LUMEN ET VIRTUS
ISSN: 2177-2789

TRANSFORMAÇÕES CAPILARES COM SEGURANÇA: ANÁLISE DE METODOLOGIAS PERSONALIZADAS PARA CABELOS SENSIBILIZADOS

SAFE HAIR TRANSFORMATIONS: ANALYSIS OF PERSONALIZED METHODOLOGIES FOR SENSITIZED HAIR

TRANSFORMACIONES CAPILARES SEGURAS: ANÁLISIS DE METODOLOGÍAS PERSONALIZADAS PARA CABELLOS SENSIBILIZADOS

https://doi.org/10.56238/levv14n32-024

Data de submissão: 15/12/2023 **Data de publicação:** 15/01/2024

Juliana Evangelista Ferraz

RESUMO

Este estudo teve como objetivo analisar as transformações capilares com segurança, com foco na aplicação de metodologias personalizadas para cabelos sensibilizados, abordando a estrutura e composição da fibra capilar, os impactos de procedimentos químicos e a elaboração de protocolos específicos. A pesquisa foi conduzida por meio de revisão bibliográfica qualitativa, com levantamento de artigos científicos publicados em periódicos especializados, priorizando estudos recentes e relevantes para a área. As informações coletadas foram organizadas em eixos temáticos, permitindo compreender as inter-relações entre composição estrutural, mecanismos de dano e estratégias de recuperação. Os resultados demonstraram que procedimentos como descoloração, alisamento e coloração oxidativa provocam degradação de proteínas, lipídios e água, além de alterações irreversíveis nas ligações de dissulfeto da queratina, comprometendo a resistência, a elasticidade e o brilho. Observou-se que protocolos personalizados, baseados em diagnóstico preciso e na seleção criteriosa de ativos reconstrutores, hidratantes e nutritivos, apresentam resultados superiores na restauração funcional da fibra, reduzindo riscos e prolongando a durabilidade dos resultados estéticos. Identificou-se também que a utilização de tecnologias de diagnóstico em tempo real, como microscopia portátil e medições de condutividade, potencializa a segurança e a eficácia das intervenções. As considerações finais reforçam a importância da integração entre conhecimento científico, recursos tecnológicos e práticas adaptadas à individualidade do fio, como meio de garantir transformações capilares seguras, duradouras e esteticamente satisfatórias, preservando a integridade e a funcionalidade da fibra no longo prazo.

Palavras-chave: Cabelos Sensibilizados. Transformações Capilares. Protocolos Personalizados. Segurança Capilar. Recuperação da Fibra.

ABSTRACT

This study aimed to analyze safe hair transformations, focusing on the application of customized methodologies for sensitized hair, addressing the structure and composition of the hair fiber, the impacts of chemical procedures, and the development of specific protocols. The research was conducted through a qualitative literature review, gathering scientific articles published in specialized journals, prioritizing recent and relevant studies for the field. The collected information was organized into thematic axes, allowing an understanding of the interrelationships between structural composition, damage mechanisms, and recovery strategies. The results showed that procedures such as bleaching,

straightening, and oxidative coloring cause degradation of proteins, lipids, and water, as well as irreversible changes in the keratin disulfide bonds, compromising strength, elasticity, and shine. It was observed that customized protocols, based on precise diagnosis and careful selection of reconstructive, moisturizing, and nourishing actives, present superior results in functional fiber restoration, reducing risks and prolonging the durability of aesthetic results. It was also identified that the use of real-time diagnostic technologies, such as portable microscopy and conductivity measurements, enhances the safety and effectiveness of interventions. The final considerations reinforce the importance of integrating scientific knowledge, technological resources, and practices adapted to the individuality of the hair fiber as a means to ensure safe, long-lasting, and aesthetically pleasing hair transformations, preserving fiber integrity and functionality in the long term.

Keywords: Sensitized Hair. Hair Transformations. Customized Protocols. Hair Safety. Fiber Recovery.

RESUMEN

Este estudio tuvo como objetivo analizar de forma segura las transformaciones capilares, centrándose en la aplicación de metodologías personalizadas para cabello sensibilizado, abordando la estructura y composición de la fibra capilar, el impacto de los procedimientos químicos y el desarrollo de protocolos específicos. La investigación se realizó mediante una revisión bibliográfica cualitativa, que incluyó un análisis de artículos científicos publicados en revistas especializadas, priorizando estudios recientes y relevantes en el campo. La información recopilada se organizó en ejes temáticos, lo que permitió comprender las interrelaciones entre la composición estructural, los mecanismos de daño y las estrategias de recuperación. Los resultados demostraron que procedimientos como la decoloración, el alisado y la coloración oxidativa causan degradación de proteínas, lípidos y agua, así como cambios irreversibles en los enlaces disulfuro de queratina, lo que compromete la resistencia, la elasticidad y el brillo. Se observó que los protocolos personalizados, basados en un diagnóstico preciso y la cuidadosa selección de ingredientes activos reconstructivos, hidratantes y nutritivos, producen resultados superiores en la restauración funcional de la fibra, reduciendo los riesgos y prolongando la durabilidad de los resultados estéticos. También se identificó que el uso de tecnologías de diagnóstico en tiempo real, como la microscopía portátil y las mediciones de conductividad, mejora la seguridad y la eficacia de las intervenciones. Las consideraciones finales refuerzan la importancia de integrar el conocimiento científico, los recursos tecnológicos y las prácticas adaptadas a las características individuales del cabello, como medio para garantizar transformaciones capilares seguras, duraderas y estéticamente satisfactorias, preservando la integridad y la funcionalidad de la fibra a largo plazo.

