

EFEITO DA LUZ ÂMBAR NA PERMEAÇÃO DO ÓLEO DE ARGAN EM FIBRA CAPILAR DO TIPO CAUCASIANA

Luana Prado André¹, Bianca Felipe Susigan¹, Juliana Guerra Pinto², Juliana Ferreira-Strixino².

¹Universidade do Vale do Paraíba/Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento, Avenida Shishima Hifumi, 2911, Urbanova - 12244-000 - São José dos Campos-SP, Brasil, lu Prado007@hotmail.com

²Laboratório de Fotobiologia Aplicada à Saúde (PhotoBioS) – IP&D – UNIVAP – Avenida Shishima Hifumi, 211, Urbanova – 12244-000 – São José dos Campos-SP, Brasil, juferrreira@univap.br

Resumo

Os fios capilares desempenham papel crucial na estética e proteção do couro cabeludo contra danos externos. Tratamentos capilares menos agressivos, como a fotobiomodulação associada a óleos naturais, são alternativas promissoras na tricologia. Diante disso, o objetivo do trabalho foi avaliar a ação da luz Âmbar associada ao Infravermelho na permeação do óleo de argan na fibra capilar caucasiana. Foram selecionadas 4 mechas de cabelo virgem, sendo estas subdivididas em grupos, utilizando a Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e Microscopia Confocal de Fluorescência para a avaliação dos tratamentos. Os resultados se mostraram promissores tanto quanto a selagem da camada cuticular quanto a permeação do óleo. Conclui-se que a luz favoreceu a interação do óleo de argan com a fibra capilar, evidenciando que a exposição à luz potencializou a eficácia do tratamento, promovendo uma maior permeação e interação do óleo com a fibra capilar.

Palavras-chave: Cabelo. Fotobiomodulação. Óleo vegetal.

Área do Conhecimento: Biomedicina.

Introdução

Os fios capilares têm papel fundamental na estética, individualidade e proteção do couro cabeludo contra fatores externos prejudiciais, como a exposição solar, além de servirem como barreira natural contra microrganismos patogênicos, contribuindo para a saúde do cabelo e do couro cabeludo (KONRAD, 2022). A forma e estrutura dos cabelos variam entre diferentes grupos étnicos e até dentro de uma mesma população. Os cabelos caucasianos apresentam uma variedade de formas morfológicas e características físicas, exibindo uma ampla gama de espessuras e uma diversidade de texturas que variam de liso a crespa (LASISI *et al.*, 2021; MAYMONE *et al.*, 2021).

A haste capilar é dividida em três regiões principais, sendo elas cutícula, córtex e medula, cada uma com funções específicas que ajudam a manter a integridade e a resistência dos fios. A cutícula, camada mais externa, é constituída por camadas de queratinócitos sobrepostos, desempenhando um papel crucial no controle da entrada e saída de água, e na proteção do córtex contra processos agressivos químicos e físicos, sendo composta por substâncias lipídicas apresentando alto teor de ácidos graxos e ceramidas. O córtex representa a maior parte da estrutura, sendo responsável pelas propriedades mecânicas, como flexibilidade e elasticidade, e pela cor, devido à presença de queratina e melanina (FARIAS, 2022; ABRAHAM, 2009). A medula pode ou não ser encontrada no núcleo do fio capilar, sendo restrita aos cabelos escuros e espessos do couro cabeludo, sendo uma região especialmente rica em lipídios, glicogênio e citrulina (RODRIGUES *et al.*, 2019; MADNANI, KHAN, 2013).

A Fotobiomodulação (FBM) utiliza lasers ou diodos emissores de luz (LEDs) de baixa intensidade para bioestimulação celular, promovendo a nutrição dos folículos pelo estímulo de ATP, reduzindo o estresse oxidativo e ativando o metabolismo capilar, ao melhorar o fluxo sanguíneo, resultando no aumento da densidade capilar, diminuição da queda e melhora na espessura, com poucos efeitos colaterais (FERREIRA, 2022; ALBERTO *et al.*, 2016).

