



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

Maria Clara Ferreira da Silva

UMA BREVE REVISÃO ACERCA DA QUÍMICA DOS PRODUTOS DESTINADOS A
CABELOS CACHEADOS

Recife
2025

Maria Clara Ferreira da Silva

**UMA BREVE REVISÃO ACERCA DA QUÍMICA DOS PRODUTOS DESTINADOS A
CABELOS CACHEADOS**

Monografia apresentada a coordenação do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Licenciada em Química.

Orientadora: Prof^ª. Dr.^a Lidiane Macedo Alves de Lima

**Recife
2025**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Bibliotecário(a): Suely Manzi – CRB-4 809

S586b Silva, Maria Clara Ferreira da.

Uma breve revisão acerca da química dos produtos destinados a cabelos cacheados / Maria Clara Ferreira da Silva. – Recife, 2025.
62 f.; il.

Orientador(a): Lidiane Macedo Alves de Lima.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Licenciatura em Química, Recife, BR-PE, 2025.

Inclui referências.

1. Cabelos - Cuidados e higiene. 2. Produtos para cabelos . 3. Composição química. I. Lima, Lidiane Macedo Alves de, orient. II. Título

CDD 540

FOLHA DE APROVAÇÃO

Maria Clara Ferreira da Silva

UMA BREVE REVISÃO ACERCA DA QUÍMICA DOS PRODUTOS DESTINADOS A CABELOS CACHEADOS

Monografia apresentada e aprovada em: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof^a. Dr.^a Lidiane Macedo Alves de Lima (Orientadora)
Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE

Dr.^a Amanda Katielly Jordão Pessoa Felix da Silva (Examinadora externa)
Centro Regional de Ciências Nucleares do Nordeste – CRCN/NE

Prof^a. Dr.^a Katia Cristina Silva De Freitas (Examinadora interna)
Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE

Dedico este trabalho à toda minha família e para todos que de alguma forma me ajudaram durante sua produção e pelo percurso da graduação.

AGRADECIMENTOS

Infelizmente não existe espaço para realizar um agradecimento a todas as pessoas pelo qual eu sou imensamente grata pelo apoio e ajuda. Passei muitos anos da vida em que teria poucas pessoas para realmente agradecer, mas graças a Deus esse tempo passou e hoje sou rodeada de pessoas que realmente valem a pena serem celebradas. Quero começar agradecendo a meu bom Deus, que me salvou de mim mesma e que aguenta fortemente esta filha desesperada e que por muitas vezes decide desistir por medo. Logo em seguida quero agradecer a meu marido, que está comigo desde o começo da faculdade, e nestes anos nos conhecemos, apaixonamos, noivamos e nos casamos.

Você é minha maior inspiração de vida, é quem me dá forças e consolo e não me deixa desistir. Nunca vou cansar de dizer que me apaixonei quando você me ensinou balanceamento por íon-elétron e isso resume muito nosso amor, sempre crescendo juntos e nos apoiando. Te agradeço por toda ajuda e por toda a vida que temos e teremos juntos, eu te amo. Tudo isso é graças a você. Também agradeço a meus pais por todo apoio e incentivo em estudar, vocês me ensinaram a correr atrás do que realmente vale a pena, e me mostraram as diferentes formas que se pode demonstrar amor por alguém, principalmente por meio dos atos e do cuidado. Muito obrigada por cuidarem de mim e por me levarem para o melhor caminho. Junto a isso, quero agradecer a minha irmã, que é minha maior motivação, é quem me dá força para ser exemplo e por quem eu mato e morro. Sua vida é o maior presente que já recebi, e todo dia sou grata por isso. Te amo demais, irmã.

Quero agradecer a todos meus amigos da faculdade que sofreram comigo e nunca desistiram de ir atrás do que tanto queriam. Cada um tem uma história de vida, mas todos são unidos pelo amor a lecionar e a passar tanto conhecimento incrível. Amo vocês. As minhas amigas que não são da faculdade, devo grande parcela da minha vida a vocês, pois me mostraram o verdadeiro amor em um momento que eu não conseguia vê-lo. Obrigada por me reconstruir em um período que eu não desejava isso. Amo vocês.

E por fim, e muito importante, quero agradecer a Lidiane por não desistir de mim. Desde que comecei a trabalhar, a faculdade se tornou motivo de desespero, e você sempre entendeu isso. Obrigada por me apoiar e por me entender. Também queria agradecer a professora Mônica, que é uma inspiração de mulher e de profissional, admiro demais sua história e perseverança.

Agradeço a banca, Professoras Dra. Katia Cristina e Dra. Amanda Katielly Jordão pelas contribuições neste trabalho.

Para encerrar, quero agradecer a Rural, por me apresentar a pessoas incríveis, ao amor da minha vida, e por me proporcionar realizar meu sonho de ser professora.

RESUMO

A formação da identidade cultural e individual perpassa por características físicas, e os cabelos cacheados têm se mostrado uma forma de propagar saberes culturais ao longo do tempo. Tal característica física pode ter sido selecionada por pressões de seleção ao longo da história das migrações humanas, devido às suas propriedades, principalmente pela estrutura helicoidal do fio, maior volume e compactação da fibra, o que auxilia na proteção térmica e na regulação da temperatura. Essa característica também é responsável por propriedades como maior porosidade, pouca uniformidade lipídica e retenção de umidade no fio. Assim, este trabalho tem como objetivo realizar uma revisão bibliográfica sobre a composição química dos produtos destinados a cabelos cacheados, analisando os principais componentes presentes nessas formulações e seus impactos na estrutura capilar. A metodologia utilizada para selecionar os artigos/trabalhos acadêmicos/livros dessa revisão foi a utilização dos descritores 'cabelos cacheados', 'produtos para cabelos cacheados' e 'química dos produtos capilares' nas bases de dados *Scielo*, *PubMed*, *Scopus*, *ScienceDirect*, *Google Acadêmico* e *Web of Science*, aplicando filtros para enquadrar os trabalhos na temática principal. Os parâmetros de seleção dos artigos utilizados na pesquisa foram baseados em publicações científicas dos últimos 10 anos. Ao final da pesquisa, os trabalhos foram selecionados, e as considerações principais de cada artigo sobre a temática principal foram sumarizadas em uma tabela. A temática da Química dos cabelos cacheados se mostrou muito vasta quando abordada de forma isolada, mas pouco explorada quando os termos são combinados, evidenciando a necessidade de mais pesquisas, não apenas pela crescente valorização dos cabelos cacheados, mas também pelo desenvolvimento de produtos específicos para cuidar e tratar essa fibra de acordo com suas particularidades.

Palavras-chave: Cabelos cacheados. Produtos para cabelos cacheados. Composição química.

ABSTRACT

The formation of cultural and individual identity involves physical characteristics, and curly hair has proved to be a way of propagating cultural knowledge over time. This physical characteristic has been selected by selection pressures throughout the history of human migrations, due to its properties, mainly the helical structure of the hair, greater volume and compactness of the fiber, which helps with thermal protection and temperature regulation. This characteristic is also responsible for properties such as greater porosity, poor lipid uniformity and moisture retention in the yarn. The aim of this study is to carry out a literature review on the chemical composition of products intended for curly hair, analyzing the main components present in these formulations and their impact on the hair structure. The methodology used to select the articles/academic papers/books for this review was to use the descriptors 'curly hair', 'products for curly hair' and 'chemistry of hair products' in the Scielo, PubMed, Scopus, ScienceDirect, Google Scholar and Web of Science databases, applying filters to fit the papers into the main theme. At the end of the search, the papers were selected and the considerations of each article on the main theme were summarized in a table. The subject of the chemistry of curly hair proved to be very vast when approached in isolation, but little exploited by the researchers.

Keywords: Curly hair. Products for curly hair. Chemical composition.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 - Representação do folículo capilar	15
Figura 2 - Representação esquemática da seção transversal de uma fibra de cabelo humano, destacando suas camadas e estrutura interna.	16
Figura 3 - Representação de como a queratina está envolvida na construção da fibra capilar	17
Figura 4 - Representação da diferença estrutural entre os tipos de queratina, e como suas fibras são formadas.	18
Figura 5 - Estrutura da cisteína e de seu dímero, por formação de ligações dissulfeto.	19
Figura 6 - Estruturas dos principais lipídios presentes na constituição das fibras capilares.	20
Figura 7 - Interações presentes as cadeias polipeptídicas que compõem as fibras capilares	22
Figura 8 - Estruturas químicas dos principais agentes umectantes utilizados nas formulações de produtos para cabelo.	23
Figura 9 - Representação das disposições de feomelanina e eumelanina excretada pelos melanócitos	24
Figura 10 - Estruturas dos pigmentos presentes no cabelo em (a) temos eumelanina, em (b) feomelanina.	24
Figura 11 - Esquema de biossíntese dos pigmentos eumelanina e feomelanina.	25
Figura 12 - Escala de Tons capilares.	26
Figura 13 - Esquema que descreve o processo de oxidação dos dímeros de cisteína nas fibras capilares.	27
Figura 14 - Estruturas das principais classes de compostos usados no processo de coloração oxidativa de fibras capilares.	27
Figura 15 - Estruturas químicas do cloreto de behentrimônio em (a), e do dimeticone copoliol (b).	29
Figura 16 - Tipos de cabelo com relação a etnia. Em (a) cabelo asiático, (b) cabelo africano, (c) cabelo caucasiano.	30

Figura 17 - Sistema de classificação capilar proposto por Andre Walker.	33
Figura 18 - Variação do grau de ondulação dos cachos. Em (A) apresenta fibras com maior grau de ondulação a direita. E menor a esquerda, (B) aplicação das fibras capilares com baixo grau de ondulação e (C) ampliação das fibras com baixo grau de ondulação.	36
Figura 19 - Gráfico da distribuição do número de artigos encontrados em relação as categorias do Web of Science®, utilizando a palavra-chave “cabelos cacheados”.	43
Figura 20 - Gráfico de barras obtido a partir das palavras chaves que mostra o número de publicações e citações em função do recorte temporal estabelecido para o termo “cabelo cacheado”.	44
Figura 21 - Gráfico de correlação entre autores e número de citações para o termo “cabelo cacheado”.	44
Figura 22 - Gráfico do número de publicações em relação as categorias do Web of Science para o termo "produtos para cabelos cacheados".	46
Figura 23 - Gráfico de publicações e citações em função do recorte temporal para o termo "produtos para cabelo cacheado"	46
Figura 24 - Gráfico de correlação entre autores e número de citações para o termo “produtos para cabelo cacheado”.	47

LISTAS DE QUADROS

Quadro 1 - Resumo das principais características físicas dos três tipos de cabelo apresentados. 31

Quadro 2 - Síntese dos dados obtidos após a análise dos trabalhos que se enquadram nos parâmetros da revisão. 49

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	14
2.1	OBJETIVO GERAL	14
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
3.1	Estrutura do cabelo	15
3.2	Composição química do cabelo	17
3.2.1	Proteínas	17
3.2.2	Lipídeos	19
3.2.3	Umidade das fibras capilares	21
3.2.4	Pigmentos e cor do cabelo	23
3.3	Tipos de cabelo em relação a etnia	29
3.4	Alisamento	34
3.5	Cabelo cacheado	35
3.5.1	Principais cuidados para cabelos cacheados	37
3.6	Produtos destinados a cabelos cacheados	39
4	METODOLOGIA	42
5	RESULTADOS	43
6	CONCLUSÕES	52
	REFERÊNCIAS	53

1 INTRODUÇÃO

O cabelo sempre teve um efeito grande na criação de identidade e autoconfiança, especialmente em mulheres. Além de proteger o couro cabeludo, também tem valores culturais, sociais e estéticos que mudam dependendo do tempo e da sociedade (SBD, 2018).

A variedade genética e étnica da população é mostrada pela diversidade de tipos de cabelo, cada um com suas próprias características únicas em termos de textura, porosidade densidade e curvatura. Essas diferenças afetam diretamente o cuidado necessário para manter o cabelo saudável. Entre os vários tipos de cabelos, os cabelos crespos/cacheados, nos últimos anos, se tornou um dos mais populares na indústria de cosméticos, assim como na pesquisa científica. Esse tipo de cabelo tem uma forma natural que pode mudar de ondas leves até cachos mais fechados, e também costuma apresentar aspecto seco e frágil pela sua composição diferente (Silva, 2018).

Assim, o cabelo cacheado precisa de cuidado e itens especializados que tentam atender às suas necessidades únicas, como lavar, secar e arrumar. Ultimamente, a quantidade de produtos destinados à cabelos cacheados têm crescido de forma exponencial. Esse fato se deve pelo incentivo a novas tecnologias no ramo de cosméticos, como também a um movimento social que suporta diferenças no cabelo. Números do Google Trends mostram que buscas sobre mudança de cabelo e cuidados para cabelos “enrolados” e crespos subiram mais de 25%, o que mostra um crescente interesse nessa temática (SBQ, 2017).

Além disso, as redes sociais têm sido importantes nessa procura por produtos para cabelos cacheados, porque ajudam a propagar notícias, vivências e saberes sobre o cuidado com esses tipos de fios, popularizando ainda mais essa temática. O aumento da procura por produtos específicos para cabelos cacheados vem de vários motivos: a maior ênfase em mostrar diversidade na área de beleza, as novidades em estudos científicos e o desejo das pessoas por composições que atendam às suas verdadeiras necessidades. Pensando nisso, é importante entender o que torna essas fórmulas diferentes das outras e quais componentes químicos são fundamentais para a saúde e a forma dos cachos.

A partir dessa investigação, pretende-se responder algumas questões essenciais: O que torna os produtos para cabelos cacheados diferentes dos demais? Quais ingredientes desempenham um papel fundamental na manutenção da saúde dos fios cacheados? Com essa abordagem, espera-se contribuir para um melhor entendimento sobre a química dos cosméticos capilares e auxiliar consumidores e profissionais da área na escolha de produtos mais eficazes e adequados.