Palabras clave: Cabello Sensibilizado. Transformaciones Capilares. Protocolos Personalizados. Seguridad Capilar. Recuperación de la Fibra.

1 INTRODUÇÃO

A estrutura capilar é composta por cutícula, córtex e medula, cuja integridade define o aspecto estético, e a resistência mecânica dos fios, sendo a cutícula a primeira linha de defesa contra agressões químicas e ambientais. Quando a superfície cuticular sofre desgaste por procedimentos químicos intensos, como descolorações, alisamentos ou colorações repetidas, há aumento na porosidade e redução da coesão das escamas, comprometendo a capacidade de retenção hídrica e facilitando a ruptura. Essas alterações estruturais exigem protocolos personalizados de tratamento que considerem o tipo de dano, e a resposta biológica individual dos fios (Dias *et al*., 2015).

O avanço das pesquisas em cosméticos capilares trouxe inovações como peptídeos biomiméticos, polissacarídeos bioativos e moléculas de baixo peso molecular, capazes de penetrar no córtex e promover reparo interno. Entre esses ativos, o ácido hialurônico de baixo peso molecular destaca-se pela capacidade de hidratação profunda e pelo aumento da elasticidade, favorecendo a resistência à tração, especialmente em fios submetidos a descoloração extrema. Esses avanços não substituem a necessidade de uma avaliação profissional criteriosa, pois o uso indiscriminado de ativos pode agravar danos pré-existentes e induzir reações adversas (Qu *et al*., 2022).

A sensibilidade capilar é um estado resultante da soma de agressões cumulativas, que pode ser exacerbada por interações químicas inadequadas, pH desbalanceado e incompatibilidade entre produtos e procedimentos. O diagnóstico desse estado requer análise microscópica, testes de resistência e avaliação do histórico químico, permitindo ao profissional escolher formulações e técnicas que preservem a fibra. Essa personalização evita sinergias químicas indesejadas, como a interação de oxidantes potentes com resíduos de hidróxidos, que podem resultar em fissuras longitudinais na haste capilar (De Paula *et al*., 2022).

Produtos destinados a cabelos fragilizados devem contemplar sistemas de entrega que maximizem a absorção sem sobrecarregar a fibra, evitando o acúmulo superficial que pode dificultar trocas de umidade e nutrientes. Formulações contendo surfactantes suaves associados a polímeros condicionantes têm mostrado eficácia em restaurar a suavidade e a coesão da cutícula sem comprometer a leveza dos fios, sendo aplicáveis em protocolos de pré e pós-tratamento químico (Cebolla-Verdugo *et al*., 2024).

O conceito de segurança em transformações capilares ultrapassa a ausência de danos imediatos, abrangendo a manutenção da funcionalidade da fibra ao longo do tempo. Para isso, técnicas de diagnóstico tridimensional, espectroscopia Raman e análises de força tensil vêm sendo incorporadas na avaliação prévia, permitindo a definição de concentrações seguras de agentes químicos e tempos de exposição personalizados. Esse controle é determinante para reduzir a formação de microfissuras e preservar a integridade das pontes de dissulfeto (Song *et al*., 2024).

Procedimentos de alisamento, sejam eles à base de tioglicolatos, hidróxidos ou carbocisteína, impõem alterações significativas nas ligações internas da queratina, resultando em mudança permanente na forma do fio. A reversibilidade parcial dessas modificações é limitada, e a repetição de tais processos, sem intervalos adequados ou reposição proteica, compromete a elasticidade e a resiliência do córtex. Assim, protocolos que intercalem tratamentos reconstrutores e hidratantes mostram-se mais eficazes na redução do dano cumulativo (Camargo Jr., 2022).

A crescente demanda por soluções personalizadas estimulou a indústria cosmética a investir em sistemas inteligentes de diagnóstico e ativos multifuncionais que respondem de forma adaptativa às condições do fio. Dispositivos portáteis capazes de medir condutividade elétrica, teor de umidade e integridade da cutícula estão sendo incorporados em salões, permitindo ajustes em tempo real durante os procedimentos. Esse avanço reflete a tendência global de oferecer tratamentos sob medida, otimizando resultados e minimizando riscos (Campos, 2024).