Além das tecnologias de fotobiomodulação, o uso de cosméticos capilares têm-se mostrado essencial para a manutenção da saúde dos cabelos, protegendo-os contra danos diários e melhorando sua maleabilidade e resistência (ARAÚJO, 2015). Os óleos vegetais, como o óleo de argan, destacam-se nos produtos cosméticos por sua propriedade hidratante e protetora, influenciando positivamente a

interação com a queratina do cabelo e ajudando na restauração e manutenção das camadas cuticulares (MYSORE, ARGHYA, 2022; DELSIN, CAMPOS, 2015). Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a ação do LED Âmbar associada ao laser Infravermelho na permeação do óleo de argan na fibra capilar do cabelo caucasiano.

Metodologia

Foram escolhidas amostras comerciais de cabelo virgem de origem caucasiana, livres de quaisquer tratamentos químicos, gentilmente fornecidas pela empresa brasileira Synrise Ltda.

As amostras de cabelo foram lavadas com uma solução a 10% de Lauril Sulfato de Sódio, fazendo uso do método de lavagem digital: 5 movimentos rotativos de cada lado da amostra, enxaguadas dez vezes em cada lado por 1 minuto sob água corrente e posteriormente secas à temperatura ambiente.

Foi utilizado o cosmético óleo de argan (WNF – Brasil), para o tratamento dos fios de cabelo, composto por *Argania spinosa kernel oil* com alta concentração de ácido oleico e linoleico.

Foram preparadas 4 mechas de cabelos caucasianos que foram cortadas e acopladas de forma uniforme à fita de queratina com o auxílio de uma pinça de queratina, como uma preparação prévia para a realização dos procedimentos.

Para realização do procedimento da fotobiomodulação, foi utilizado o equipamento Vênus (MMOptics - Brasil) com laser Infravermelho (808 nm) e o LED Âmbar (590 $\pm$ 10nm) associados, irradiando pontualmente cada mecha de cabelo por um tempo de 60 segundos.

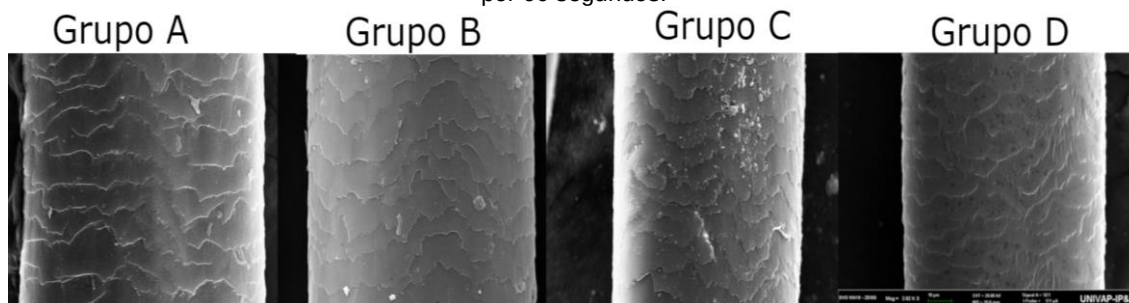
A fim de avaliar a eficácia da deposição do cosmético na superfície da estrutura capilar, foi utilizada a técnica de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). As imagens de MEV foram obtidas a partir de amostras de fibra capilar metalizadas com nanopartículas em ouro e, em seguida, foram depositadas em fita carbono dupla face de 1 cm². Para análise, foi utilizado o equipamento EVO-MA10 (ZEISS, Alemanha) de alta resolução com emissão de elétrons por um canhão de aplicação de um campo elétrico, com tensão de aceleração de 5 ou 15 kV, fonte de tungstênio, que permite obtenção de imagens com ampliação de até 5.000 X. A mecha de cabelo foi dividida em 4 grupos: Grupo A - controle sem tratamento; Grupo B - tratado somente com a irradiação do LED Âmbar associado ao laser Infravermelho, utilizando o método pontual por 60 segundos; Grupo C - tratado somente com cosmético capilar sem enxágue; Grupo D - tratado com cosmético capilar sem enxágue e irradiado com LED Âmbar associado ao laser Infravermelho, utilizando o método pontual por 60 segundos. A mecha foi acondicionada em ambiente padronizado a 50 $\pm$ 5% de umidade relativa e 21 $\pm$ 2°C durante a realização dos ensaios.