Diante disso, este trabalho tem como objetivo revisar a composição química dos produtos destinados a cabelos cacheados, analisando os principais componentes presentes nessas formulações e seus impactos na estrutura capilar. A partir disso, foi realizada uma revisão bibliográfica baseada em artigos científicos, livros e documentos regulatórios, com consulta a bases de dados. A seleção das fontes priorizou estudos recentes (recorte temporal de 10 anos) e relevantes para a compreensão do tema.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Realizar uma revisão bibliográfica sobre a composição química dos produtos capilares destinados a cabelos cacheados, analisando seus principais componentes, mecanismos de ação e impactos na estrutura capilar.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

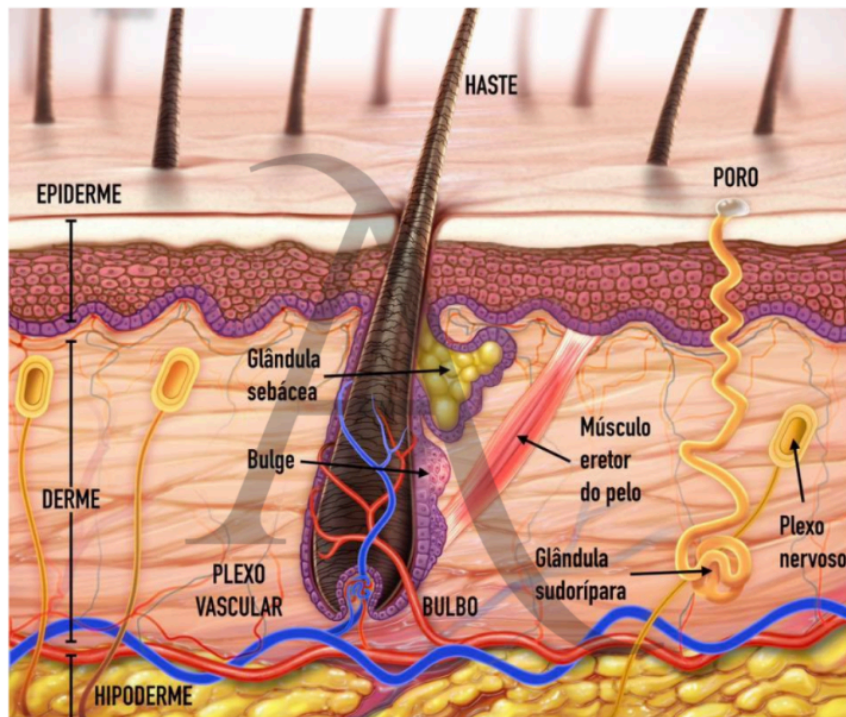
- Caracterizar a estrutura química e fisiológica dos cabelos cacheados, destacando suas particularidades em relação a outros tipos de fios;
- Identificar e categorizar os principais componentes químicos presentes em produtos capilares para cabelos cacheados, incluindo tensoativos, agentes condicionantes, umectantes, polímeros e conservantes;
- Analisar os mecanismos de interação dos ingredientes com a fibra capilar, considerando fatores como hidratação, nutrição, definição dos cachos e proteção contra danos;
- Avaliar os potenciais efeitos benéficos e adversos do uso contínuo desses produtos, com base na literatura científica;
- Investigar inovações e tendências na formulação de cosméticos capilares para cabelos cacheados, considerando aspectos químicos, ambientais e regulatórios.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 ESTRUTURA DO CABELO

O cabelo é um filamento (**Figura 1**) que se origina nos folículos capilares, localizados nas camadas da derme e epiderme sendo classificado como um biopolímero de proteínas estruturais. Sua composição inclui lipídios, água e pigmentos, sendo predominantemente constituído por queratina, uma proteína formada, em média, por 20 aminoácidos. Essa estrutura confere ao fio capilar propriedades como elasticidade e resistência, destacando-se a presença de aminoácidos sulfurados, como a cisteína, que desempenham um papel essencial na estabilidade da fibra capilar (Buffoli *et al.*, 2014a).

Figura 1 - Representação do folículo capilar.

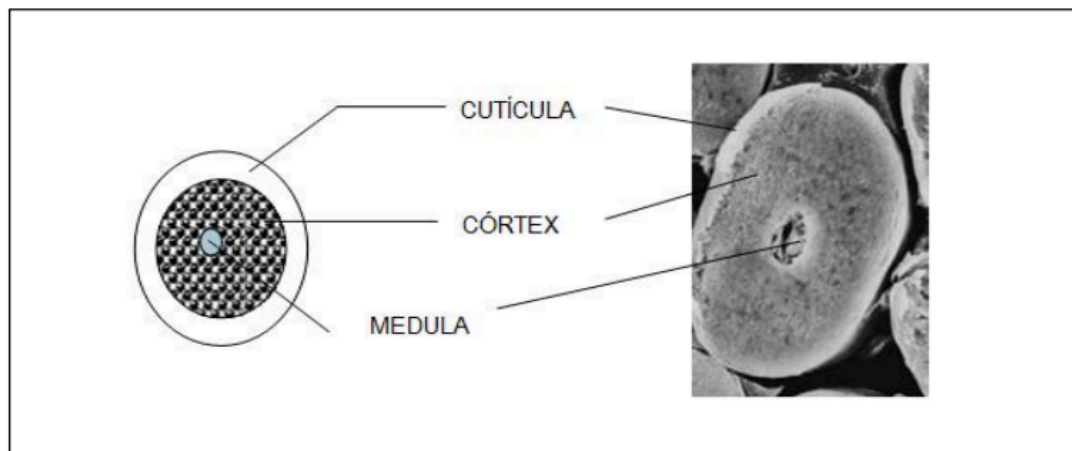


Fonte: Alur Medical (2025).

A estrutura externa do fio é dividida em 3 principais regiões, são elas: cutícula, córtex e medula (**Figura 2**). A cutícula representa aproximadamente 10% da massa

total do fio capilar, sendo essa a camada mais externa e composta por 6 a 8 camadas de células sobrepostas, formando escamas (Kwon *et al.*, 2024). Essa estrutura desempenha um papel fundamental na proteção do fio contra diversos processos físicos, como o atrito, o pentear e o aquecimento, bem como contra tratamentos químicos, como tintura e alisamento. Além de proteger o córtex capilar, também é responsável por características superficiais importantes do cabelo, como o brilho e a elasticidade (Richena e Rezende, 2016).

Figura 2 - Representação esquemática da seção transversal de uma fibra de cabelo humano, destacando suas camadas e estrutura interna.



Fonte: Santos (2017).

O córtex capilar é a parte do fio que contém a maior parte de sua massa, representando cerca de 80% da totalidade. É nesta região que se encontra a maior quantidade de queratina, a principal proteína estruturante do cabelo. Por essa razão, o córtex é fundamental na determinação das características do fio, como sua resistência, permeabilidade e textura (Bhushan; Chen, 2006). Além disso, no córtex é localizado a melanina, que confere a cor do cabelo. As cadeias de queratina e protofibras presentes no córtex, que garantem resistência e coloração ao fio, são formadas por pontes de sulfeto (cisteína) e salinas. As pontes formadas pela cisteína, em particular, são compostas por dois átomos de enxofre, criando ligações químicas extremamente fortes (Hirai *et al.*, 2024).

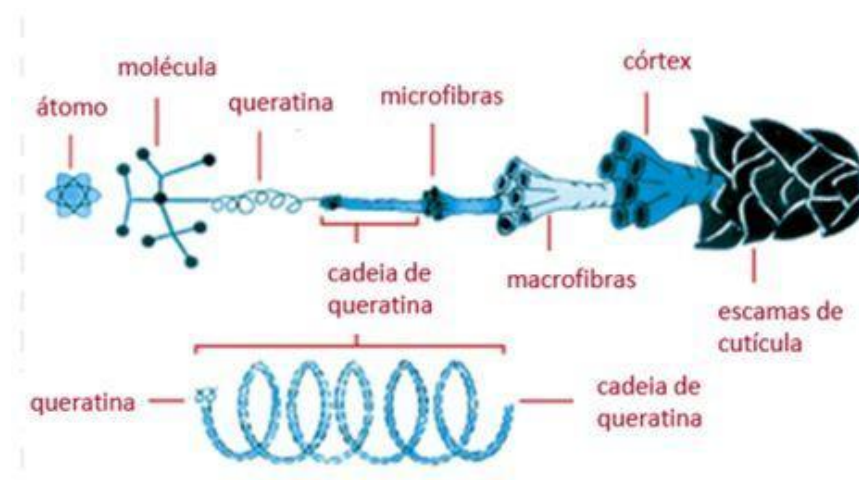
A medula é a parte mais interna do fio, composta principalmente por células mortas, lipídeos e ar, porém pouco presente, podendo ser inexistente em certos casos, não possui função definida, porém isso não influencia na estrutura do fio. Alguns estudos destacam que o fio que possui medula presente é um fio mais espesso, diferente do fio ausente de medula (Zgonc Škulj *et al.*, 2020). Em sua estrutura, também pode-se encontrar o pigmento melanina, que define a coloração do fio, contudo o papel da medula não é esclarecido. Por fim, a medula é a única parte da fibra capilar que se conecta diretamente ao bulbo, sendo responsável por transportar minerais e nutrientes ao longo do cabelo. Esse processo permite que as células formadas no bulbo, que são essenciais para o crescimento capilar, sejam conduzidas até as extremidades dos fios (Zgonc Škulj *et al.*, 2020).

3.2 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO CABELO

3.2.1 Proteínas

Conforme abordado em tópico anterior, o cabelo humano é uma matriz complexa composta principalmente de proteínas. O principal grupo dessa classe de macromoléculas presentes no cabelo é o das queratinas (**Figura 3**). A queratina compõe um grupo composto por mais de 30 tipos de proteínas com longas cadeias de aminoácidos de alta massa molecular, ligados entre por diferentes tipos de interações químicas (Koch *et al.*, 2020a).

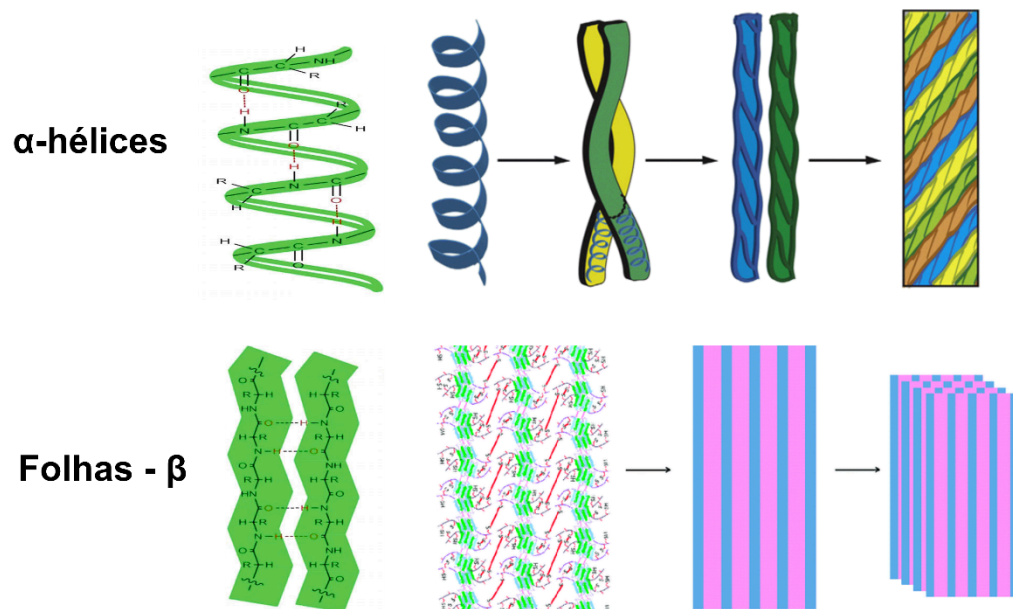
Figura 3 - Representação de como a queratina está envolvida na construção da fibra capilar.



Fonte: Cosmetic innovation (2016).

Além das queratinas dos capilares, também existem as queratinas que formam estruturas mais duras a exemplo são as unhas. A diferença entre elas é estrutural e na composição. Enquanto a capilar possui a forma de uma alfa - hélice (estrutura helicoidal) e maior quantidade de cisteína com mais ligações dissulfeto (Saha *et al.*, 2019), em contrapartida, o segundo tipo é formado por folhas beta, ou lâminas pregueadas, possuindo resíduos de glicina, serina, e alanina nas cadeias laterais (**Figura 4**). Devido a essa conformação, as ligações peptídicas são formadas em zigue-zague, como também as ligações de hidrogênio entre os grupos amino (N-H) e ácido carboxílico ou carboxilato (COOH ou COO⁻), conferindo as estruturas que esse tipo de queratina forma (unhas, garras, chifres) maior rigidez, e dureza devido a compactação das cadeias (Zhang *et al.*, 2021). Isso difere do que percebemos em fibras capilares, nas quais a forma de α -hélices é predominante, visto que as ligações de hidrogênio e pontes dissulfeto, promovem torções nas cadeias, permitindo que as fibras formadas possuam maior elasticidade e flexibilidade, devido ao grau de libertada aumentado das cadeias.

Figura 4 - Representação da diferença estrutural entre os tipos de queratina, e como suas fibras são formadas.



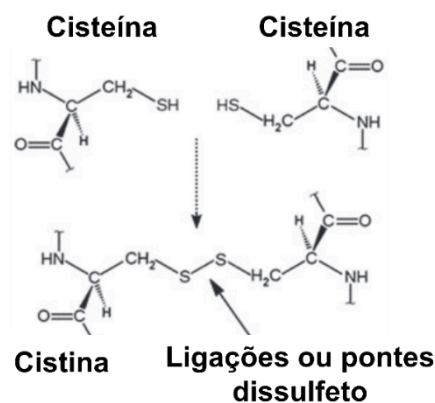
Fonte: Adaptado de Jabbari (2019); Saha *et al.* (2019) e Zhang *et al.* (2021).

Os estudos de eletroforese dividiram as queratinas em duas subfamílias do tipo I e tipo II. As queratinas do primeiro grupo são mais leves que as do segundo, possuindo massa molar variando entre 40 e 48 kD, além de serem ácidas (Heid; Werner; Franke, 1986). Já as do tipo II possuem maior massa em relação as do tipo I (58 até 65 kD em média) e possuem características básicas e neutras, devido as cadeias laterais de aminoácidos que seus peptídeos formadores possuem (Robbins, 2012).

Ainda com relação aos estudos envolvendo eletroforese, Heid e colaboradores (1986) conseguiram isolar 8 queratinas capilares principais, sendo 4 do tipo I e 4 do tipo II. Essas proteínas se diferenciavam das outras devido ao teor maior de cisteína (7,6%) em relação as outras queratinas presentes nas fibras capilares (2,9%) (Heid; Werner; Franke, 1986; Langbein *et al.*, 1999).

Dessa forma, o teor de cisteína é um parâmetro importante, pois as cisteínas de cadeias peptídicas das queratinas conseguem interagir formando um dímero mais estável desse aminoácido, a cistina (**Figura 5**). Esse dímero possui as ligações dissulfeto, que são muito intensas (251 kJ/mol) e com grande importância para formação e estrutura das fibras (Yang *et al.*, 2016).

Figura 5 - Estrutura da cisteína e de seu dímero, por formação de ligações dissulfeto.



Fonte: Adaptado de Miranda-Vilela, Botelho e Muehlmann (2014).

3.2.2 Lipídeos

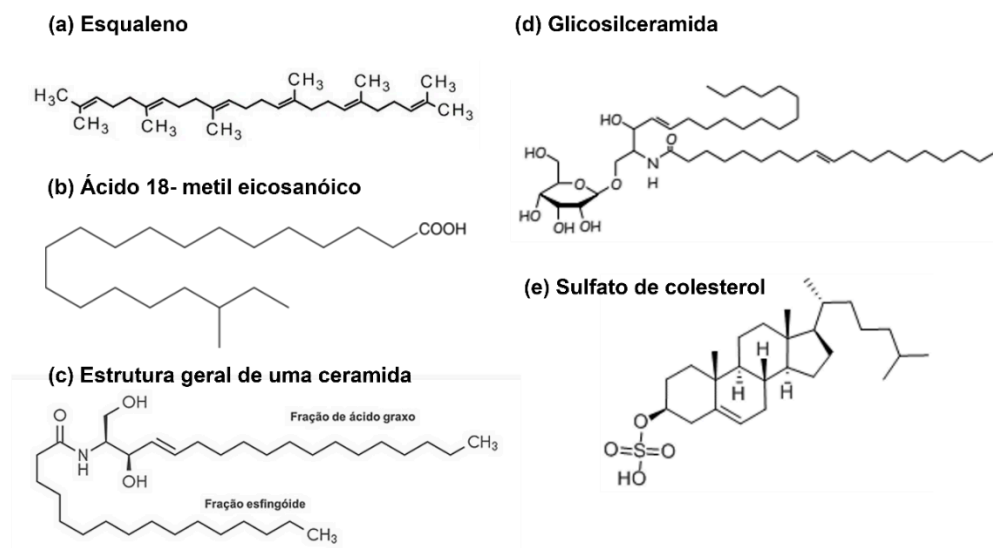
Outro grupo de biomoléculas presentes na composição do cabelo são os lipídeos, os quais desempenham um papel fundamental na saúde e aparência da fibra

capilar, ajudando a reduzir a perda de água pela fibra capilar, e a resistência da aste capilar contra tensão (Bouillon e Wilkinson, 2005). Eles são excretados pelas glândulas sebáceas (**Figura 1**) presentes no couro cabelo. Dentre as classes mais abundantes desses compostos estão ácidos graxos, ceramidas, e colesterol (Choi, 2018).