A ciência dos cosméticos capilares também se volta para a sustentabilidade, desenvolvendo surfactantes biodegradáveis, polímeros de fontes renováveis e embalagens com menor impacto ambiental, sem comprometer a eficácia no tratamento de cabelos sensibilizados. Biossurfactantes derivados de glicolipídios têm apresentado alta afinidade pela superfície capilar e boa compatibilidade com polímeros condicionantes, reduzindo a necessidade de agentes sintéticos agressivos. Essa abordagem alia desempenho e segurança, atendendo tanto à saúde do fio quanto às exigências ambientais (Fernandez-Pena *et al*., 2024).

Técnicas complementares como laser de baixa intensidade e plasma rico em plaquetas, embora mais associadas ao tratamento de alopecias, também têm sido exploradas como coadjuvantes na recuperação de fios comprometidos, favorecendo a vascularização e a nutrição do folículo. Esses métodos não substituem os cuidados cosméticos diretos na fibra, mas podem potencializar a regeneração e melhorar a qualidade dos fios que ainda estão em fase anágena, reforçando o resultado final de protocolos personalizados.

Este estudo teve como objetivo analisar as transformações capilares com segurança, com foco na aplicação de metodologias personalizadas para cabelos sensibilizados, abordando a estrutura e composição da fibra capilar, os impactos de procedimentos químicos e a elaboração de protocolos específicos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ESTRUTURA E COMPOSIÇÃO DA FIBRA CAPILAR

A fibra capilar é uma estrutura biológica especializada composta por três camadas distintas, sendo a cutícula a mais externa, formada por células achatadas sobrepostas que funcionam como escamas protetoras, o córtex a camada intermediária que representa a maior parte da massa do fio e

abriga a queratina e os pigmentos de melanina responsáveis pela cor e resistência, e a medula uma região central com presença variável, que pode contribuir para a densidade e isolamento térmico, todas essas partes interagem de maneira integrada para determinar as propriedades mecânicas, ópticas e sensoriais do cabelo (Dias *et al*., 2015).

A cutícula é recoberta por uma película lipídica formada principalmente por 18-metileicosanoato, um ácido graxo que preserva a hidrofobicidade e o brilho natural dos fios, funcionando como barreira contra o excesso de umidade e agentes químicos, porém procedimentos como descolorações, alisamentos e lavagens frequentes com shampoos agressivos podem remover ou degradar essa camada, aumentando a porosidade, reduzindo a flexibilidade e tornando o fio mais suscetível à quebra e ao ressecamento progressivo (Fernandez-Pena *et al*., 2024).

O córtex é a região que define a resistência e a elasticidade capilar, composto por macrofibrilas de queratina alinhadas e embebidas em matriz amorfa, estabilizadas por ligações de dissulfeto, pontes de hidrogênio e interações salinas, e qualquer alteração nessas ligações, seja por agentes oxidantes usados em coloração ou por redutores empregados em alisamentos, compromete a estabilidade estrutural, resultando em perda de força mecânica, alterações na forma e maior suscetibilidade a danos permanentes (Camargo Jr., 2022).

A medula, localizada no centro do fio, apresenta organização celular frouxa e, em alguns casos, espaços preenchidos por ar, estando presente com maior frequência em cabelos grossos e mais ausente em fios finos, e embora sua função não seja completamente compreendida, há indícios de que contribui para a densidade, a distribuição térmica e até a percepção tátil, sendo um elemento estrutural cuja ausência em cabelos sensibilizados pode influenciar sua resposta a procedimentos químicos e mecânicos (De Paula *et al*., 2022).

A melanina, pigmento localizado no córtex, é composta por dois tipos principais, a eumelanina que confere tons escuros e possui maior capacidade de absorver radiação ultravioleta e a feomelanina que produz tons claros e apresenta menor resistência oxidativa, funcionando não somente como determinante da cor natural, mas também como fator protetor da proteína capilar contra danos fotoinduzidos, sendo que a menor concentração de eumelanina em cabelos claros justifica a necessidade de cuidados mais intensivos em processos de transformação (Campos, 2024).

A composição química da fibra inclui proteínas fibrosas, lipídios e água, sendo que a água representa aproximadamente 10 a 15% do peso total e se encontra em duas formas, a ligada, que mantém a plasticidade e a elasticidade, e a livre, que contribui para a flexibilidade momentânea, e alterações nesse equilíbrio hídrico, como a perda excessiva de água ou o excesso de absorção, podem provocar ressecamento, inchaço da cutícula e fissuras na estrutura, comprometendo a integridade capilar (Qu *et al*., 2022).

A queratina capilar é uma proteína fibrosa de alta resistência que se organiza desde a hélice alfa até macrofibrilas e feixes de microfibrilas, formando uma arquitetura hierárquica que garante estabilidade e durabilidade ao fio, mas tratamentos agressivos como descolorações profundas e alisamentos químicos alteram a conformação dessas cadeias e reduzem a capacidade de recuperação estrutural, o que explica a fragilidade acumulada após procedimentos repetitivos (Song *et al*., 2024).