A Microscopia Confocal de Fluorescência foi utilizada para analisar a permeação de partículas de ingredientes cosméticos no interior da fibra capilar e o depósito de cosméticos na superfície do cabelo. Para isso foi adicionada rodamina B a 2% como marcador fluorescente ao óleo de argan, que foi aplicado nas mechas de cabelo analisadas, para os grupos tratados com cosméticos. Para a análise de fluorescência foi separada a mecha de cabelo caucasiano, selecionando 30 fios de cabelo com 5 nm de comprimento. A mecha de cabelo foi dividida em 2 grupos: Grupo C - mecha tratada com cosmético capilar sem enxágue; Grupo D - mecha tratada com cosmético capilar sem enxágue e irradiada com LED Âmbar associado ao laser Infravermelho, utilizando o método pontual por 60 segundos. A mecha foi acondicionada em uma caixa opaca livre de iluminação para a preservação da fluorescência, além de estar em ambiente padronizado a 50 $\pm$ 5% de umidade relativa e 21 $\pm$ 2°C durante a realização dos ensaios. Para Microscopia Confocal de Fluorescência foi utilizado o equipamento ZEISS LSM 700.

Resultados

Na análise do MEV foi possível observar a organização das cutículas na superfície da fibra capilar, atribuída à camada cuticular (figura 1, grupo A). No grupo que foi submetido exclusivamente ao tratamento com cosmético, notou-se a formação de um biofilme superficial resultante do depósito do produto na superfície da fibra (figura 1, grupo C). O grupo tratado com o cosmético e, posteriormente, submetido à irradiação com LED Âmbar associado ao laser Infravermelho apresentou selagem da camada cuticular, sugerindo que a combinação do tratamento com o cosmético e a aplicação da luz pode promover uma suavização e proteção da camada externa do cabelo (figura 1, grupo D).

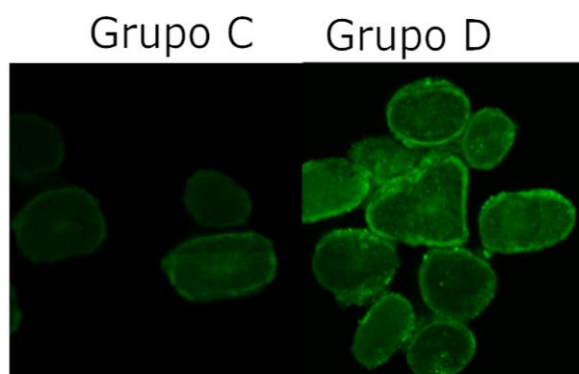
Figura 1 – Imagens do MEV da fibra capilar caucasiana. Grupo A - controle sem tratamento; Grupo B - tratado somente com a irradiação do LED Âmbar associado ao laser Infravermelho, utilizando o método pontual por 60 segundos; Grupo C - tratado somente com cosmético capilar sem enxágue; Grupo D - tratado com cosmético capilar sem enxágue e irradiado com LED Âmbar associado ao laser Infravermelho, utilizando o método pontual por 60 segundos.



Fonte: as autoras (2024).

A avaliação realizada por meio da Microscopia Confocal de Fluorescência identificou aumento visual na intensidade de fluorescência, evidenciando uma demarcação acentuada na camada cuticular e moderada no córtex e medula das fibras capilares. Esse aumento de fluorescência foi observado ao comparar o grupo que recebeu apenas o tratamento com o cosmético (figura 2, grupo C) com o grupo que, após aplicado o cosmético, foi submetido à irradiação combinada com LED Âmbar e laser Infravermelho (figura 2, grupo D). Tal diferença sugere que a interação entre o cosmético e a irradiação acarreta mudanças significativas na permeação do cosmético.

Figura 2 – Imagens da Microscopia Confocal de Fluorescência da fibra capilar caucasiana. Grupo C- tratado somente com cosmético capilar sem enxágue; Grupo D- tratado com cosmético capilar sem enxágue e irradiado com LED Âmbar associado ao laser Infravermelho, utilizando o método pontual por 60 segundos.



Fonte: as autoras (2024).