Os lipídeos capilares podem ser classificados de seis diferentes formas: ligados ou livres, endógenos ou exógenos, e, internos ou superficiais. Nos lipídeos exógenos temos os ácidos graxos livres, triglicerídeos, colesterol, ésteres graxos, e esqualeno (**Figura 6a**) (Coderch *et al.*, 2017). Os lipídeos capilares endógenos são aqueles que o organismo produz, compostos por ceramidas, glicosilceramidas, sulfato de colesterol (SC), ácido 18-metileicosanóico, e por triglicerídeos, ácidos graxos livres, e colesterol (**Figura 6b, c, d, e**) (Csuka *et al.*, 2023).

Esses lipídeos estão presentes em concentrações maiores na medula e na cutícula, quando comparados as concentrações presentes no córtex das fibras capilares. Em média essa concentração lipídica nas fibras dos compostos em relação ao peso seco do material é 4,3 mg/g de ácidos graxos livres, 3,3 mg/g de sulfato de colesterol, e 0,6 mg/g colesterol (Förster; Issberner; Hensen, 2000).

Figura 6 - Estruturas dos principais lipídios presentes na constituição das fibras capilares.



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Devido às suas propriedades hidrofóbicas ou anfifílicas em algumas estruturas, os lipídeos capilares desempenham várias funções. As ceramidas são responsáveis por manter a umidade, evitando a perda de água. O colesterol é fundamental para manter a estabilidade das membranas celulares dos fios, além de auxiliar na flexibilidade e na proteção contra danos externos. Já os ácidos graxos ajudam a manter o brilho e servem como proteção contra danos externos (Marsh et al., 2018).

Nos cabelos lisos, a distribuição dessas macromoléculas é uniforme, ocorrendo com facilidade das raízes às pontas, devido à forma como os fios crescem. Por isso, esse tipo de cabelo possui maior proteção natural. Entretanto, nos cabelos crespos e cacheados, a distribuição de lipídeos ao longo do comprimento do fio não é uniforme, devido à curvatura da fibra capilar. Dessa forma, devido à distribuição de lipídeos não uniforme, essas fibras capilares são mais propensas ao ressecamento e à quebra (Farias, 2022; Santos et al., 2020).

3.2.3 Umidade das fibras capilares

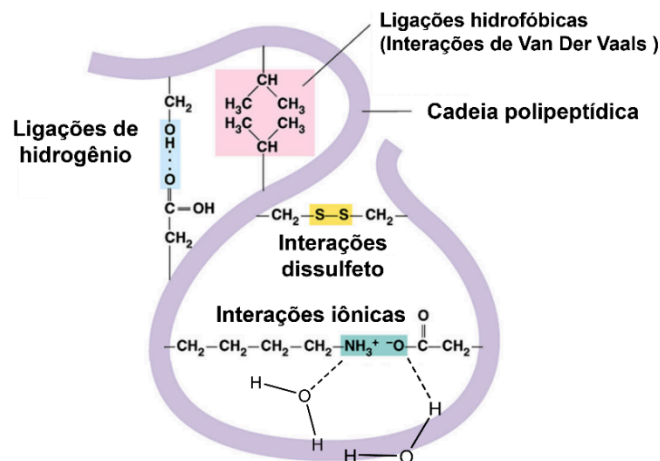
A água (H_2O) é um dos principais constituintes da fibra capilar e desempenha um papel crucial na sua estrutura e funcionalidade. A presença de moléculas de água na fibra influencia diretamente suas propriedades mecânicas, como elasticidade e resistência à tração. A retenção de água nos fios ocorre devido à presença de grupos hidrofílicos nas queratinas, especialmente os grupos hidroxila (-OH) da serina e os grupos amida (-CONH₂) presentes na estrutura das ligações peptídicas, além dos grupos amino de cadeias laterais (Buffoli *et al.*, 2014b).

A água se associa à queratina por meio de ligações de hidrogênio, ajudando o cabelo a ficar flexível e forte. Mas, fatores ambientais como umidade do ar, temperatura e contato com produtos químicos mudam esse equilíbrio. Em lugares úmidos demais, a água em excesso pode fazer o fio inchar, enfraquecendo a união das cadeias de queratina e deixando o fio mais fácil de sofrer com frizz e quebra. Por outro lado, em locais secos ou depois de usar produtos fortes (como alisantes ou de coloração) acontece perda de água, resultando em fios ásperos, opacos e resistentes (Cruz *et al.*, 2020a).

O pH dos produtos que se usados nos cabelos também muda sua forma de interação das fibras com as moléculas de água. A cutícula do fio, feita por camadas sobrepostas de células cheias de queratina e ácidos graxos, possui carga líquida negativa em pH levemente ácido (4,5 a 5,5) (as quais permitem interações de natureza eletrostática com moléculas de H₂O do tipo íon-dipolo) (**Figura 7**). Os shampoos alcalinos (pH acima de 7) podem fazer as cutículas abrirem, ajudando a perder água e tornando o fio mais fácil de ser danificado. Assim, produtos com pH ácido ajudam a fechar as cutículas, impedindo a perda de água e mantendo a hidratação (Alecrim e Vital, 2018a).

A porosidade do cabelo está ligada à sua habilidade de absorver e 'armazenar' água, e depende do estado da cutícula e da presença de pontes dissulfeto (-S-S-) na estrutura da queratina. Cabelos com alta porosidade, muitas vezes danificados por procedimentos químicos, como alisamentos, descolorações e colorações, têm cutículas abertas e maior exposição das cadeias proteicas do córtex. Nesses casos, há um aumento da atração da fibra capilar por moléculas de água, mas a retenção é menor pela falta de uma barreira eficaz para evitar a perda de umidade (Velasco et al., 2009).

Figura 7. Interações presentes as cadeias polipeptídicas que compõem as fibras capilares.

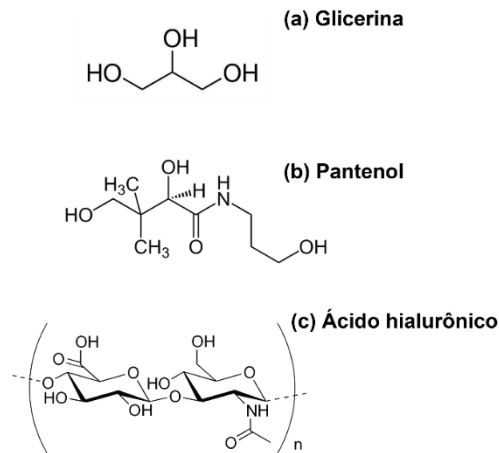


Fonte: Adaptada de Gaidau *et al.* (2021).

A indústria de cosméticos tem criado itens para ajudar a umidificar o cabelo, usando substâncias que absorvem umidade e produtos que fazem um “filme” protetor.

Substâncias como glicerina, pantenol e ácido hialurônico (**Figura 8**) servem como umectantes porque apresentam em sua composição partes polares (OH, NH) que interagem com a água por meio de ligações de hidrogênio ajudando a reter a umidade no fio de cabelo. Por outro lado, silicones hidrossolúveis e óleos das plantas fazem uma capa protetora em torno do fio, diminuindo a taxa de evaporação de água sem afetar a passagem dos nutrientes (Benzarti *et al.*, 2014).

Figura 8. Estruturas químicas dos principais agentes umectantes utilizados nas formulações de produtos para cabelo.



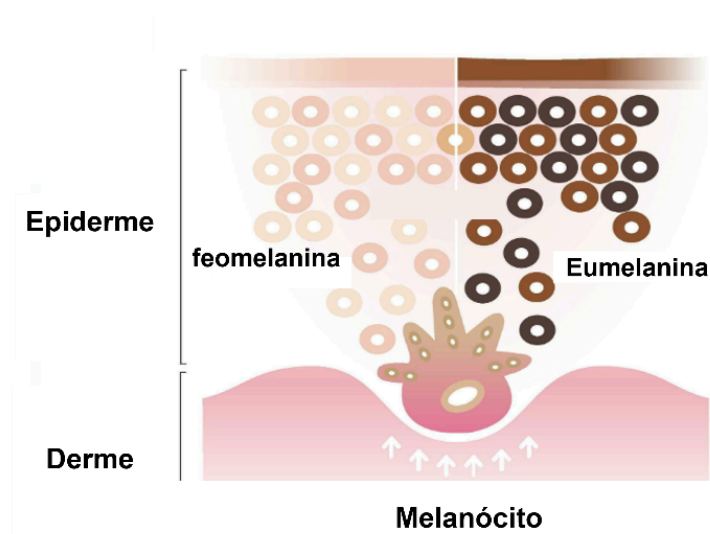
Fonte: Elaborada pela autora (2025).

Em cabelos cacheados, a hidratação é ainda mais importante devido ao seu formato espiral, que dificulta a distribuição uniforme dos óleos naturais produzidos pelo couro cabeludo. Essa menor proteção natural aumenta a chance de ressecamento e necessita de cuidados especiais para reter a umidade (Gaidau *et al.*, 2021). Métodos como hidratação profunda, que utiliza calor para aumentar a permeabilidade da cutícula e melhorar a absorção de produtos umectantes, têm sido amplamente usados. Além disso, a combinação de substâncias hidrofílicas e lipofílicas em produtos como máscaras capilares e *leave-ins* permite equilibrar a hidratação e a nutrição da fibra capilar, garantindo fios mais saudáveis e maleáveis (Cruz *et al.*, 2020a).

3.2.4 Pigmentos e cor do cabelo

A cor natural do cabelo é uma propriedade que depende da quantidade e localização dos pigmentos de melanina, que são macromoléculas feitas nos melanossomos dentro dos melanócitos que estão no bulbo capilar (**Figura 9**).

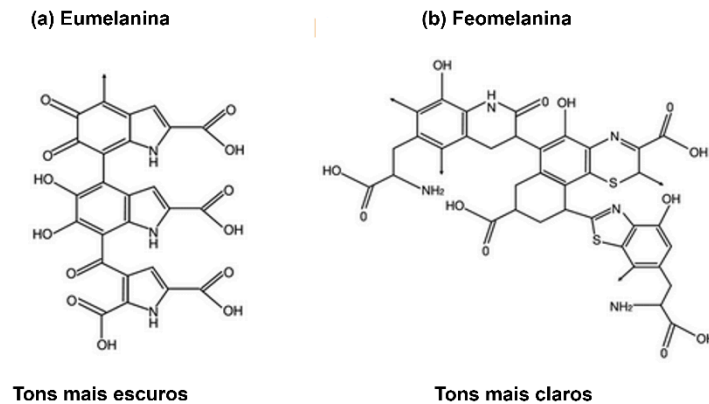
Figura 9 - Representação das disposições de feomelanina e eumelanina excretada pelos melanócitos



Fonte: Elaborada pela autora com Biorender® (2025).

Entre os principais tipos de pigmentos presentes no cabelo temos a eumelanina, um polímero com muitas ligações unidas e grupos quinônicos que fazem tons escuros (como castanho até preto), e a feomelanina, que apresenta estruturas com enxofre derivadas da cisteína, resultando em cores amareladas e vermelhadas (**Figura 10**) (Fernandes; Cavaco-Paulo; Matamá, 2023).

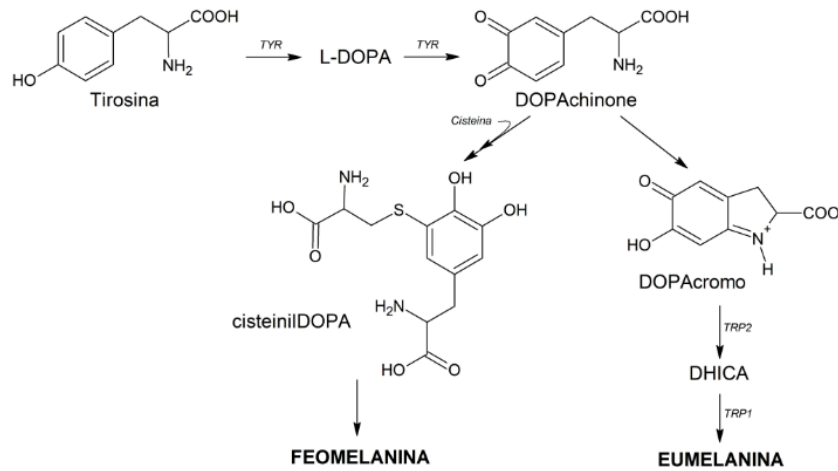
Figura 10 - Estruturas dos pigmentos presentes no cabelo em (a) tons eumelanina, em (b) feomelanina.



Fonte: Adaptada de Costa (2011).

A relação entre estas duas espécies químicas, em termos de concentração e como os melanossomos estão localizados no córtex do capilar, decidem a cor normal dos fios. Os melanócitos produzem esses pigmentos a partir de uma série de etapas bioquímicas a partir da tirosina em um processo conhecido como melanogênese (**Figura 11**). A primeira etapa do processo consiste na hidroxilação da tirosina, convertendo-a em L-DOPA, que é então convertida em DOPA-quinona pela enzima tirosinase (TYR), que catalisa todo o processo (Lai et al., 2018). A DOPA-quinona sofre processos oxidativos, e a DOPA-cromo é produzida. Na ausência de cisteína, a enzima DOPA-cromo tautomerase converte o composto em um ácido dihidrocarboxílico (DHICA), o qual é convertido em eumelanina. Na presença de cisteína, o processo ocorre de maneira similar: a DOPA-quinona reage com a cisteína e, em seguida, sofre processos de oxidação, originando a feomelanina (Fernandes; Cavaco-Paulo; Matamá, 2023; Lai et al., 2018).

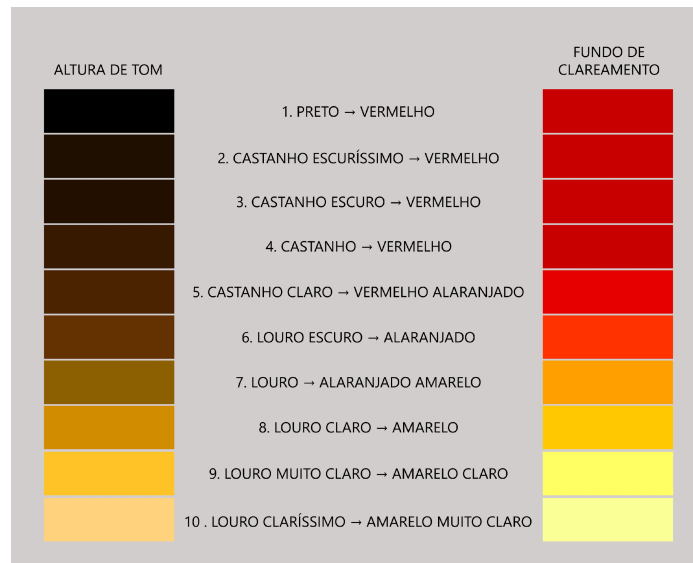
Figura 11 - Esquema de biossíntese dos pigmentos eumelanina e feomelanina.