Os lipídios presentes na fibra, tanto endógenos como adquiridos por tratamentos cosméticos, atuam na coesão intercuticular, na lubrificação e na manutenção da hidratação, porém a oxidação provocada por exposição solar, poluentes e agentes químicos reduz a quantidade e a funcionalidade dessas moléculas, aumentando o atrito entre fios, diminuindo o brilho e favorecendo o desgaste por abrasão durante a escovação e o penteado (Cebolla-Verdugo *et al*., 2024).

A estrutura e as propriedades do cabelo são influenciadas por fatores genéticos, que determinam a espessura, a forma e a densidade do fio, mas condições ambientais como temperatura, umidade e poluição interagem com essas características, acelerando processos de degradação, e a compreensão dessa interação é importante para prever a resistência e a resposta do fio a tratamentos químicos e mecânicos.

O formato do fio, seja liso, ondulado, cacheado ou crespo, resulta da geometria do folículo e da distribuição das ligações químicas no córtex, e fios muito encaracolados, por concentrarem tensões nas curvaturas, apresentam maior tendência à quebra quando expostos a forças mecânicas ou altas temperaturas, o que exige protocolos adaptados para reduzir o estresse mecânico durante a manipulação.

O diâmetro do fio influencia sua resistência à tração, pois fios mais grossos suportam cargas maiores antes de romper, mas podem apresentar menor penetração de tratamentos hidratantes devido à compactação interna, enquanto fios finos absorvem mais facilmente ativos condicionantes, mas se rompem com mais facilidade em processos mecânicos e químicos.

Com o envelhecimento, a fibra capilar sofre alterações como a redução na quantidade de lipídios, a perda de pigmentação e a modificação na organização da queratina, o que reduz a resistência e aumenta a fragilidade, tornando os fios mais vulneráveis a danos durante transformações químicas e térmicas.

A condição inicial do cabelo é determinante para o sucesso de um procedimento, pois fios íntegros absorvem produtos de maneira uniforme e respondem de forma previsível, enquanto fios previamente sensibilizados apresentam comportamento irregular, aumentando o risco de danos irreversíveis e exigindo ajustes técnicos e seleção criteriosa de ativos.

O estudo detalhado da estrutura capilar fornece informações essenciais para a formulação de produtos e técnicas que preservem ou restaurem as propriedades originais da fibra, garantindo maior

durabilidade dos resultados e menor acúmulo de danos, especialmente em procedimentos repetitivos e de alta intensidade.

Compreender a composição, a organização e a dinâmica de degradação da fibra capilar são fundamentais para a criação de protocolos personalizados, capazes de respeitar as particularidades estruturais e químicas de cada tipo de cabelo, assegurando transformações seguras e eficazes (Campos, 2024).

2.2 IMPACTOS DE TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS NA INTEGRIDADE CAPILAR

As transformações químicas capilares, como coloração, descoloração, alisamentos e permanentes, promovem alterações significativas na estrutura da fibra, afetando desde a cutícula até o córtex, durante a coloração oxidativa, por exemplo, a elevação do pH provoca a abertura das escamas cuticulares para permitir a penetração de corantes e oxidantes, processo que inevitavelmente causa desgaste superficial e perda parcial da camada lipídica protetora, tornando o fio mais permeável e menos resistente (Dias *et al*., 2015).

A descoloração é um dos procedimentos mais agressivos, pois utiliza persulfatos e peróxido de hidrogênio para degradar a melanina, ao mesmo tempo em que rompe ligações de dissulfeto e promove oxidação das proteínas da queratina, esse processo leva à redução da resistência mecânica, aumento da porosidade e maior suscetibilidade a fraturas, e a intensidade desses efeitos depende da concentração dos agentes e do tempo de exposição (Camargo Jr., 2022).

Os alisamentos químicos atuam rompendo e reorganizando as ligações internas da queratina para alterar a forma do fio, podendo ser realizados com hidróxidos, tioglicolatos ou carbocisteína, cada um com mecanismo e agressividade distintos, mas todos com potencial de enfraquecer a estrutura interna e causar danos cumulativos quando repetidos em intervalos curtos, especialmente se aplicados em cabelos previamente sensibilizados (De Paula *et al*., 2022).

A permanente, utilizada para criar cachos ou ondas duradouras, também envolve a ruptura controlada das ligações de dissulfeto no córtex, seguida da fixação em nova conformação por agentes oxidantes, esse processo, embora menos mencionado em comparação aos alisamentos, igualmente gera enfraquecimento estrutural e alterações na coesão intercuticular, exigindo cuidados intensivos no pós-procedimento para minimizar o acúmulo de danos (Campos, 2024).