Discussão

Diante dos resultados obtidos, foi possível observar diferenças significativas na estrutura da fibra capilar em resposta ao tratamento cosmético e à aplicação da luz. A interação entre luz, óleo e cabelo indicaram que a luz Âmbar, combinada ao Infravermelho, pode melhorar a penetração do óleo de argan na fibra capilar. Isso sugere que a fotobiomodulação pode ser uma técnica eficaz para facilitar a absorção de substâncias benéficas aos fios.

Segundo Lins *et al.* (2010), a bioestimulação das proteínas citoesqueléticas, que incluem a queratina, induzida pelo laser de baixa intensidade, confere maior estabilidade à conformação da camada lipoproteica da membrana celular, além de modificar a densidade capilar e estimular a produção de colágeno. Na composição do fio de cabelo, encontramos de 65% a 95% de proteínas, dentre as quais destacam-se o colágeno, que é incumbido de dar forma, elasticidade e resistência, e a

elastina que, juntamente com o colágeno, são essenciais para a manutenção da saúde capilar (Kohler, 2011).

A fotobiomodulação oferece uma abordagem menos invasiva e potencialmente menos agressiva para o tratamento capilar em comparação com métodos tradicionais, promovendo o desenvolvimento de opções mais seguras e eficazes para a manutenção e melhoria da saúde dos cabelos. O método utiliza tecnologia avançada na área de tricologia, contando com a aplicação de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e Microscopia Confocal de Fluorescência para analisar os efeitos dos tratamentos. Essas ferramentas permitiram observar a interação entre o óleo e a fibra capilar, além de avaliar a penetração e a selagem da camada cuticular.

O autor Konrad (2022) destacou em sua pesquisa que os materiais lipídicos, como óleos vegetais, utilizados na cosmética capilar proporcionam condicionamento aos fios, formando uma película que aumenta o caráter hidrofóbico da fibra capilar, retraindo a água intrínseca da fibra, prevenindo a desnaturação proteica, além de preencher os espaços entre as cutículas, conferindo maciez, brilho e redução do frizz. Assim, ao analisar o resultado obtido na micrografia de MEV do grupo C, que apresenta somente o tratamento das fibras com óleo vegetal, é possível observar o depósito do cosmético e, portanto, a diminuição da porosidade (figura 1).

Estudos de Manoel *et al.* (2014) mostraram que a luz Âmbar estimula a síntese de colágeno e elastina, aumentando a espessura e a direção do fio capilar, bem como ajudando a prevenir a queda, enquanto a luz Infravermelha facilita a regeneração dos tecidos, fortalecendo os fios e melhorando a oleosidade e a hidratação. Considerando esses aspectos, observou-se uma melhora na estrutura capilar em comparação ao grupo A com o grupo D analisados por MEV, evidenciando uma selagem da camada cuticular (figura 1). Conjuntamente, pela Microscopia Confocal de Fluorescência foi verificado que a utilização da luz corroborou para a penetração do cosmético, observado pela intensidade da fluorescência do grupo D em comparação ao grupo C (figura 2).

Fugimoto (2023) empregou o MEV e a Microscopia Confocal de Fluorescência para analisar cabelo caucasiano tratado com *leave-in* e irradiado com LED azul. Os resultados revelaram que as fibras capilares tratadas com ingredientes cosméticos e, posteriormente, irradiadas com LED azul em modo pontual apresentaram resultados promissores em termos de adesão e permeação do cosmético na fibra. Assim, pode-se inferir que a utilização da luz pode estar associada à penetração mais profunda do uso de cosméticos em fibra capilar, além de possuir propriedades regenerativas que podem beneficiar a aparência e saúde do cabelo.

Este estudo pode contribuir para a otimização de protocolos, ajustando parâmetros como densidade de potência, densidade de energia e tempo de exposição, visando maximizar os benefícios da penetração de óleos e outros ativos capilares. Além disso, abre a possibilidade para a análise de outros óleos naturais e compostos ativos, explorando como diferentes combinações e condições podem influenciar a eficácia dos tratamentos. O estudo atual foi realizado com cabelo virgem caucasiano, mas pesquisas com outras etnias capilares estão em andamento, permitindo uma futura análise comparativa entre eles.