Fonte: Piantanida (2020).

A depender das quantidades desses pigmentos produzidos pelos organismos, as colorações capilares são formadas, com a escala de variação de tons ilustrada na **Figura 12**, a qual expõe a escala de alturas de tom, com 1 sendo os mais escuros e 10 os mais claros (Bellkey, 2022).

Figura 12 - Escala de tons capilares.



Fonte: Bellkey, (2022).

Para mudar a cor do cabelo usando compostos químicos, são utilizadas ferramentas como a descoloração e a coloração com oxidação. A descoloração

acontece por meio da oxidação dos pigmentos que estão nos fios, utilizando poderosos agentes oxidantes, incluindo o peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e persulfatos, como o persulfato de amônio $(NH_4)_2S_2O_8$; persulfato de potássio $(K_2S_2O_8)$; e persulfato de sódio $(Na_2S_2O_8)$, os quais trabalham juntos para quebrar as moléculas de melanina (Hoover; Alhaji; Flores, 2023). Os processos oxidativos causados por esses agentes, degradam os pigmentos naturais em estruturas menores, que não possuem função de pigmentação, e por essa razão que a fibra capilar perde sua cor. Além dos compostos já citados, o hidróxido de amônio (NH_4OH) é fundamental nesse processo, visto que, ele proporciona o meio básico capaz de abrir a cutícula, aumentando a taxa de reação dos oxidantes com os pigmentos (Bnaya *et al.*, 2023).

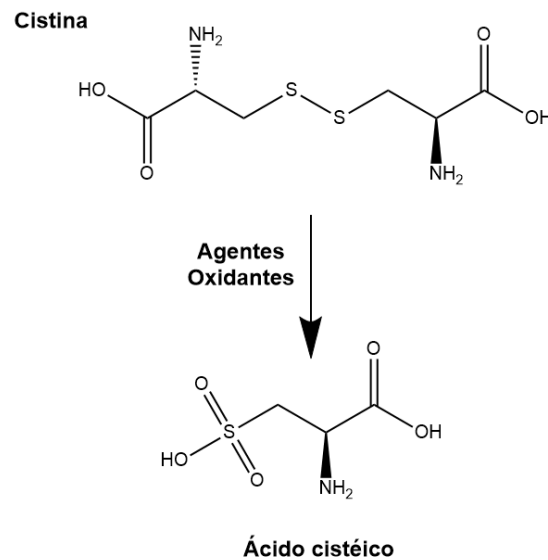
O H_2O_2 é o principal causador da perda de cor da melanina com o seu potencial oxidante aumentando na presença de calor, e íons metálicos. A reação do H_2O_2 cria espécies reativas de oxigênio (ROS), como a hidroxila ($\bullet OH$) e oxigênio singleto (1O_2), que destroem as ligações químicas da eumelanina e feomelanina, quebrando suas cadeias grandes e fazendo com que percam a habilidade de absorver luz visível, conseqüentemente, levando ao clareamento da fibra (Kim; Oh; Chang, 2024).

Em cabelos cacheados, esse método é muito danoso, pois esse tipo de fio possui características que o tornam mais sensível aos produtos químicos. Ao contrário dos cabelos retos, os fios ondulados têm uma distribuição irregular das ligações dissulfeto (-S-S) da cisteína ao longo da queratina, o que promove a forma espiral, mas diminui sua resistência mecânica (Manteca *et al.*, 2017). Além disso, a disposição da cutícula em cabelos cacheados não é alongada como nos outros tipos de cabelo, tornando essas fibras mais porosas e fáceis de serem penetradas por agentes oxidantes (França *et al.*, 2015).

Durante o processo de descoloração, os processos de oxidação não são seletivos para a melanina; eles também atacam as proteínas estruturais do cabelo, especialmente a queratina, fazendo com que haja reações com os resíduos de cisteína, o que acarreta a quebra das ligações dissulfeto. A oxidação dos dímeros de cisteína acaba formando ácido cistéico ($C_3H_7NO_4S$) (**Figura 13**), uma espécie química hidrofílica que absorve a umidade capilar. Esse fato faz com que o cabelo fique

ressecado e propenso à quebra, comprometendo a estrutura do fio (Bolduc; Shapiro, 2001).

Figura 13 - Esquema que descreve o processo de oxidação dos dímeros de cisteína nas fibras capilares.



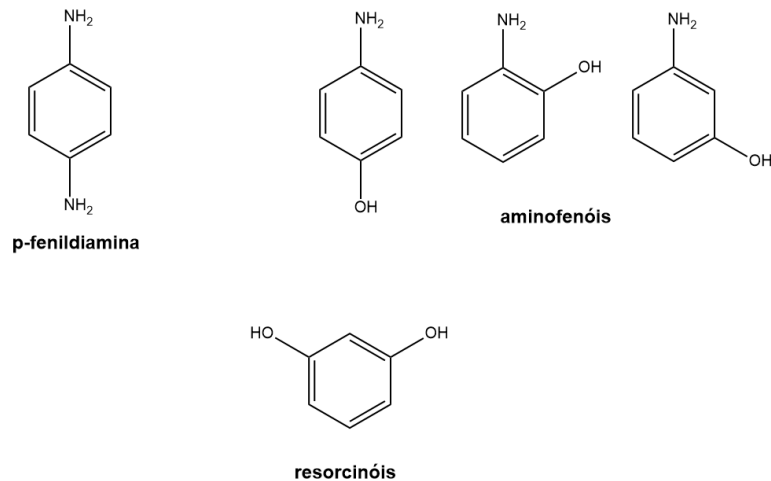
Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Além da formação de subprodutos que removem a umidade do fio, os processos de descoloração também favorecem a remoção dos lipídios encontrados na estrutura capilar. Isso ocorre devido ao meio básico, que converte os ácidos graxos e outros óleos em formas mais hidrossolúveis ou anfifílicas (Gaines et al., 2023). Esse processo danifica a barreira de proteção lipídica dos cabelos e aumenta sua porosidade. Os cabelos cacheados sofrem bastante com esse processo, visto que não possuem uma distribuição uniforme de lipídios por toda a extensão dos fios. Tal fato acarreta o aumento do ressecamento, diminui a retenção de água e de nutrientes (Bouillon e Wilkinson, 2005).

Depois de ser descolorido, o cabelo pode ser colorido de maneira oxidativa, onde substâncias precursoras de corantes, como as p-fenildiaminas, os aminofenóis e os resorcinóis (**Figura 14**), reagem com agentes oxidantes para criar moléculas pigmentadas no córtex do fio. No entanto, esses métodos também são prejudiciais ao

cabelo, pois o meio básico da aplicação promove a abertura da cutícula, como já mencionado, ocorrendo a degradação proteica (Lockridge et al., 2008).

Figura 14 - Estruturas das principais classes de compostos usados no processo de coloração oxidativa de fibras capilares.

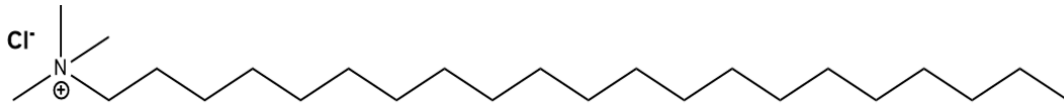


Fonte: Elaborada pela autora (2025).

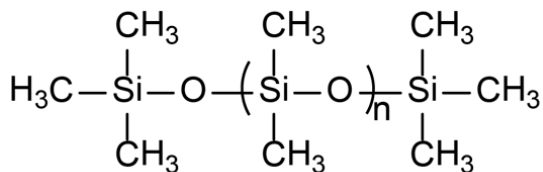
Com os efeitos da descoloração e coloração em fios cacheados, é importante usar produtos que auxiliem na diminuição dos danos causados. Um dos métodos é adicionar antioxidantes como cisteína reduzida para preservar as ligações dissulfeto e diminuir o impacto do peróxido de hidrogênio e outros oxidantes sobre a queratina (Tuncay Tanriverdi *et al.*, 2022). Além disso, usar condicionadores ácidos (pH entre 3,5 e 4,5) contendo sais quaternários de amônio como cloreto de behentrimônio (C₂₅H₅₄CIN) e silicones altamente polares como dimeticone copoliol (**Figura 15**) podem ajudar no fechamento das cutículas e na reposição da camada lipídica de proteção do cabelo (Gaines *et al.*, 2023).

Figura 15 - Estruturas químicas do (a) cloreto de behentrimônio e do (b) dimeticone copoliol.

(a) cloreto behentrimônio



(b) dimeticone copoliol



Fonte: Elaborada pela autora (2025).

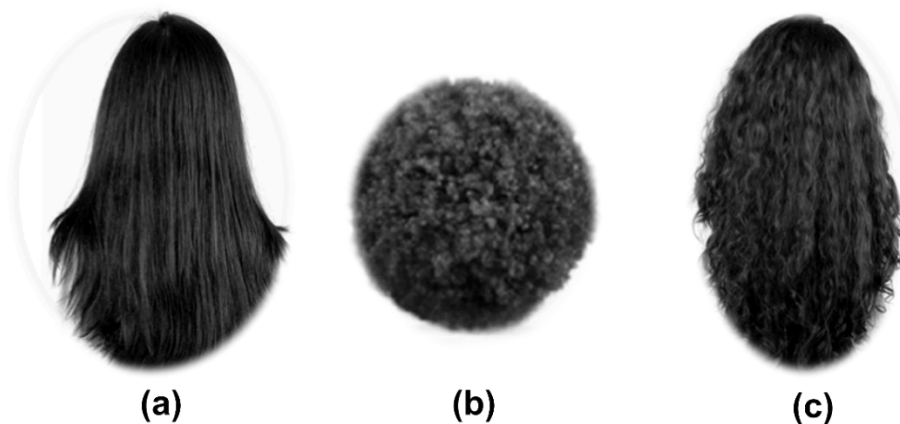
Portanto, a química envolvida nos processos de pigmentação e descoloração capilar é complexa e exige uma compreensão detalhada das interações entre agentes oxidantes, proteínas estruturais e componentes lipídicos do cabelo (Fernández *et al.*, 2012). No caso dos cabelos cacheados, a necessidade de cuidados específicos é ainda maior, pois suas características estruturais os tornam mais vulneráveis aos danos químicos. O desenvolvimento de produtos formulados com tecnologias mais suaves, como descolorantes com persulfatos encapsulados ou colorações sem amônia, pode representar uma alternativa promissora para minimizar os impactos negativos e preservar a saúde dos fios (Tuncay Tanriverdi *et al.*, 2022).

3.3 Tipos de cabelo em relação a etnia

O cabelo humano pode ser dividido em três tipos básicos, baseando-se nas características étnicas: asiático, africano e caucasiano (**Figura 16**). O cabelo asiático **(a)** é mais reto comparado aos demais, percebível pela maior grossura, resultado de uma quantidade mais alta de queratina. Isso lhe dá uma grande resistência aos fatores do ambiente (Bouillon; Wilkinson, 2005). Por crescer reto ao couro cabeludo, os fios possuem um tamanho mais largo, tornando o penteado e desembaraço mais fácil. Além disso, o corte do fio tem uma forma redonda, típica dessa etnia (Farias, 2022).

Em comparação, o cabelo africano **(b)** possui uma diferenciada disposição das moléculas sulfuradas, e esta disposição lhe proporciona o formato espiralado. Além de possuir menor resistência ao desembaraço e menor massa (Bouillon; Wilkinson, 2005; Farias, 2022). O fio afro étnico, cresce de forma paralela ao couro cabeludo, proporcionando uma maior dificuldade ao ser penteado e seu formato espiralado dificulta que a oleosidade natural percorra toda a sua extensão, trazendo fios mais secos. Adicionalmente com a menor quantidade de água, o cabelo africano tende a possuir uma necessidade de óleos para o auxílio da proteção e de uma barreira hídrica (Funes *et al.*, 2023).


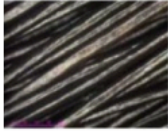
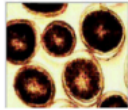
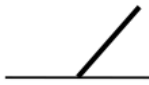

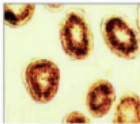

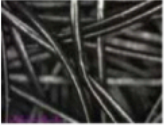

Figura 16 - Tipos de cabelo com relação a etnia: a) cabelo asiático, (b) cabelo africano e (c) cabelo caucasiano.



Fonte: Adaptado de L'oréal Brasil (2018), e Farias (2022).

Por outro lado, o cabelo caucasiano **(c)**, que fica no meio dos tipos asiático e negroide, é muito comum. Os fios desse tipo crescem em um ângulo inclinado em relação ao couro cabeludo, fazendo com que tenham um diâmetro menor do que o cabelo asiático e corte transversal com formato ovalado (Langan *et al.*, 2015). Essa diferença fornece ao cabelo caucasiano uma textura diferente, que pode mudar bastante entre os vários grupos dentro dessa categoria. O **Quadro 1** resume as principais informações, ilustrando as características dos três tipos de cabelos apresentados.

Quadro 1 - Resumo das principais características físicas dos três tipos de cabelo apresentados.

Etnia	Modo de Inserção	Aparência	Plano Transversal
asiática	Ângulo reto 	Liso 	Redondo 
caucasiano	Ângulo < 90° 	Liso ou ondulado 	Oval 
africano	Curvado 	Cacheado, crespo e afro 	Elíptico 

Fonte: Farias (2022).

Essas diferenciações nos tipos de cabelos, geraram na sociedade uma tendência a considerar que o cabelo liso é o que proporciona uma maior facilidade quando se trata em cuidados. Com isso, a busca por formas de alisamento cresceu no decorrer do tempo (Robert *et al.*, 2024).

Em geral, existem duas formas de alisamento capilar que são baseadas nos tipos de ligações que serão quebradas na estrutura do fio. O primeiro é o alisamento térmico, que consiste na quebra de ligações mais fracas, como ligações de hidrogênio, com o uso de secadores, chapinhas ou outros equipamentos. Tais tratamentos térmicos possuem impactos na qualidade do cabelo, devido a danos na cutícula, perda de umidade livre e ligada e aumento na reticulação (Kunchi *et al.*, 2018). Por outro lado, o alisamento químico utiliza de compostos, cuja composição podem incluir hidróxidos (NaOH, KOH, LiOH, Ca(OH)₂, bissulfitos (NH₄HSO₃, NaHSO₃) ácido tioglicólico e seus sais ésteres, os quais atuam de maneira a quebrarem definitivamente as pontes de dissulfeto presente na queratina (Hatsbach de Paula, Basílio e Mulinari-Brenner, 2022).

Com o decorrer dos anos, houve um aumento nos casos de aceitação do cabelo natural, com o movimento da transição capilar. Essa transição consiste no período em

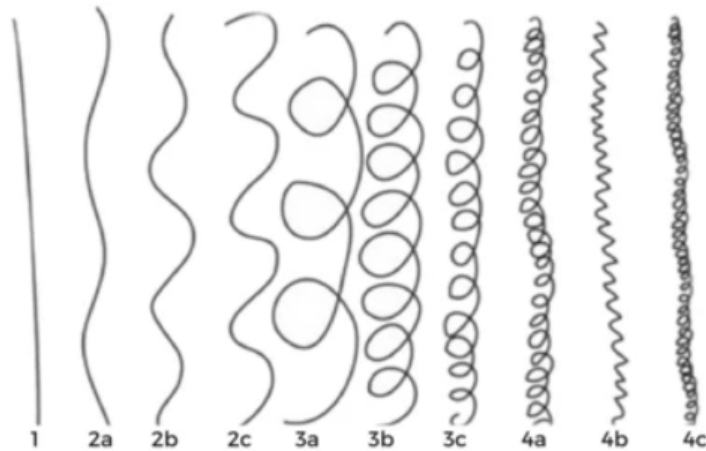
que o indivíduo opta por não utilizar processos de alisamento, esperando o crescimento natural deste cabelo. Após esse período, pode-se optar por fazer um processo chamado *Big Chopp*, onde retira-se toda a parte alisada deixando apenas o cabelo em sua forma natural (Lindoso, 2017).