O uso repetitivo e combinado de diferentes processos químicos potencializa os impactos negativos, pois danos acumulados reduzem a capacidade de resposta da fibra a novos tratamentos, tornando mais difícil a recuperação completa, e em muitos casos a sobreposição de procedimentos, como descoloração seguida de alisamento, ultrapassa o limite de tolerância do fio, levando à ruptura imediata durante o processo ou ao longo dos dias subsequentes (Qu *et al*., 2022).

A integridade da cutícula é um dos fatores mais afetados por procedimentos químicos, já que seu desgaste facilita a perda de proteínas e lipídios do córtex, reduzindo a resistência à tração e a flexibilidade, e uma vez danificada, a cutícula não se regenera, sendo necessário recorrer a tratamentos cosméticos que criem camadas protetoras temporárias e auxiliem na retenção de umidade (Cebolla-Verdugo *et al*., 2024).

Além dos efeitos mecânicos e estruturais, as transformações químicas alteram as propriedades ópticas da fibra, reduzindo o brilho e modificando a forma como a luz é refletida, essa mudança está relacionada tanto à perda da camada lipídica quanto ao aumento da rugosidade superficial, fatores que afetam diretamente a estética e a percepção de saúde capilar (Fernandez-Pena *et al*., 2024).

Os impactos das transformações químicas variam de acordo com a saúde inicial do fio, a técnica empregada, o tempo de exposição, a concentração dos produtos e a combinação de procedimentos anteriores, compreender esses fatores é importante para desenvolver protocolos seguros que preservem a integridade da fibra e mantenham seu desempenho mecânico e estético (Campos, 2024).

2.3 PROTOCOLOS PERSONALIZADOS PARA CABELOS SENSIBILIZADOS

A elaboração de protocolos personalizados para cabelos sensibilizados começa por um diagnóstico detalhado, que deve considerar o histórico químico, a condição estrutural da fibra e fatores ambientais que influenciam seu estado atual, ferramentas como microscopia de luz e análise de tração podem identificar danos invisíveis a olho nu, permitindo que o profissional selecione ativos e procedimentos compatíveis com a resistência do fio e com a recuperação desejada (Dias *et al*., 2015).

A etapa de limpeza nos protocolos personalizados requer atenção especial, optando-se por surfactantes suaves que removam impurezas e resíduos químicos sem provocar a extração excessiva de lipídios e proteínas, combinando agentes anfóteros e não iônicos com polímeros condicionantes, é possível preservar a coesão da cutícula, reduzindo o atrito e evitando a ampliação de fissuras já existentes (Cebolla-Verdugo *et al*., 2024).

Nos tratamentos reconstrutores, proteínas hidrolisadas de baixo peso molecular têm papel importante, pois penetram no córtex e interagem com as cadeias de queratina, ajudando a recompor ligações e preencher áreas de perda estrutural, para cabelos com alto grau de porosidade, essa reposição deve ser realizada de forma gradual, evitando sobrecarga proteica que pode deixar o fio rígido e propenso à quebra (Song *et al*., 2024).

A hidratação profunda é outro pilar dos protocolos personalizados, utilizando ativos higroscópicos como glicerina, pantenol e ácido hialurônico de baixo peso molecular para restaurar o equilíbrio hídrico, mantendo a elasticidade e a maciez, esses ingredientes atuam na retenção de água na fibra, complementando a ação dos reconstrutores e criando um ambiente interno mais estável para resistir a futuras agressões (Qu *et al*., 2022).

A reposição lipídica, por meio de óleos vegetais ricos em ácidos graxos essenciais, ceramidas e ésteres, restaura a barreira hidrofóbica da cutícula, melhorando a coesão intercelular e reduzindo a perda de umidade, essa etapa é particularmente importante para fios submetidos a alisamentos e descolorações, onde a degradação lipídica é acentuada e compromete o brilho e a resistência (Fernandez-Pena *et al*., 2024).

A proteção térmica é fundamental em protocolos para cabelos sensibilizados, pois o uso de secadores e pranchas sem a aplicação de protetores específicos acelera a degradação das proteínas e lipídios, ativos como silicones voláteis, polímeros termoativados e derivados de proteínas criam uma película que reduz a transferência de calor para o córtex e minimiza danos cumulativos (Campos, 2024).

O planejamento da frequência e da intensidade dos tratamentos deve considerar o tempo necessário para que a fibra se recupere entre procedimentos químicos, intervalos mais longos permitem que os ativos reconstrutores, hidratantes e lipídicos atuem de forma mais eficaz, prevenindo sobrecarga e danos irreversíveis, e essa abordagem garante maior durabilidade dos resultados obtidos (De Paula *et al*., 2022).

A personalização de protocolos para cabelos sensibilizados é um processo dinâmico, ajustado continuamente de acordo com a evolução da saúde do fio e a resposta aos tratamentos aplicados, esse acompanhamento contínuo possibilita intervenções preventivas antes que pequenos danos se tornem problemas estruturais graves, assegurando que as transformações estéticas sejam realizadas com segurança e previsibilidade (Campos, 2024).