Entretanto, o estudo apresenta algumas limitações: (i) a quantidade de amostra, que incluiu apenas quatro mechas de cabelo virgem, o que pode não representar adequadamente a diversidade presente em outras populações; (ii) o foco em cabelo caucasiano, limitando a aplicação dos resultados a outros tipos de cabelo, como os de diferentes etnias ou texturas; (iii) o uso da Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e da Microscopia Confocal de Fluorescência pode não demonstrar todos os aspectos da interação entre luz e óleo, sendo uma avaliação qualitativa em vez de quantitativa.

Com base nos resultados iniciais, são necessários estudos adicionais de longo prazo para avaliar os efeitos da fotobiomodulação associada ao uso de óleos naturais, tanto em termos de benefícios capilares quanto de possíveis efeitos adversos. Se comprovada a eficácia e segurança, essa abordagem poderá ser incorporada em tratamentos capilares regulares. Trazendo assim, uma contribuição significativa para o avanço da tricologia, ao introduzir uma técnica inovadora e abrir caminho para novos estudos que beneficiarão tanto a pesquisa acadêmica quanto a indústria de cuidados capilares.

Conclusão

Este estudo demonstrou que a utilização do LED Âmbar, associado ao laser Infravermelho, favoreceu a interação do óleo de argan com a fibra capilar do tipo caucasiana. A análise, realizada por

Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), evidenciou a selagem das cutículas, enquanto a Microscopia Confocal de Fluorescência detectou o depósito do óleo nas camadas capilares. Dessa forma, o uso do material lipídico e a fotobiomodulação se mostram estratégias complementares e promissoras para o cuidado e tratamento capilar, atuando em diferentes níveis da estrutura do fio.

Referências

ABRAHAM, Spagnol *et al.* Tratamentos estéticos e cuidados dos cabelos: uma visão médica (parte 1). *Surgical & Cosmetic Dermatology*, vol. 1, núm. 3, 2009, pp. 130-136 Sociedade Brasileira de Dermatologia. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/2655/265521005007.pdf> Acesso em: 19 jul. 2023.

ALBERTO, Talita *et al.* EFEITOS DO DIODO EMISSOR DE LUZ (LED) VERMELHO NA ESTIMULAÇÃO DE FIBROBLASTOS: ÊNFASE NA REPARAÇÃO TECIDUAL. *Revista Intellectus*, v. 33, n. 1, p. 94-105, 2016. Disponível em: <http://www.revistaintellectus.com.br/artigos/33.346.pdf>. Acesso em: 31 out. 2023.

ARAÚJO, Lidiane Advíncula. Desenvolvimento de formulações cosméticas contendo óleos vegetais para a proteção e reparação capilar. Riberão Preto, 2015. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/60/60137/tde-04052015-154442/publico/Dissertacao_completa_corrigida.pdf Acesso em: 30 nov. 2023

CHAVES, Rafaela Lepkoski *et al.* Opções terapêuticas e perspectivas no tratamento da alopecia androgenética. *Revista eletrônica acervo científico*, v. 25, p. e7445-e7445, 2021. Disponível em: <https://acervomais.com.br/index.php/cientifico/article/view/7445> Acesso em: 08 jul. 2024.

DELSIN, Stefânia Duz; CAMPOS, Patricia MBG Maia. Formulações capilares contendo óleo de argan: desenvolvimento, estabilidade e perfil de textura. *Biomedical and Biopharmaceutical Research*, v. 2, n. 12, p. 233-242, 2015. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/7b4b/f1b5e6e7643637631f7fbc60f05531083a9f.pdf> Acesso em: 05 set. 2023.

FARIAS, Ilda Lavínia Nascimento de. AVALIAÇÃO DE ÓLEOS VEGETAIS SOBRE O BRILHO E RESISTÊNCIA DOS FIOS CAPILARES SUBMETIDOS A TRATAMENTOS QUÍMICOS. 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/25045>. Acesso em: 19 jul. 2023.