A partir deste movimento, a indústria começou a voltar sua atenção para este público de cacheado(as), que antes não possuía uma variedade de produtos destinados a seu tipo de cabelo. Além do olhar para o cabelo africano, a indústria decidiu usufruir das subdivisões que existem dentro do cabelo afro étnico e disponibilizar produtos destinados a cada subtipo específico (Crawford; Hernandez, 2014).

Este tipo de cabelo pode ser dividido em três categorias: ondulado, cacheado e crespo conforme a classificação proposta por André Walker (**Figura 17**), a qual categoriza as fibras capilares de acordo com sua textura, padrão de ondulação e estrutura (**Figura 3**). Segundo Lindoso (2017), o cabelo ondulado é classificado como tipo 2, o cacheado como tipo 3 e o crespo como tipo 4, existindo ainda as subdivisões A, B e C, que tratam do tipo de definição do cacho, sendo o primeiro com um formato mais aberto, o segundo com um cacho mais definido e o terceiro com o cacho mais fechado, dentro da sua classificação. Os tipos 2A e 2B, são fios bem abertos e próximos do aliso, enquanto o 2C já fica próximo do cacheado, com uma ondulação um pouco mais acentuada (Walker, 2018).

O fio 3A apresenta uma curvatura fechada, por vezes com formato de S. O 3B apresenta uma raiz volumosa e cachos bem definidos, enquanto o 3C está à beira do crespo, com uma raiz bem volumosa e cachos muito definidos. Já o fio do tipo 4A apresenta um formato do cacho muito fechado, com a abertura dos cachos diminuindo, e por fim chegando no 4B e 4C com cachos extremamente pequenos, podendo ficar em formato de Z, além de uma raiz muito volumosa (Crawford; Hernandez, 2014; Lindoso, 2017; Walker, 2018).

Figura 17 - Sistema de classificação capilar proposto por Andre Walker.



Fonte: Lindoso (2017).

Com todas essas segmentações, a indústria decidiu investir na elaboração e produção de produtos específicos para cada tipo de cabelo. O cabelo africano possui um menor teor de água, criando assim a necessidade de um maior enfoque nesta área específica, o que levou à grande produção de produtos focados nesta condição (Wolfram, 2003).

Além disso, por possuírem um formato helicoidal, o sebo natural presente no couro cabeludo tem um maior trajeto a percorrer ao longo do fio, gerando assim um aspecto mais seco nas pontas. Com isso, produtos destinados à hidratação (auxiliando na retenção de umidade) e nutrição (utilizando grandes porções de óleos em sua composição) são os principais destaques quando se trata da indústria capilar (Santos et al., 2020; Wolfram, 2003).

Com esse crescimento no interesse em vender produtos para tipos específicos de cabelo, surgiu o cronograma capilar, uma organização de cuidados capilares que, além de trazer produtos destinados a formatos de cabelo, também estabelece momentos e objetivos específicos para o tratamento capilar, com foco nas necessidades capilares e nos danos que o fio sofreu. O cronograma é composto de três etapas: hidratação, nutrição e reconstrução (Gaines et al., 2023).

A hidratação, como seu nome sugere, devolve a umidade da cutícula, conferindo movimento ao fio e impedindo a perda excessiva de água. A perda dessa umidade traz

um aspecto opaco e frágil para os fios. Uma boa forma de devolver essa hidratação é com o uso de óleos vegetais, vitaminas, pantenol, entre outros produtos (Leite; Campos, 2018).

A nutrição tem o objetivo de devolver lipídios aos fios, restaurar a proteção do cabelo e sua força, além de proporcionar brilho e um aspecto de bem cuidado. Um cabelo nutrido ajuda a manter a boa hidratação dos fios, e uma forma de devolver essa nutrição também é com o uso de óleos vegetais. Por fim, a etapa da reconstrução tem o objetivo de devolver a massa capilar perdida, recuperar a fibra capilar e reparar outros danos sofridos pelo fio. Esta reposição é feita com produtos destinados a esta etapa do cronograma capilar (Bouillon; Wilkinson, 2005; Wolfram, 2003).

Todo este cuidado capilar é destinado a todo e qualquer tipo de cabelo, porém é mais procurado por pessoas com cabelo cacheado e crespo, justamente por ser um cabelo que, devido ao seu formato acentuado, possui uma menor quantidade de lubrificação natural ao longo do comprimento e nas pontas, trazendo a necessidade de cuidados extras. Todo esse trabalho é realmente atual, em uma realidade em que todos os tipos de cabelo são pensados (geralmente), mas nem sempre foi assim na realidade do consumidor de produtos capilares (Gaines et al., 2023; Leite; Campos, 2018; Verschoore, 2012).

3.4 Alisamento

O cabelo negro, por muito tempo, foi tratado como um cabelo extremamente trabalhoso, devido às suas características naturais, além de ser considerado feio e sinônimo de descuido pessoal (Aguiar; Costa, 2021). Com toda a cultura racista existente, o cabelo cacheado e crespo foi levado ao repúdio geral, e isso, somado ao fato de a indústria não priorizar a produção de produtos destinados a esse tipo específico de fio, fez com que a procura por alisamentos capilares crescesse exponencialmente, com o intuito de se encontrar uma "maior facilidade" de cuidado e uma "maior beleza" (Aguiar; Costa, 2021; Queiroz, 2019).

O alisamento capilar consiste na quebra das ligações que mantêm a estrutura original da queratina. Essa quebra pode ser fraca (ligações de hidrogênio, interações eletrostáticas) ou forte (pontes dissulfeto), dependendo do tipo de alisamento escolhido

(Ferreira e Braga, 2016). A quebra das ligações fracas é feita a partir do alisamento térmico ou pelo simples ato de molhar o cabelo. A hidratação dos fios quebra as pontes de hidrogênio pela hidrólise da queratina, permitindo um alisamento temporário. O uso de instrumentos de aquecimento, como secador e chapinha, evapora a água que foi adicionada e fixa as modificações no fio. Esse alisamento é considerado temporário, pois, após uma lavagem, o fio volta à sua característica original (Ferreira; Braga, 2016; Martí et al., 2016).

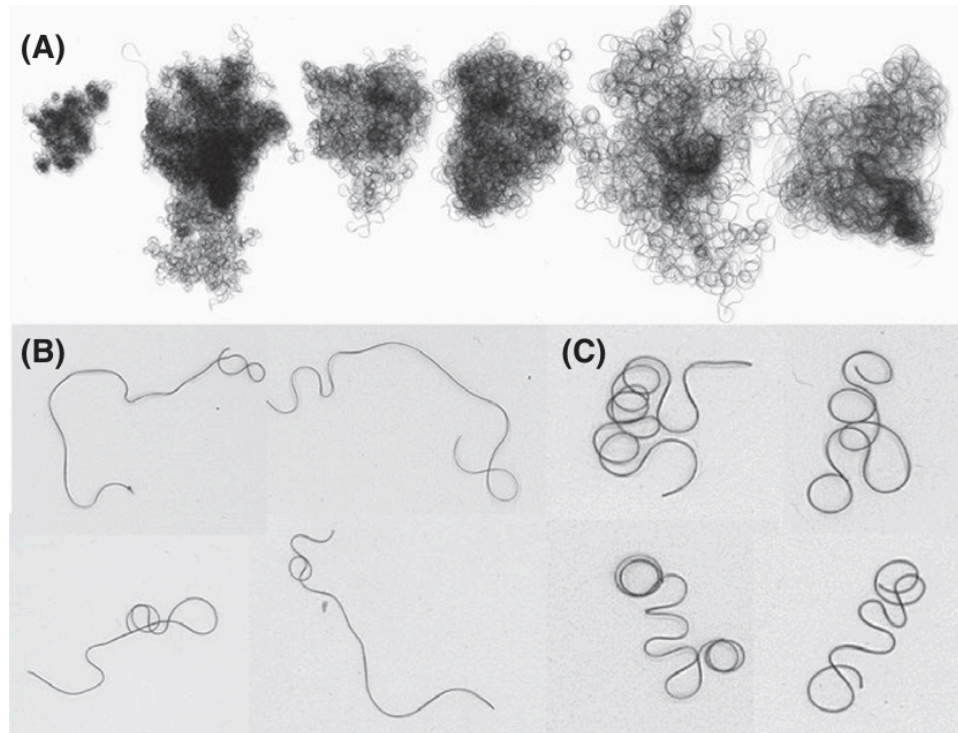
No alisamento definitivo, que não pode ser revertido, é realizado um alisamento químico que consiste na quebra das ligações fortes (dissulfeto) da queratina. Geralmente, esses alisamentos são à base de hidróxidos (sódio, lítio, potássio e guanidina), mas também podem ser feitos com bissulfitos e amônia. O cabelo é formado por queratina (composta de aminoácidos), e o que define as curvaturas e o funcionamento do alisamento são as pontes dissulfeto (Alecrim; Vital, 2018b).

O alisamento em meio básico também funciona com base nas quebras das ligações dissulfeto presentes na composição do fio. O simples ato de molhar o cabelo já é suficiente para quebrar a ligação entre hidrogênio e oxigênio (presentes na hidroxila), causando um certo alisamento do fio. Os produtos alisantes tendem a quebrar as ligações mais resistentes (as ligações salinas), quebrando as ligações dissulfeto e "remodelando" o fio (Alecrim; Vital, 2018b; Ferreira; Braga, 2016; Hatsbach de Paula; Basílio; Mulinari-Brenner, 2022).

3.5 Cabelo cacheado

O cabelo cacheado apresenta uma estrutura capilar distinta que se diferencia morfológica e quimicamente dos outros tipos de cabelo apresentados anteriormente (Westgate; Ginger; Green, 2017). Com relação a morfologia, ele apresenta uma forma espiralada, ou em formato de "S". Como também, a sua seção transversal é em formato de "D" o que confere rigidez de curvatura bidimensional. Essa curvatura não é apresentada como uma espiral perfeita, e é uma marca da heterogeneidade deste tipo de cabelo exibindo dobras na direção do cacho, exceto para os tipos mais leves, como podemos perceber na ilustração da variação do grau de ondulação dos cachos, na **Figura 18**.

Figura 18 - Variação do grau de ondulação dos cachos. Em (A), fibras com maior grau de ondulação a direita e menor a esquerda; (B) aplicação das fibras capilares com baixo grau de ondulação e (C) ampliação das fibras com baixo grau de ondulação.



Fonte: Westgate; Ginger; Green (2017).

Toda essa variedade é atribuída tanto a fatores ambientais quanto à variedade genética dos povos. A literatura sugere que a evolução do cabelo cacheado está ligada às pressões de seleção promovidas pelo meio (Cloete; Khumalo; Ngoepe, 2019). Isso se baseia em características que essa fibra capilar apresenta, como maior capacidade de resfriamento do couro cabeludo, devido à maior taxa de evaporação do suor. Dessa forma, em climas quentes, essa fibra capilar ajuda a regular a temperatura do corpo (Santos; Edwards; Oliveira, 2019).

Outras propriedades dessa fibra capilar, que estão relacionadas ao clima, envolvem a curvatura do fio, que aumenta o volume e oferece proteção para o couro cabeludo contra radiação ultravioleta. Dependendo da curvatura, pode haver uma compactação das fibras, aumentando a densidade dos cachos, o que também contribui para evitar evaporação excessiva e perda de água (Wortmann; Wortmann; Sripho, 2020).

Do ponto de vista químico, essa consequência morfológica — o crescimento e a forma espiral — confere ao cabelo cacheado várias propriedades. Dentre elas, temos: maior rigidez (distribuição da queratina e formação de pontes dissulfeto cruzadas), maior tendência ao ressecamento devido à distribuição desigual de lipídios pela estrutura, e maior porosidade em relação aos outros tipos de cabelo, o que promove maior absorção de agentes externos, sejam eles danosos ou benéficos (Nakano; Joékes, 2006).

3.5.1 Principais cuidados para cabelos cacheados

Os cuidados com o cabelo cacheado, do ponto de vista químico, exigem uma abordagem minuciosa, considerando a estrutura molecular dos fios, assim como as interações com os diversos compostos presentes nos produtos capilares (Thibaut et al., 2010). O cabelo cacheado, como mencionado anteriormente, é mais suscetível ao ressecamento devido à sua maior porosidade, consequência da curvatura dos fios, o que dificulta a distribuição do óleo natural produzido pelo couro cabeludo. Por isso, os cuidados com esse tipo de fio devem focar na reposição de água, lipídios e proteínas, essenciais para a manutenção da sua saúde e integridade estrutural (Lima Braz et al., 2023).

A hidratação é um dos cuidados mais cruciais para o cabelo cacheado e envolve a reposição de água dentro da fibra capilar. A água é fundamental para manter o cabelo flexível e evitar a quebra. Produtos hidratantes para esse tipo de cabelo geralmente contêm glicerina, que é um umectante com a capacidade de atrair água para a fibra capilar a partir do ambiente ou da atmosfera, ajudando a manter a umidade dentro do fio (Junior; Mueller; Batalini, 2020). Além disso, a ureia é outro composto frequentemente utilizado em produtos hidratantes devido à sua capacidade de melhorar a retenção de água no cabelo. A aloe vera, também conhecida como babosa, tem um conteúdo interno rico em enzimas e compostos bioativos, e possui propriedades hidratantes e anti-inflamatórias. A ciclodextrina é uma molécula cíclica que pode encapsular outras substâncias e é utilizada em alguns produtos hidratantes para aumentar a absorção de princípios ativos pelos fios (Venturini et al., 2008).

Diante disso, a nutrição capilar é voltada para a reposição dos lipídios essenciais que são perdidos devido ao ressecamento natural dos fios cacheados. Óleos vegetais, como óleo de argan, óleo de coco e óleo de abacate, são ricos em ácidos graxos insaturados, como ácido oleico e ácido linoleico, que atuam no preenchimento das lacunas criadas pela perda de lipídios na fibra capilar, promovendo uma camada protetora que ajuda a preservar a umidade e melhorar o brilho dos cachos (Junior; Mueller; Batalini, 2020). Esses óleos também atuam como emolientes, amolecendo as células da cutícula capilar e proporcionando suavidade e controle do frizz. O uso desses óleos, em combinação com emulsificantes como o cetareth-20 ou o polisorbato-20, facilita a formação de emulsões estáveis, permitindo que os lipídios sejam distribuídos de forma eficaz e uniforme ao longo dos fios.

Já a reconstrução capilar é uma etapa fundamental para repor as proteínas perdidas ou danificadas no cabelo cacheado. A principal proteína do cabelo é a queratina, uma proteína fibrosa composta por aminoácidos sulfurados, principalmente cistina (Tuncay Tanriverdi et al., 2022). A cistina, devido à sua estrutura com ligações dissulfeto (-S-S-) é responsável pela formação de pontes químicas que garantem a resistência e a estrutura do fio. Produtos reconstrutores geralmente contêm queratina hidrolisada, que possui uma estrutura menor e mais facilmente absorvível, permitindo que ela penetre nas camadas internas da fibra capilar para reparar áreas danificadas. Outros aminoácidos importantes para a reconstrução capilar incluem arginina, serina e glutamina, que desempenham papéis importantes na manutenção da integridade da fibra capilar, melhorando sua elasticidade e resistência à quebra (Cruz et al., 2020a).