3 METODOLOGIA

O presente estudo foi desenvolvido por meio de uma revisão bibliográfica qualitativa, estruturada para investigar de forma aprofundada as transformações capilares com segurança e a aplicação de metodologias personalizadas em cabelos sensibilizados, partindo da identificação de fontes científicas confiáveis e atuais, publicadas em periódicos revisados por pares, garantindo assim a consistência e a relevância dos dados analisados.

O processo de levantamento bibliográfico iniciou-se com a definição de descritores específicos relacionados ao tema, incluindo termos técnicos e sinônimos utilizados na literatura científica nacional e internacional, esses descritores foram aplicados em bases de dados especializadas, permitindo localizar estudos que contemplassem tanto a fundamentação teórica da estrutura capilar quanto a aplicação prática de protocolos personalizados.

As buscas foram realizadas em plataformas acadêmicas amplamente reconhecidas, como PubMed, ScienceDirect, Scopus e Web of Science, além de bases específicas da área de cosméticos e dermatologia, o objetivo foi obter um conjunto de estudos diversificado e representativo, que

possibilitasse uma visão ampla sobre os aspectos estruturais, químicos e procedimentais abordados no trabalho.

A seleção dos artigos seguiu critérios pré-estabelecidos que incluíram data de publicação, relevância temática, clareza metodológica e qualidade das informações apresentadas, priorizando-se trabalhos publicados nos últimos cinco anos para assegurar a atualização do conteúdo, embora estudos mais antigos também tenham sido considerados quando apresentaram relevância histórica ou conceitual para o tema abordado.

Após a seleção inicial, foi realizada uma leitura exploratória para identificar os pontos centrais de cada estudo, seguida por uma leitura analítica para extrair informações relacionadas à integridade da fibra capilar, aos mecanismos de ação dos procedimentos químicos e às estratégias de personalização de tratamentos, organizando os dados de forma a facilitar sua comparação e integração.

O material selecionado foi então categorizado em eixos temáticos, permitindo agrupar informações sobre estrutura e composição da fibra, impactos de procedimentos químicos e protocolos de recuperação e proteção, essa organização foi fundamental para estruturar o referencial teórico e orientar a construção das análises presentes nas seções de resultados e discussão.

O tratamento das informações foi conduzido de forma qualitativa, buscando compreender as inter-relações entre os fatores descritos na literatura, mais do que quantificar a ocorrência de determinados fenômenos, essa abordagem possibilitou identificar tendências, lacunas e convergências entre diferentes estudos, fornecendo subsídios para as considerações finais.

A análise comparativa entre os estudos selecionados permitiu destacar pontos de consenso sobre a necessidade de protocolos personalizados para cabelos sensibilizados, bem como divergências sobre as metodologias de aplicação e escolha de ativos, essa etapa foi importante para a construção de uma visão crítica e fundamentada sobre o tema.

A metodologia aplicada também incluiu a verificação cruzada das informações obtidas, comparando diferentes fontes que tratavam de tópicos semelhantes, o que contribuiu para reforçar a confiabilidade das conclusões alcançadas e minimizar o risco de vieses decorrentes de estudos isolados.

A sistematização dos dados obtidos foi realizada de forma a manter a coerência com os objetivos propostos, permitindo que as informações coletadas sejam utilizadas como base para futuras pesquisas e para a aplicação prática de protocolos capilares que unam segurança, eficácia e personalização no atendimento a cabelos sensibilizados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos estudos selecionados evidenciou que as transformações químicas afetam de maneira significativa a organização e a resistência da fibra capilar, especialmente quando realizadas

em cabelos previamente sensibilizados, a degradação da camada lipídica, a perda de proteínas estruturais e o aumento da porosidade foram alterações recorrentes nos artigos revisados, destacando a necessidade de estratégias de proteção e recuperação específicas para cada perfil de fio (Dias *et al*., 2015).

Os dados também mostraram que procedimentos de descoloração e alisamento são os que mais comprometem a integridade mecânica da fibra, ambos promovem a ruptura de ligações de dissulfeto e alterações irreversíveis na queratina, levando à redução da resistência à tração e aumento da fragilidade, efeitos que podem ser potencializados pela sobreposição de técnicas em curto intervalo de tempo (Camargo Jr., 2022).

Observou-se que a perda de melanina durante processos oxidativos não afeta apenas a cor, mas também reduz a proteção natural contra radiação ultravioleta, tornando a fibra mais suscetível à fotodegradação e à perda de elasticidade, fator que reforça a importância de tratamentos antioxidantes complementares em protocolos pós-químicos (Campos, 2024).

Os artigos revisados indicaram que o uso de ácido hialurônico de baixo peso molecular apresenta resultados positivos na melhoria da elasticidade e hidratação de fios danificados, por sua capacidade de reter água e interagir com a matriz proteica do córtex, favorecendo a recuperação funcional da fibra e reduzindo a sensação de aspereza (Qu *et al*., 2022).