FERREIRA, D.R. *Estudo comparativo, randomizado e cego para determinar a eficácia e impacto na qualidade de vida da terapia de fotobiomodulação versus Minoxidil 5% tópico no tratamento da alopecia padrão feminino*. 2022. 75 f. dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologia das Radiações em Ciências da Saúde), Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, IPEN-CNEN, São Paulo. Disponível em: <http://repositorio.ipen.br/bitstream/handle/123456789/33689/29323.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em 31 out. 2023.

FUGIMOTO, Priscila Vareschi Cardoso. Avaliação da eficácia do LED azul na permeação de ingredientes cosméticos na fibra capilar. Tese de qualificação para o Mestrado em Engenharia Biomédica, Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento, Universidade do Vale do Paraíba, 2023. Disponível em: <https://repositorio.univap.br/items/f292d94d-c510-4f28-a45e-0654c9212a23>. Acesso em: 12 ago. 2024.

GRASSI, Liliane Trivellato *et al.* Efeito do óleo de andiroba X óleo de coco na fibra capilar. *Revista VIDA: Ciências da Vida (VICV)*, v. 1, n. 1, p. 68-77, 2023. Disponível em: <https://periodicos.universidadebrasil.edu.br/index.php/vicv/article/view/129>. Acesso em: 03 jul. 2024.

KÖHLER, Rita de Cassia Oliveira *et al.* A química da estética capilar como temática no ensino de química e na capacitação dos profissionais da beleza. 2010. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/6646>. Acesso em: 09 jul. 2024.

KONRAD, Martina Ventura. Desenvolvimento de formulação capilar condicionante *leave-in* contendo óleo de argan, óleo de coco ou óleo de semente de uva. 2022. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/249353>. Acesso em 21 nov. 2023.

LASISI, Tina *et al.* High-throughput phenotyping methods for quantifying hair fiber morphology. **Scientific reports**, v. 11, n. 1, p. 11535, 2021. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-021-90409-x>. Acesso em: 19 jul. 2023.

LINS, Ruthinéia Diógenes Alves Uchôa *et al.* Efeitos bioestimulantes do laser de baixa potência no processo de reparo. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, v. 85, p. 849-855, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abd/a/PDZDkSSQdZkL5xdjYZh4VVN/>. Acesso em: 03 jul. 2024.

MADNANI, Nina; KHAN, Kaleem. Cosméticos capilares. **Indian Journal of Dermatology, Venereology and Leprology**, v. 79, p. 654, 2013. Disponível em: <https://ijdv.com/article?issn=0378-6323;year=2013;volume=79;issue=5;spage=654;epage=667;aulast=Madnani>. Acesso em: 17 jul. 2023.

MANOEL, C. A.; PAOLILLO, F. R.; BAGNATO, Vanderlei Salvador. Diagnóstico óptico e tratamento fotoestético de alopecia: estudo de caso. In: **Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica. Uberlândia**. 2014. Disponível em: https://www.canal6.com.br/cbeb/2014/artigos/cbeb2014_submission_411.pdf. Acesso em: 20 jul. 2023.

MYSORE, Venkataram; ARGHYA, Arpita. Óleos capilares: saberes indígenas revisitados. **Jornal internacional de tricologia**, v. 14, n. 3, pág. 84, 2022. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9231528/>. Acesso em: 19 jul. 2023.

MAYMONE, Mayra BC *et al.* Envelhecimento capilar em diferentes raças e etnias. **The Journal of Clinical and Aesthetic Dermatology**, v. 14, n. 1, pág. 38 de 2021. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7869811/>. Acesso em: 19 jul. 2023.

RODRIGUES, L *et al.* Aplicações de Polímeros em Composições Capilares de Tratamento. Revista Cosmetics & Toiletries Brasil, Mar/Abr de 2019, Vol. 31 Nº 2 (pág 40 a 54). Disponível em: https://www.cosmeticsonline.com.br/ct/painel/class/artigos/uploads/5ae14-CT3_42-56.pdf. Acesso em: 17 jul. 2023.

Agradecimentos

Gostaríamos de expressar nossos sinceros agradecimentos à empresa brasileira Synrise Ltda., pela gentil doação das mechas de cabelo e a Prof^a. Priscila Vareschi Cardoso Fugimoto, pelas orientações no preparo das mechas, essenciais para a realização deste estudo.