O uso de calor no cabelo cacheado também deve ser feito com cautela, uma vez que altas temperaturas podem comprometer a estrutura química da fibra capilar. O calor excessivo pode desnaturar a queratina, promovendo a perda de sua estrutura tridimensional e resultando em cabelos ressecados e quebradiços. O uso de protetores térmicos, que frequentemente contêm dimeticona ou ciclopentasiloxano, ajuda a criar uma camada protetora nos fios, reduzindo os danos causados pelo calor. Esses silicones funcionam como barreiras físicas que impedem a penetração de altas temperaturas na fibra capilar, ao mesmo tempo em que proporcionam brilho e suavidade (Gallegos et al., 2024).

Além disso, a finalização dos cachos também envolve processos químicos. O uso de cremes de pentear ou gel ativador de cachos geralmente contém polímeros que formam filmes, como PVP/VA e acrilamida de sódio, que formam uma película sobre os fios, ajudando a definir os cachos e a controlar o frizz. Esses polímeros agem retendo a umidade, proporcionando uma fixação leve e mantendo a definição dos cachos por mais tempo. A técnica de finalização conhecida como "raking", que consiste em distribuir o creme nos fios, também ajuda na distribuição uniforme de tais compostos, permitindo uma definição mais natural (Morganti; Morganti, 2020).

O cronograma capilar, que segue um ciclo de hidratação, nutrição e reconstrução, é uma prática recomendada para a manutenção da saúde dos cabelos cacheados. Essa prática baseia-se na alternância de tratamentos químicos que atendem às necessidades específicas de cada fio. A hidratação, voltada para a reposição de água, deve ser realizada com produtos que contenham compostos umectantes e hidratantes, como glicerina e ureia, enquanto a nutrição requer o uso de óleos e lipídios, como os encontrados em óleos vegetais, que são ricos em ácidos graxos insaturados. A reconstrução, por sua vez, deve ser feita com produtos que contenham queratina hidrolisada e aminoácidos essenciais, que irão repor as proteínas perdidas ou danificadas, garantindo a elasticidade e a resistência da fibra capilar (Cruz et al., 2020a).

3.6 Produtos destinados a cabelos cacheados

Os produtos voltados ao cuidado dos cabelos cacheados são formulados com base nas particularidades estruturais e químicas desse tipo de fio, que apresenta características distintas, como maior porosidade, curvatura acentuada e tendência ao ressecamento. Esses produtos foram desenvolvidos com o intuito de atender às necessidades específicas do cabelo cacheado, visando não apenas a manutenção da saúde capilar, mas também a definição e o controle dos cachos, aspectos essenciais para esse tipo de textura. A composição química desses produtos envolve uma combinação de ingredientes que trabalham para hidratar, nutrir, proteger e reforçar a estrutura capilar, atendendo de maneira eficaz às demandas desse tipo de cabelo (Santos et al., 2004).

Os shampoos destinados aos cabelos cacheados contêm tensoativos de ação mais suave, em comparação aos shampoos convencionais, para evitar a remoção excessiva dos óleos naturais dos fios. Compostos como lauril sulfoacetato de sódio e cocamidopropil betaína são frequentemente empregados devido à sua capacidade de limpar sem comprometer a hidratação da fibra capilar. Diferente dos shampoos tradicionais, que utilizam surfactantes como o lauril sulfato de sódio, mais agressivos, esses ingredientes atuam de maneira mais delicada, preservando a integridade da camada lipídica dos fios, a qual é crucial para evitar a perda excessiva de umidade, o que, por sua vez, poderia resultar em maior fragilidade e aumento da porosidade (Junior; Mueller; Batalini, 2020).

No caso dos condicionadores e cremes para pentear, é possível observar a utilização de substâncias com propriedades emolientes e hidratantes, como glicerina, ureia e pantenol. A glicerina, um umectante, é especialmente relevante para cabelos cacheados, pois é capaz de atrair e reter moléculas de água, promovendo uma hidratação contínua e, conseqüentemente, uma maior elasticidade dos fios. O pantenol, ou provitamina B5, penetra nas camadas da fibra capilar, sendo convertido em ácido pantotênico, um composto que ajuda a restaurar a umidade perdida, proporcionando maior suavidade e maciez (Scaramella et al., 2020). Além disso, a presença de óleos vegetais, como óleo de argan, óleo de coco e óleo de abacate, ricos em ácidos graxos insaturados, auxilia na nutrição profunda dos fios, repondo lipídios essenciais e melhorando a flexibilidade da fibra capilar. Esses óleos atuam como emolientes, preenchendo as lacunas estruturais da fibra capilar e proporcionando um aspecto mais saudável, brilhante e menos suscetível ao frizz (Cruz et al., 2020a).

Os géis e ativadores de cachos, por sua vez, têm como função principal proporcionar definição sem comprometer a elasticidade natural do cabelo cacheado. Nesse sentido, polímeros formadores de filmes (Gaines et al., 2023) são utilizados. Tais compostos formam uma película sobre os fios, garantindo a manutenção da forma dos cachos enquanto permitem que o cabelo se movimente de forma fluida, sem que se torne rígido. Esses compostos são fundamentais para a definição dos cachos, pois proporcionam uma fixação natural, sem endurecer os fios, o que pode comprometer o resultado desejado. Além disso, muitos desses produtos contêm silicones voláteis, que

agem como agentes condicionantes e auxiliam na redução do frizz, além de melhorar o brilho e facilitar o desembaraço dos fios (Koch et al., 2020b).

No que diz respeito aos tratamentos de reconstrução, que visam a reposição da massa capilar e a recuperação da estrutura dos fios, a química desses produtos frequentemente envolve o uso de proteínas hidrolisadas, como a queratina hidrolisada e aminoácidos essenciais. A queratina, uma proteína fibrosa que compõe a estrutura principal do cabelo, é hidrolisada para permitir sua penetração mais eficaz nas camadas internas da fibra capilar. Ao ser aplicada nos fios, a queratina hidrolisada ajuda a restaurar a integridade dos fios danificados, reforçando a estrutura da fibra e evitando a quebra. A cistina, um aminoácido presente na queratina, é especialmente relevante para a formação das pontes dissulfeto, responsáveis pela resistência e estabilidade da fibra capilar. Esses tratamentos são essenciais para cabelos cacheados, uma vez que a curvatura acentuada desses fios gera pontos de fragilidade, aumentando a propensão à quebra e ao desgaste da fibra (Kunchi et al., 2018).

Por fim, os protetores térmicos, indispensáveis no cuidado de cabelos expostos ao calor de secadores, chapinhas e modeladores, têm a função de criar uma barreira protetora que minimiza os danos causados pelo calor excessivo. Os silicones responsáveis pela formação de filmes empregados nesses produtos ajudam a proteger o cabelo do ressecamento e da desidratação provocados pelo calor. Além disso, esses compostos químicos atuam como agentes condicionantes, proporcionando maior brilho, suavidade e controle do frizz, elementos essenciais para os cabelos cacheados (Gallegos et al., 2024; Cruz et al., 2020).

4 METODOLOGIA

Este trabalho se caracteriza como uma revisão bibliográfica qualitativa, com o objetivo de entender, de forma abrangente e detalhada, os aspectos químicos envolvidos na formulação dos produtos destinados aos cuidados dos cabelos cacheados. A escolha da revisão bibliográfica foi fundamentada na possibilidade de realizar uma análise aprofundada dos conceitos existentes, das descobertas mais recentes e das tendências no campo da Cosmetologia, especialmente no que tange às especificidades químicas dos produtos voltados para esse tipo de cabelo. Para garantir a precisão e a relevância das informações, foi dada preferência a fontes acadêmicas atualizadas, considerando que os cuidados com cabelos cacheados têm se tornado um tema de crescente interesse na indústria cosmética e na pesquisa científica (Figueira; Paxiuba; Santos, 2024).

Os parâmetros de seleção dos artigos utilizados na pesquisa foram baseados em publicações científicas dos últimos 10 anos, garantindo a contemporaneidade dos dados. Além disso, os artigos foram escolhidos por sua relevância no tema. A coleta de dados foi realizada a partir de bases de dados como Scielo, PubMed, Scopus, ScienceDirect, Google Acadêmico e Web of Science. Os termos utilizados foram “cabelo cacheado”, “produtos para cabelos cacheados”, “composição química dos produtos para cabelos cacheados”, juntos ou separados, em português ou inglês. Foram excluídos os estudos que não estavam dentro desse recorte temporal, os que não estavam disponíveis de forma completa e gratuita, e/ou em idiomas fora dos estabelecidos (Deyane *et al.*, 2023).

Após a seleção dos artigos, os seus resumos foram analisados, e posteriormente, os textos completos foram analisados. Os resultados dos principais artigos analisados foram sintetizados em uma tabela, indicando a base de dados, e as suas principais contribuições.

A pesquisa concentrou-se principalmente na análise da composição dos produtos destinados a cabelos cacheados, tais como substâncias como emolientes, proteínas, polímeros e princípios ativos umectantes, que interagem com os fios cacheados, levando em consideração as particularidades dessa estrutura capilar (mais vulnerável à ressecamento e fragilidade).

5 RESULTADOS

Os dados obtidos por meio da busca no *Web of Science* para as palavras-chave “cabelos cacheados”, “produtos para cabelos cacheados”, “química dos produtos capilares” são sumarizados na **Figura 19**. Em português não foram obtidos resultados, pesquisando apenas o termo cabelo cacheado (*curly hair*), e aplicando os demais filtros descritos na metodologia, foram encontrados 263 documentos que versavam sobre o tema (206 artigos, 19 artigos de revisão, 12 artigos de procedimentos, 17 material editorial). A maior parte dos artigos foi publicada em revistas ligadas ao campo das ciências biológicas, mas também é possível perceber que as revistas ligadas a química esse também é um tema de interesse.

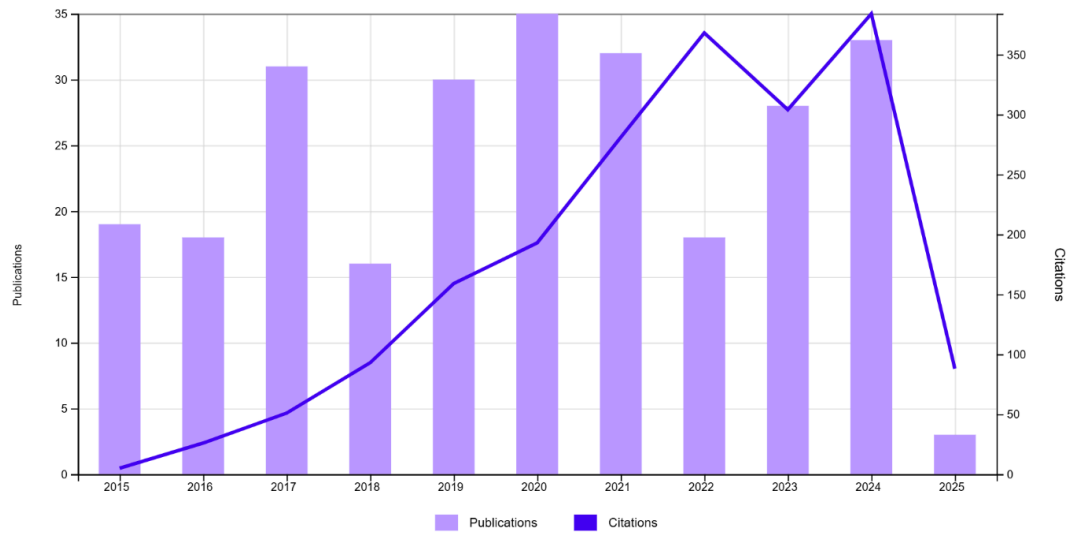
Figura 19 - Gráfico da distribuição do número de artigos encontrados em relação as categorias do Web of Science, para “cabelos cacheados”.



Fonte: Web of Science (2025).

Além disso, a partir da plataforma *Web of Science*, foi possível obter um gráfico com relação ao número de publicações e citações (**Figura 20**), para o recorte dos últimos 10 anos, utilizando a mesma palavra-chave. É possível perceber que há uma tendência de aumento no número de publicações nos últimos 10 anos envolvendo esse termo, o que demonstra que o interesse por pesquisa envolvendo cabelos cacheados vem aumentando no decorrer do tempo.

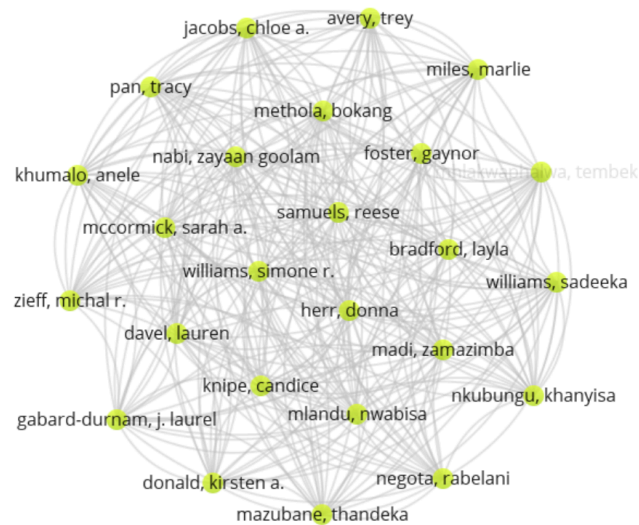
Figura 20 - Gráfico de barras obtido a partir das palavras chaves pesquisadas, evidenciando o número de publicações e citações em função do recorte temporal estabelecido para o termo “cabelo cacheado”.

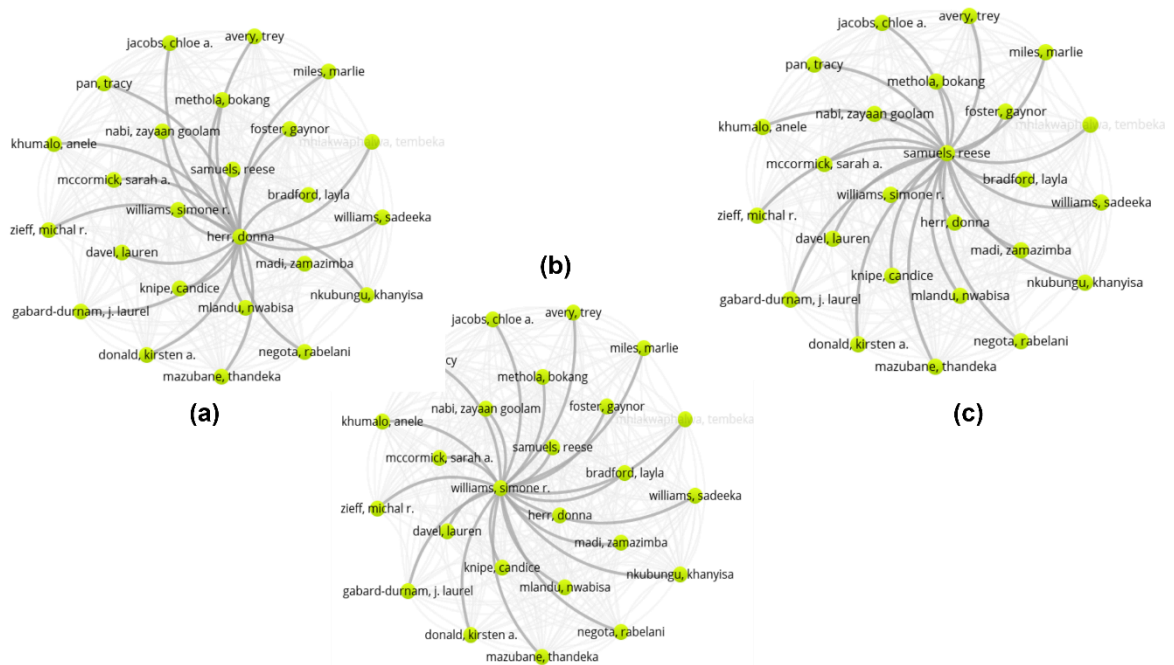


Fonte: Web of Science, 2025.