Em relação aos tratamentos reconstrutores, estudos apontam que proteínas hidrolisadas com baixo peso molecular são capazes de penetrar no córtex e preencher áreas degradadas, restabelecendo parcialmente a coesão estrutural, no entanto o excesso de reposição proteica pode levar à rigidez e predispor à quebra, sendo necessária a dosagem correta e intervalos adequados entre aplicações (Song *et al*., 2024).

A análise também evidenciou que lipídios de origem vegetal, como ceramidas e ácidos graxos essenciais, desempenham uma função fundamental na recomposição da barreira hidrofóbica da cutícula, promovendo melhora na maciez, na retenção hídrica e na proteção contra agentes externos, efeito que se mostra importante para fios submetidos a processos químicos intensos (Cebolla-Verdugo *et al*., 2024).

Biossurfactantes derivados de glicolipídios foram identificados como alternativas promissoras para limpeza suave de cabelos sensibilizados, apresentando boa compatibilidade com polímeros condicionantes e menor potencial de remoção dos lipídios naturais da fibra, o que favorece a manutenção da integridade cuticular ao longo de lavagens sucessivas (Fernandez-Pena *et al*., 2024).

Os resultados indicaram ainda que tecnologias de diagnóstico em tempo real, como análise de condutividade elétrica e microscopia portátil, possibilitam a adaptação imediata de protocolos durante o atendimento, aumentando a precisão na escolha de ativos e reduzindo riscos associados ao uso indiscriminado de procedimentos químicos (Campos, 2024).

Constatou-se que a aplicação de metodologias personalizadas gera resultados superiores quando comparada a abordagens padronizadas, pois considera variáveis individuais como espessura do fio, grau de porosidade, histórico químico e fatores ambientais, promovendo uma recuperação mais eficiente e reduzindo o risco de danos adicionais (De Paula *et al*., 2022).

A literatura revisada reforça que a frequência de procedimentos químicos deve ser ajustada de acordo com a taxa de recuperação do cabelo, permitindo que o fio recupere parte de sua integridade antes de uma nova intervenção, reduzindo a sobreposição de danos e preservando propriedades mecânicas e estéticas (Dias *et al*., 2015).

Estudos também demonstram que a combinação equilibrada de tratamentos reconstrutores, hidratantes e nutritivos apresenta melhores resultados do que a aplicação isolada de um único tipo de cuidado, a sinergia entre esses tratamentos contribui para a restauração simultânea da coesão proteica, do equilíbrio hídrico e da barreira lipídica (Qu *et al*., 2022).

Foi observado que a proteção térmica antes do uso de secadores e pranchas reduz significativamente a degradação das proteínas e lipídios, preservando a estrutura interna e prolongando a durabilidade dos resultados obtidos com tratamentos de recuperação, sendo essa uma prática indispensável em protocolos para cabelos quimicamente tratados (Campos, 2024).

A análise crítica das publicações permitiu identificar que, embora haja avanços tecnológicos relevantes, a segurança das transformações químicas ainda depende fortemente da habilidade do profissional em interpretar as necessidades do fio e ajustar procedimentos de forma individualizada, evitando a aplicação de técnicas incompatíveis com o estado atual da fibra (De Paula *et al*., 2022).

De maneira geral, os resultados obtidos nesta revisão apontam para a importância de integrar diagnóstico preciso, seleção criteriosa de produtos e acompanhamento contínuo para maximizar a segurança e a eficácia das transformações capilares, garantindo o resultado estético imediato, e também a manutenção da saúde da fibra no longo prazo (Campos, 2024).

Desse modo, verificou-se que o desenvolvimento de protocolos personalizados baseados em evidências científicas é o caminho mais seguro para atender às demandas de clientes com cabelos sensibilizados, permitindo alcançar resultados de alta performance sem comprometer a integridade estrutural da fibra capilar (Fernandez-Pena *et al*., 2024).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa evidenciou que a manutenção da saúde da fibra capilar depende de um conjunto de fatores interligados que envolvem desde sua estrutura física e composição química até as condições ambientais e procedimentos aos quais é exposta, ficando claro que a compreensão aprofundada dessas variáveis é importante para orientar intervenções seguras e eficazes, pois qualquer

abordagem estética que ignore essas nuances pode gerar danos irreversíveis e comprometer a funcionalidade do cabelo.

A avaliação detalhada dos impactos provocados por transformações químicas demonstrou que a perda de proteínas estruturais, a degradação de lipídios essenciais e a alteração do equilíbrio hídrico são consequências diretas de muitos procedimentos, especialmente aqueles de alta intensidade como descoloração e alisamento, sendo esses efeitos agravados quando há sobreposição de técnicas em curtos intervalos, o que reforça a necessidade de intervenções planejadas que priorizem a integridade do fio antes da obtenção do resultado estético desejado.

