha um papel fundamental no processo de alisamento capilar.

Fonte: FERREIRA e BRAGA, 2016

As propostas de materiais de aula para o professor apresentam uma organização sistemática dos tipos e riscos do alisamento capilar, extraída de nove propostas. A Proposta 1 oferece uma introdução aos dois principais tipos de alisamento, enquanto a Proposta 2 alerta sobre os perigos dos produtos que utilizam chapinhas. Em seguida, a Proposta 3 detalha o processo químico de alisamento/relaxamento, e a Proposta 4 diferencia o alisamento permanente da ondulação permanente. A Proposta 5 aprofunda-se nos diversos tipos de alisamento permanente, enquanto a Proposta 6 descreve o alisamento com tioglicolato. A Proposta 7 adverte sobre os riscos do formaldeído em produtos de alisamento, e a Proposta 8 apresenta alternativas ao formaldeído que surgiram no mercado. Por fim, a Proposta 9 oferece uma visão geral da carbocisteína e do ácido glioxílico, dois ativos utilizados em produtos para alisamento capilar.

APÊNDICE 2 – link de acesso deste TCC

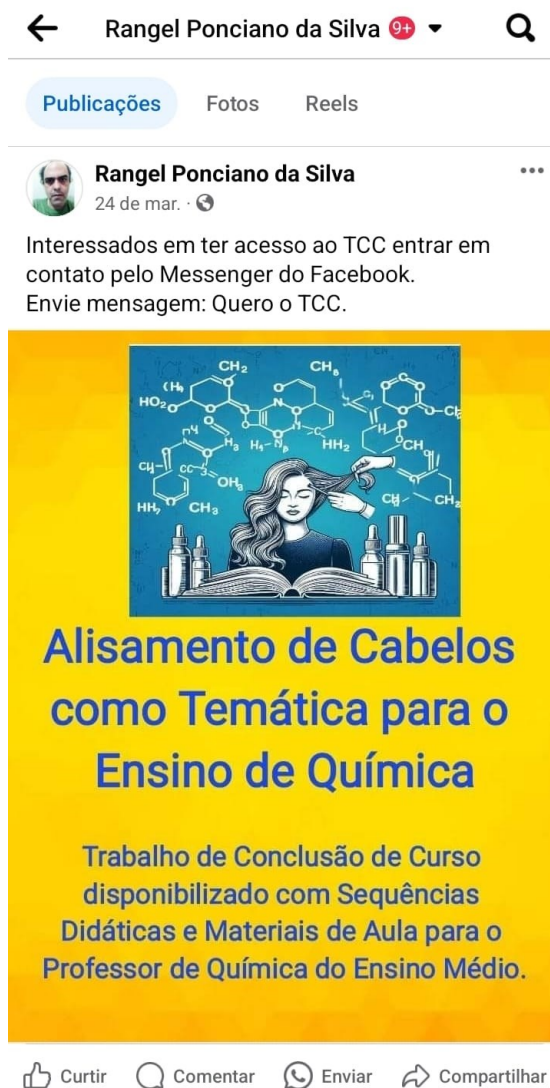
Figura 23- Código Qr-code para acessar a publicação do TCC na rede social Facebook do autor:



Utilize o Smartphone para escanear o código e abrir o link de acesso.

Fonte: PRÓPRIO AUTOR, 2024. Código gerado utilizando a ferramenta do site websiteplanet. Disponível em: <<https://www.websiteplanet.com/pt-br/webtools/free-qr-code-generator/>>. Acesso em: 24 mar. 2024.

Figura 24- Publicação do TCC na rede social Facebook do autor:



Fonte: PRÓPRIO AUTOR, 2024. Publicação do Facebook do autor. Disponível em: <<https://www.facebook.com/share/p/NXEQsKDeT2gLg6ME/?mibextid=oFDknk>>. Acesso em 24 mar. 2024.