Outro dado extraído da pesquisa foi a correlação entre os autores, com base no número de citações. Para isso, foi gerado um gráfico utilizando o programa *VOSviewer*, que tratou os metadados obtidos da *Web of Science*. O gráfico gerado é apresentado na Figura 21. Nele, os autores mais citados ou relevantes estão localizados mais ao centro do gráfico, sendo eles Herr, Williams e Samuells. As relações de citações que esses autores possuem com outros são mostradas nas áreas (a), (b) e (c), respectivamente (Vieira; Wainer, 2013).

Figura 21 - Gráfico de correlação entre autores e número de citações para o termo “cabelo cacheado”.





Fonte: Elaborado pela autora com auxílio do programa *VOSviewer* (2025).

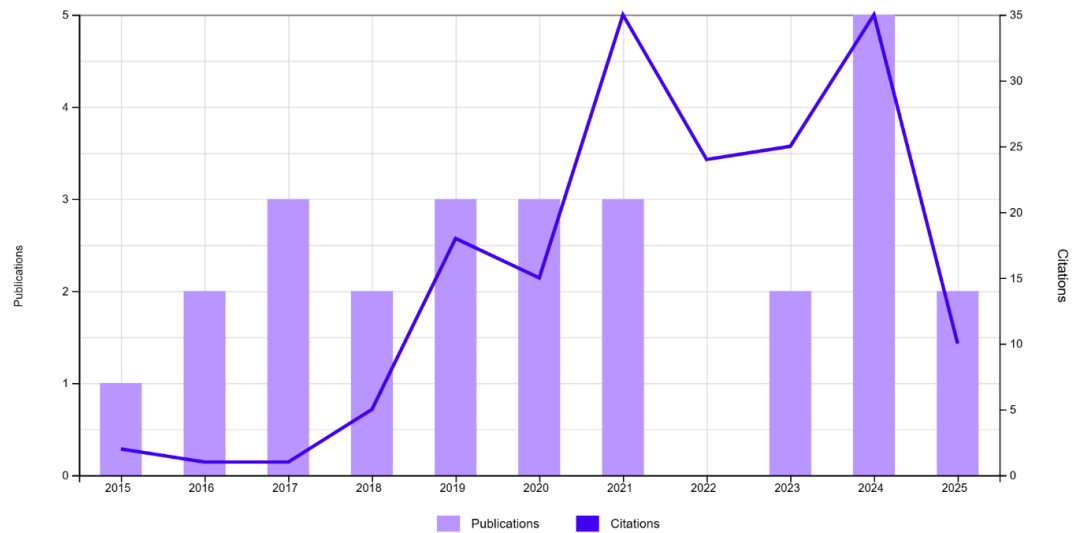
A pesquisa isolada por produtos para cabelos cacheados, utilizando os filtros aplicados, resultou em 24 documentos publicados sobre o tema, sendo 22 artigos, 3 artigos de revisão e 1 artigo de procedimento. As **Figuras 22 e 23** apresentam, respectivamente, o gráfico relacionado às categorias do *Web of Science* e o gráfico que mostra o número de publicações e citações ao longo do tempo.

Figura 22 - Gráfico do número de publicações em relação as categorias do *Web of Science* utilizando o termo "produtos para cabelos cacheados".



Fonte: Web of Science (2025).

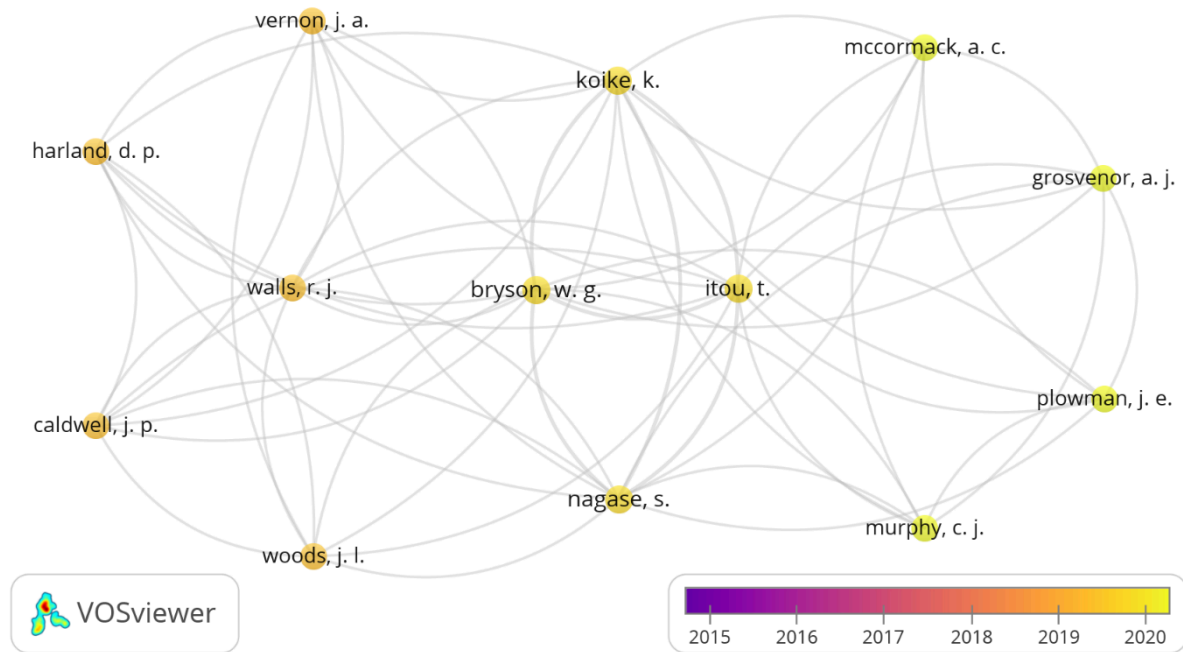
Figura 23 - Gráfico de publicações e citações em função do recorte temporal para o termo "produtos para cabelos cacheados".



Fonte: Web of Science (2025).

Na figura 24 é apresentado o gráfico de correlação entre os autores mais citados com relação ao termo pesquisado.

Figura 24 - Gráfico de correlação entre autores e número de citações para o termo “produtos para cabelo cacheado”.



Fonte: Elaborado pela autora com auxílio do programa VOSviewer (2025).

Para o terceiro termo, “composição química dos produtos para cabelos cacheados”, a plataforma *Web of Science* não apresentou resultados para a pesquisa, e a combinação dos três termos também não gerou resultados nessa base. Ao buscar a junção dos termos na plataforma *PubMed*, foram encontrados 7 resultados, dos quais nenhum se enquadrava no tema. As pesquisas nas plataformas *SciELO* e *Scopus* resultaram em 3 artigos, dos quais 1 estava alinhado com a discussão proposta para os três termos combinados. Já no *ScienceDirect*, após a aplicação inicial dos filtros, foram obtidos 29 resultados; entretanto, após a análise dos resumos, nenhum se enquadrava na temática. No Google Acadêmico, a pesquisa redirecionou para o Google Patentes, localizando 3 patentes depositadas relacionadas ao tema desta revisão.

Os dados obtidos das bases, após a aplicação dos filtros, foram compilados em um quadro conforme descrito por Deyane et al. (2023). No **Quadro 2**, foram agrupados os 5 trabalhos que mais se ajustam ao escopo desta revisão, divididos em 5 categorias: procedência, título do trabalho, autor, periódico e considerações relevantes.

Quadro 2 - Síntese dos dados obtidos após a análise dos trabalhos que se enquadram nos parâmetros da revisão.

Procedência	Título do trabalho	Autor	Periódico	Considerações relevantes do trabalho
Google acadêmico	Styling composition for curly hair	(Vanderhorst; Sarosy, 2017)	United States Patent	A patente aborda uma composição de modelagem desenvolvida exclusivamente para cabelos cacheados. A qual produz cachos firmes e duradouros, sem que seja necessária a aplicação de calor por meio de secadores de cabelo. A sua composição possui poliestireno sulfonato de sódio, uma dispersão de poliuretano-34. E é baseada em água, além de conter álcoois graxos para ajudar nos processos condicionantes, e óleos como de jojoba e abissínio. Além disso a composição possui pH variando entre 4 e 8.
Google acadêmico	Compositions and methods for curly hair	(Aslan e Chokshi, 2020)	United States Patent	Essa patente versa sobre a formulação de uma composição voltada para cabelos cacheados, que possui como objetivo melhorar a aparência dos cachos mantendo a hidratação, mas sem o aspecto da oleosidade, de forma a manter os cachos por mais tempo, mas sem endurecer ou deixar com aspecto de frizz. Para isso ela faz uso de surfactantes catiônicos, manteiga de murumuru, álcool graxo (condicionamento), aminosilicone (formação de filmes), óleo vegetal (uva, rícino, avelã) e celulose nanocristalina.
SciELO	Analysis of the Influence of Lipid Components on the Spreadability of Hair Heat Protectants by	(Karollyne <i>et al.</i> , 2023)	Ensaio e Ciência C Biológicas Agrárias e da Saúde	O artigo busca formular um novo composto que atue como protetor térmico, o qual possa ser aplicado em cabelos cacheados. Sua composição é muito parecida com a de outros protetores térmicos fazendo uso de álcoois graxos, manteiga vegetal, óleo vegetal como o de coco, e surfactantes catiônicos.

	Central Composite Design			
Google acadêmico	Treatment for scalp dryness and curly hair	(Hikcs, 2018)	United States Patent	Essa patente propõe um xampu para evitar o ressecamento do couro cabeludo, e de cabelos cacheados, para isso sua composição possui surfactante aniônico, sem sulfato, aminoácidos, e vitamina B6 tiamina (visando estimular a síntese de queratina) álcool graxo como agente condicionante, e o restante de água.

Fonte: Elaborada pela autora, 2025.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os artigos e patentes obtidos ao longo da revisão indicam que, embora o tema de produtos químicos para cabelos cacheados seja amplo, ele ainda é pouco explorado devido à sua especificidade. Contudo, é uma questão que necessita de mais discussão, considerando seu impacto na sociedade e no processo de construção de identidade. Trata-se de uma temática extremamente atual e relevante para a sociedade contemporânea. Compreender a química envolvida na formulação dos produtos destinados aos cabelos cacheados é essencial para o desenvolvimento de novas fórmulas que atendam às crescentes demandas desse mercado, o qual está em expansão, especialmente no campo da estética dos cachos.

Além disso, o contexto em que esse tema se insere é muito rico, oferecendo a possibilidade de trabalhar a partir de uma abordagem interdisciplinar e transdisciplinar. Isso não só favorece um entendimento mais aprofundado das propriedades químicas dos produtos, mas também permite integrar aspectos biológicos, sociológicos e históricos, ampliando as perspectivas de estudo e aplicação.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, J. F. DE; COSTA, C. S. DA. A trajetória emancipatória do cabelo crespo: racismo, “boa aparência”, transição capilar e a afirmação da identidade negra. **Raído**, v. 15, n. 37, p. 51–68, 2021.

ALECRIM, J.; VITAL, K. B. Danos Capilares Causados Pela Utilização De Processos Químicos De Alisamento: Hair Damage Caused by the Use of Chemical Straightening Processes. **CPAH Science Journal of Health**, v. 1, n. 1, p. 26–33, 2018a.

ALEJANDRA CERPA GALLEGOS, M. A.; MARÍA LÓPEZ SALGADO, A. B.; ARTURO LARA VALENCIA, V. C.; ADRIANA ROJAS DE LA CRUZ, V. D.; GONZÁLEZ MEDINA, E. E. SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE HIDROGELES DE ÁCIDO ACRÍLICO CO ACRILAMIDA. **International Journal of Professional Business Review**, v. 9, n. 11, p. e05101, 2024.

ASLAN, S.; CHOKSHI, M. **Compositions and methods for curly hair**. L'OREAL Paris, 30 out. 2020. Acesso em: 16 mar. 2025.

BELLKEY, B. **Tipos de melaninas: o que dá a cor dos cabelos?** - Bellkey Professional. Disponível em: <https://www.bellkey.com.br/2018/11/26/tipos-de-melaninas-o-que-da-a-cor-dos-cabelos/>. Acesso em: 15 mar. 2025.

BENZARTI, M.; PAILLER-MATTEI, C.; JAMART, J.; ZAHOUANI, H. The Effect of Hydration on the Mechanical Behaviour of Hair. **Experimental Mechanics**, v. 54, n. 8, p. 1411–1419, 2014.

BHUSHAN, B.; CHEN, N. AFM studies of environmental effects on nanomechanical properties and cellular structure of human hair. **Ultramicroscopy**, v. 106, n. 8–9, p. 755–764, 2006.

BNAYA, A. *et al.* Acute Kidney Injury and Hair-Straightening Products: A Case Series. **American Journal of Kidney Diseases**, v. 82, n. 1, p. 43- 52.e1, 2023.

BOLDUC, C.; SHAPIRO, J. Hair care products: waving, straightening, conditioning, and coloring. **Clinics in Dermatology**, v. 19, n. 4, p. 431–436, 2001.

BOUILLON, C.; WILKINSON, J. **The science of hair care**. Second edition. Ed. London, New York: Taylor & Francis Group, 2005.

BUFFOLI, B.; RINALDI, F.; LABANCA, M.; SORBELLINI, E.; TRINK, A.; GUANZIROLI, E.; REZZANI, R.; RODELLA, L. F. The human hair: from anatomy to physiology. **International journal of dermatology**, v. 53, n. 3, p. 331–341, 2014a.

CHOI, B. Y. Hair-Growth Potential of Ginseng and Its Major Metabolites: A Review on Its Molecular Mechanisms. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 19, n. 9, p. 2703, 2018.

CLOETE, E.; KHUMALO, N. P.; NGOEPE, M. N. The what, why and how of curly hair: a review. **Proceedings. Mathematical, Physical, and Engineering Sciences**, v. 475, n. 2231, p. 20190516, 2019.

CODERCH, L.; OLIVER, M. A.; MARTÍNEZ, V.; MANICH, A. M.; RUBIO, L.; MARTÍ, M. Exogenous and endogenous lipids of human hair. **Skin Research and Technology**, v. 23, n. 4, p. 479–485, 2017.

CRAWFORD, K.; HERNANDEZ, C. A Review of Hair Care Products for Black Individuals. **Highlighting Skin of Color**, v. 93, p. 293, 2014.

CRUZ, P.; SUZUKI, V. Y.; JAMIL, L. C.; LEITE, J. A. T. M.; FREITAS, L. C. L. DE; OLIVEIRA, C. R.; FERREIRA, L. M. Nutrição e saúde dos cabelos: uma revisão. **Advances in Nutritional Sciences**, v. 1, n. 1, p. 33–40, 2020a.