A personalização de protocolos foi identificada como elemento central para atender às demandas de cabelos sensibilizados, pois cada indivíduo apresenta características únicas que influenciam diretamente a resposta do fio a tratamentos, parâmetros como espessura, grau de porosidade, densidade e histórico químico devem ser analisados de forma minuciosa, permitindo que a escolha de ativos, concentrações e metodologias seja totalmente adaptada às necessidades específicas, evitando abordagens genéricas que possam comprometer o resultado final.

O uso de metodologias de diagnóstico avançadas, como análise microscópica, medições de condutividade e testes de resistência, revelou-se determinante para direcionar as decisões do profissional, já que essas ferramentas permitem identificar a extensão dos danos, mas também prever o comportamento do cabelo frente a novas intervenções, aumentando a previsibilidade e a segurança dos processos de transformação, algo especialmente relevante quando se trabalha com fios fragilizados.

Ao longo da análise, ficou evidente que a eficácia de um protocolo não se sustenta em uma única abordagem de tratamento, mas na combinação estratégica de ações reconstrutoras, hidratantes e nutritivas, quando aplicadas em sinergia e com intervalos adequados, essas etapas atuam simultaneamente na reposição de proteínas, lipídios e água, restaurando a coesão estrutural e o equilíbrio funcional da fibra, além de melhorar a aparência e o toque dos fios de forma duradoura.

Identificou-se a importância da proteção contínua contra agressões térmicas e mecânicas, já que o uso indiscriminado de ferramentas de calor e técnicas de manipulação inadequadas pode comprometer rapidamente os resultados alcançados com tratamentos de recuperação, por isso, a adoção de medidas preventivas como aplicação de protetores térmicos, redução da frequência de uso de pranchas e secadores e técnicas de manuseio mais suaves é indispensável para manter a integridade capilar.

Também se constatou que a capacitação técnica do profissional exerce influência direta sobre a segurança e a eficácia das intervenções, pois não basta dispor de produtos de qualidade se não houver habilidade para interpretar as necessidades do fio, selecionar corretamente os procedimentos e

conduzir cada etapa de forma controlada, sendo essa competência resultado de atualização constante e experiência prática aplicada à individualidade de cada cliente.

Os achados deste estudo indicam que práticas fundamentadas em evidências científicas oferecem resultados superiores e mais seguros quando comparadas a métodos empíricos, a incorporação de avanços tecnológicos, ativos inovadores e procedimentos validados por pesquisas amplia a margem de segurança e otimiza a eficácia dos tratamentos, representando um diferencial competitivo e um compromisso ético com a saúde capilar.

O avanço contínuo na pesquisa e no desenvolvimento de novos ativos e técnicas é fundamental para suprir as necessidades do mercado, que cada vez mais exige soluções eficazes e seguras para cabelos submetidos a procedimentos químicos, a busca por alternativas menos agressivas, formulações mais biocompatíveis e metodologias mais precisas de diagnóstico e recuperação deve permanecer como prioridade para profissionais e indústria.

Portanto, a integração entre conhecimento científico, recursos tecnológicos e abordagem personalizada constitui a estratégia mais sólida para garantir transformações capilares seguras, duradouras e de alta qualidade estética, esse alinhamento entre teoria e prática assegura não só a satisfação imediata do cliente, mas também a preservação a longo prazo da estrutura e funcionalidade da fibra, consolidando um padrão de atendimento que valoriza a saúde capilar tanto quanto o resultado visual.

REFERÊNCIAS

CAMPOS, Inovação ABIHPEC. Demanda por soluções personalizadas faz indústria de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos avançar em inovações para cuidados capilares. *Inovação ABIHPEC*, 4 nov. 2024.

CAMARGO JR, F. B. Prevention of chemically induced hair damage by means of treatment based on proteins and polysaccharides. *Journal of Cosmetic Dermatology*, v. 21, n. 2, p. 827–835, 2022.

CEBOLLA-VERDUGO, M.; *et al*. Contact dermatitis due to hair care products: a review. *Cosmetics*, v. 11, n. 3, p. 78, 2024.

DE PAULA, J. N. H.; *et al*. Effects of chemical straighteners on the hair shaft and scalp. *Journal of Dermatological Science*, v. 105, p. 86–94, 2022.

DIAS, M. F. R. G.; *et al*. Hair cosmetics: an overview. *International Journal of Trichology*, v. 7, n. 1, p. 2–15, 2015.

FERNANDEZ-PENA, L.; *et al*. Effect of molecular structure of eco-friendly glycolipid biosurfactants on the adsorption of hair-care conditioning polymers. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, v. 235, 2024.

QU, W.; *et al*. Improving the mechanical properties of damaged hair using low-molecular-weight hyaluronate. *Molecules*, v. 27, n. 22, p. 7701, 2022.

SONG, S. H.; *et al*. Protein disulphide isomerase-mediated grafting of cysteine-containing peptides onto over-bleached hair. *Scientific Reports*, v. 14, n. 1, p. 1512, 2024.