CSUKA, D. A.; CSUKA, E. A.; JUHÁSZ, M. L. W.; SHARMA, A. N.; MESINKOVSKA, N. A. A systematic review on the lipid composition of human hair. **International Journal of Dermatology**, v. 62, n. 3, p. 404–415, 2023.

DEYANE, A.; SANTOS, S.; GABRIELLY, L.; ALVES, S.; SOUSA, D. DE; LOPES, A.; JOSÉ, S.; MENDES, F.; PORTELA, I. C.; SERRA, B. Desafios e soluções para uma rotina eficiente de cuidados com cosméticos na pele negra: uma revisão de literatura. **Revista foco**, v. 16, n. 6, p. e2249, 2023.

FARIAS, I. L. N. **Avaliação de óleos vegetais sobre o brilho e resistência dos fios capilares submetidos a tratamentos químicos**. Trabalho de Dissertação. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. Acesso em: 7 mar. 2025.

FERNANDES, B.; CAVACO-PAULO, A.; MATAMÁ, T. A Comprehensive Review of Mammalian Pigmentation: Paving the Way for Innovative Hair Colour-Changing Cosmetics. **Biology**, v. 12, n. 2, p. 290, 2023.

FERNÁNDEZ, E.; MARTÍNEZ-TEIPEL, B.; ARMENGOL, R.; BARBA, C.; CODERCH, L. Efficacy of antioxidants in human hair. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, v. 117, p. 146–156, 2012.

FERREIRA, L. A.; BRAGA, D. C. SUBSTÂNCIAS ATIVAS DO ALISAMENTO CAPILAR E SEUS MECANISMOS DE AÇÃO. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 13, n. 2, p. 56–63, 2016.

FIGUEIRA, A. DOS S.; PAXIUBA, C. M. C.; SANTOS, G. B. DOS. Mapeamento Tecnológico sobre o Uso de Banco de Dados Aplicados à Produção de Cosméticos Capilares Personalizados. **Cadernos de Prospecção**, v. 17, n. 3, p. 962–978, 2024.

FÖRSTER, T.; ISSBERNER, U.; HENSEN, H. Lipid/surfactant compounds as a new tool to optimize skin-care properties of personal-cleansing products. **Journal of Surfactants and Detergents**, v. 3, n. 3, p. 345, 2000.

FRANÇA, S. A. DA; DARIO, M. F.; ESTEVES, V. B.; BABY, A. R.; VELASCO, M. V. R. Types of Hair Dye and Their Mechanisms of Action. **Cosmetics**, v. 2, n. 2, p. 110–126, 2015.

FUNES, D. S. H.; BONILLA, K.; BAUDELET, M.; BRIDGE, C. Morphological and chemical profiling for forensic hair examination: A review of quantitative methods. **Forensic Science International**, v. 346, p. 111622, 2023.

GAIDAU, C.; STANCA, M.; NICULESCU, M. D.; ALEXE, C. A.; BECHERITU, M.; HOROIAS, R.; CIOINEAG, C.; RÂPĂ, M.; STANCULESCU, I. R. Wool Keratin Hydrolysates for Bioactive Additives Preparation. **Materials**, v. 14, n. 16, p. 4696, 2021.

GAINES, M. K.; PAGE, I. Y.; MILLER, N. A.; GREENVALL, B. R.; MEDINA, J. J.; IRSCHICK, D. J.; SOUTHARD, A.; RIBBE, A. E.; GRASON, G. M.; CROSBY, A. J. Reimagining Hair Science: A New Approach to Classify Curly Hair Phenotypes via New Quantitative Geometric and Structural Mechanical Parameters. **Accounts of Chemical Research**, v. 56, n. 11, p. 1330–1339, 2023.

HATSBACH DE PAULA, J. N.; BASÍLIO, F. M. A.; MULINARI-BRENNER, F. A. Effects of chemical straighteners on the hair shaft and scalp. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, v. 97, n. 2, p. 193–203, 2022.

HEID, H. W.; WERNER, E.; FRANKE, W. W. The complement of native alpha-keratin polypeptides of hair-forming cells: a subset of eight polypeptides that differ from epithelial cytokeratins. **Differentiation: Research in biological diversity**, v. 32, n. 2, p. 101–119, 1986.

HIKCS, G. **Treatment for scalp dryness and curly hair**. LLC, 30 jan. 2018.

HIRAI, T.; IKEDA-IMAFUKU, M.; TASAKA, N.; CHUANG, V. T. G.; XIAN, M.; ISHIDA, T.; AKAIKE, T.; ISHIMA, Y. Human hair keratin responds to oxidative stress via reactive sulfur and supersulfides. **Advances in Redox Research**, v. 10, p. 100091, 2024.

HOOVER, E.; ALHAJJ, M.; FLORES, J. L. Physiology, Hair. **StatPearls**, 30 jul. 2023.
JABBARI, E. Challenges for Natural Hydrogels in Tissue Engineering. **Gels**, v. 5, n. 2, p. 30, 2019.

JUNIOR, E. DO L. A.; MUELLER, E. R.; BATALINI, C. Capillary straightening processes as a contextualizer theme for Organic Chemistry teaching. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 12, p. e12291210878–e12291210878, 2020.

KAROLLYNE, A.; FERNANDES, B.; SANTOS, S.; CHURA, D.; CARNEIRO, G. Analysis of the Influence of Lipid Components on the Spreadability of Hair Heat Protectants by Central Composite Design. **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v. 27, n. 3, p. 327–331, 2023.

KIM, D. H.; OH, S. H.; CHANG, B. S. Effects of excessive bleaching on hair: comparative analysis of external morphology and internal microstructure. **Applied Microscopy**, v. 54, n. 1, p. 1–8, 2024.

KOCH, S. L.; TRIDICO, S. R.; BERNARD, B. A.; SHRIVER, M. D.; JABLONSKI, N. G. The biology of human hair: A multidisciplinary review. **American Journal of Human Biology**, v. 32, n. 2, p. e23316, 2020a.

KUNCHI, C.; VENKATESHAN, K.; REDDY, N.; ADUSUMALLI, R. Correlation between Mechanical and Thermal Properties of Human Hair. **International Journal of Trichology**, v. 10, n. 5, p. 204, 2018.

KWON, S.; LEE, S.; JANG, J.; LEE, J. B.; KIM, K. S. Quantifying the effects of repeated dyeing: Morphological, mechanical, and chemical changes in human hair fibers. **Heliyon**, v. 10, n. 18, p. e37871, 2024.

LAI, X.; WICHERS, H. J.; SOLER-LOPEZ, M.; DIJKSTRA, B. W. Structure and Function of Human Tyrosinase and Tyrosinase-Related Proteins. **Chemistry – A European Journal**, v. 24, n. 1, p. 47–55, 2018.

LANGAN, E. A.; PHILPOTT, M. P.; KLOEPPER, J. E.; PAUS, R. Human hair follicle organ culture: theory, application and perspectives. **Experimental dermatology**, v. 24, n. 12, p. 200–215, 2015.

LANGBEIN, L.; ROGERS, M. A.; WINTER, H.; PRAETZEL, S.; BECKHAUS, U.; RACKWITZ, H. R.; SCHWEIZER, J. The catalog of human hair keratins. I. Expression of the nine type I members in the hair follicle. **The Journal of biological chemistry**, v. 274, n. 28, p. 19874–19884, 1999.

LEITE, M. G. A.; CAMPOS, P. M. B. G. M. Development and efficacy evaluation of hair care formulations containing vegetable oils and silicone. **International Journal of Phytocosmetics and Natural Ingredients**, v. 5, n. 1, p. 9–9, 2018.

LIMA BRAZ, P. R.; DE, R.; CHAVES, C.; LOPES, N. Importância do ácido 18-Metilecoisanoico no cuidado com o cabelo. **Revista Faz Ciência**, v. 25, n. 41, p. 89–102, 2023.

LINDOSO, B. A. **Transição capilar e identidade: o cabelo como um demarcador de fronteiras sociais entre estudantes de design-moda em fortaleza**. Trabalho de Dissertação. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2025.

LOCKRIDGE, J.; ORR, C. L.; PRATER, D. L.; ZAESKA, V. **Oxidative Hair Dye Compositions, Methods And Products**, 28 abr. 2008.

MANTECA, A.; ALONSO-CABALLERO, Á.; FERTIN, M.; POLY, S.; SANCHO, D. DE; PEREZ-JIMENEZ, R. The influence of disulfide bonds on the mechanical stability of proteins is context dependent. **The Journal of Biological Chemistry**, v. 292, n. 32, p. 13374, 2017.

MARSH, J. M.; WHITAKER, S.; FELTS, T.; SHEAROUSE, W.; VATTER, M.; MÄÄTTÄ, A.; THOMPSON, M.; HAWKINS, T. J. Role of Internal Lipids in Hair Health. **Journal of Cosmetic Science**, v. 69, n. 5, p. 347–356, 2018.

MARTÍ, M.; BARBA, C.; MANICH, A. M.; RUBIO, L.; ALONSO, C.; CODERCH, L. The influence of hair lipids in ethnic hair properties. **International Journal of Cosmetic Science**, v. 38, n. 1, p. 77–84, 2016.

MIRANDA-VILELA, A. L.; BOTELHO, A. J.; MUEHLMANN, L. A. An overview of chemical straightening of human hair: technical aspects, potential risks to hair fibre and health and legal issues. **International Journal of Cosmetic Science**, v. 36, n. 1, p. 2–11, 2014.

MORGANTI, P.; MORGANTI, G. Natural polymers for natural hair: the smart use of an innovative nanocarrier. **Nanocosmetics: Fundamentals, Applications and Toxicity**, p. 267–285, 2020.

NAKANO, A. K.; JOÉKES, I. **Comparação de danos induzidos em cabelos de tres etnias por diferentes tratamentos**. 2006.

PIANTANIDA, N. **A Ciência do Bronzeamento**. Disponível em: <https://chemhacks.home.blog/tag/melanina/>. Acesso em: 15 mar. 2025.

QUEIROZ, R. C. DE S. Os efeitos do racismo na autoestima da mulher negra. **Cadernos de Gênero e Tecnologia**, v. 12, n. 40, p. 213–230, 2019.

RICHENA, M.; REZENDE, C. A. Morphological degradation of human hair cuticle due to simulated sunlight irradiation and washing. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, v. 161, p. 430–440, 2016.

ROBBINS, C. R. Chemical Composition of Different Hair Types. **Chemical and Physical Behavior of Human Hair**, p. 105–176, 2012.

ROBERT, T.; TANG, E.; KERVADEC, J.; ZAWORSKI, J.; DAUDON, M.; LETAVERNIER, E. Kidney Injury and Hair-Straightening Products Containing Glyoxylic Acid. **New England Journal of Medicine**, v. 390, n. 12, p. 1147–1149, 2024.

SAHA, S.; ARSHAD, M.; ZUBAIR, M.; ULLAH, A. **Keratin as a Biopolymer**. p. 163–185, 2019.

SANTOS, H. M. DE A.; ESTIVAL, K. G. S.; RIBEIRO, R. S.; SANTANA, E.; CORRÊA, S. R. S. Mina, your hair is from time: a study of the relationship of consumption of curly hair products in online sales companies. **Research, Society and Development**, 2020.

SANTOS, J. D. DOS; EDWARDS, H. G. M.; OLIVEIRA, L. F. C. DE. Raman spectroscopy and electronic microscopy structural studies of Caucasian and Afro human hair. **Heliyon**, v. 5, n. 5, p. e01582, 2019.

SANTOS, N. S. J. DOS; DRAIBE, S. A.; KAMIMURA, M. A.; CUPPARI, L. **Serum albumin as nutritional marker of hemodialysis patients** *Revista de Nutricao*. Pontifícia Universidade Católica de Campinas, 2004. Disponível em:

<http://www.scielo.br/j/rn/a/6vKpYTwjh6JzdZczyPRfGTt/?lang=pt>. Acesso em: 20 fev. 2023

SCARAMELLA, L. R.; AMORIM, L. M.; MARTIN, M. L. B.; GARCIA, A. DE F. S. R. Uso do óleo vegetal de Pracaxi como silicone natural na haste capilar. **Brazilian Journal of Natural Sciences**, v. 3, n. 3, p. 514–514, 2020.

THIBAUT, S.; BECKER, E. DE; CAISEY, L.; BARAS, D.; KARATAS, S.; JAMMAYRAC, O.; PISELLA, P. J.; BERNARD, B. A. Human eyelash characterization. **The British journal of dermatology**, v. 162, n. 2, p. 304–310, 2010.

TUNCAY TANRIVERDI, S.; GOKCE, E. H.; FILIZ, S. B.; KOSE, F. A.; OZER, O. Protection of hair color with pomegranate peel extract-loaded liposomal formulation: Preparation, characterization, and ex-vivo activity studies. **Journal of cosmetic dermatology**, v. 21, n. 11, p. 6292–6301, 2022.

VANDERHORST, H.; SAROSY, C. **Styling composition for curly hair**. Kao USA Inc, 2017.

VELASCO, M. V. R.; SÁ DIAS, T. C. DE; FREITAS, A. Z. DE; JÚNIOR, N. D. V.; PINTO, C. A. S. D. O.; KANEKO, T. M.; BABY, A. R. Hair fiber characteristics and methods to evaluate hair physical and mechanical properties. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 45, n. 1, p. 153–162, 2009.

VENTURINI, C. D. G.; NICOLINI, J.; MACHADO, C.; MACHADO, V. G. Propriedades e aplicações recentes das ciclodextrinas. **Química Nova**, v. 31, n. 2, p. 360–368, 2008.

VERSCHOORE, M. Editorial. **International Journal of Dermatology**, v. 51, n. Suppl.1, p. 4-5, 2012.

VIEIRA, P. V. M.; WAINER, J. Correlações entre a contagem de citações de pesquisadores brasileiros, usando o Web of Science, Scopus e Scholar. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 18, n. 3, p. 45–60, 2013.

WALKER, A. **Andre Walker Hair | Produtos para cabelos naturais e pretos**. Disponível em: <https://andrewalkerhair.com/>. Acesso em: 8 mar. 2025.

WESTGATE, G. E.; GINGER, R. S.; GREEN, M. R. The biology and genetics of curly hair. **Experimental Dermatology**, v. 26, n. 6, p. 483–490, 2017.

WOLFRAM, L. J. Human hair: A unique physicochemical composite. **Journal of the American Academy of Dermatology**, v. 48, n. 6, p. S106–S114, 2003.

WORTMANN, F. J.; WORTMANN, G.; SRIPHO, T. Why is hair curly? Deductions from the structure and the biomechanics of the mature hair shaft. **Experimental Dermatology**, v. 29, n. 3, p. 366–372, 2020.

YANG, Y. M.; YU, H. Z.; SUN, X. H.; DANG, Z. M. Density functional theory calculations on S—S bond dissociation energies of disulfides. **Journal of Physical Organic Chemistry**, v. 29, n. 1, p. 6–13, 2016.

ZGONC ŠKULJ, A.; POLJŠAK, N.; KOČEVAR GLAVAČ, N.; KREFT, S. Herbal preparations for the treatment of hair loss. **Archives of Dermatological Research**, v. 312, n. 6, p. 395–406, 2020.

ZHANG, H.; SU, F.; MA, X.; ZHAO, G. Brief introduction of keratin and its biological application, especially in drug delivery. **Emergent Materials**, v. 4, n. 5, p. 1225–1242, 2021.