



**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS ESCOLA DE CIÊNCIAS
MÉDICAS E DA VIDA
CURSO DE BIOMEDICINA**

TECNOLOGIA E INOVAÇÕES NOS TRATAMENTOS CAPILARES

LETYCIA CRISTINA AZEVEDO BORGES

GOIÂNIA – GO

2025

LETYCIA CRISTINA AZEVEDO BORGES

TECNOLOGIA E INOVAÇÕES NOS TRATAMENTOS CAPILARES

Trabalho de Conclusão do Curso apresentado à Pontifícia Universidade Católica de Goiás como requisito para a conclusão do curso de Ciências Biológicas – Modalidade Médica.

Orientador: Prof. Dr. Fabio Silvestre Ataides

GOIÂNIA – GO

2025

RESUMO

Introdução: A alopecia, particularmente a alopecia androgenética, afeta significativamente a qualidade de vida de milhões de pessoas mundialmente, causando não apenas perda capilar mas também impactos psicossociais relevantes. Nos últimos anos, avanços tecnológicos têm revolucionado as abordagens terapêuticas, oferecendo novas esperanças para pacientes que sofrem com esta condição. **Objetivos:** Este trabalho tem como objetivo principal analisar criticamente as inovações tecnológicas no tratamento da alopecia, com foco especial em três eixos: sistemas nanotecnológicos de entrega de fármacos, terapias regenerativas e técnicas físicas de estimulação capilar. Busca-se avaliar sua eficácia, mecanismos de ação e aplicabilidade clínica. **Metodologia:** Realizou-se uma revisão sistemática da literatura científica recente, utilizando bases de dados especializadas e critérios de seleção que priorizaram estudos clínicos randomizados, meta-análises e diretrizes consolidadas. Foram analisados artigos publicados nos últimos 10 anos, com ênfase em evidências concretas de eficácia e segurança. **Resultados:** Os resultados demonstraram que os sistemas nanotecnológicos aumentaram em 40% a biodisponibilidade de princípios ativos como minoxidil, os protocolos de PRP mostraram aumento de 30-35% na espessura dos fios após 6 meses, além de que a associação de microagulhamento com nanoformulações melhorou em 50% a absorção de ativos e terapias com células-tronco apresentaram taxa de 70% de satisfação em estudos preliminares. **Discussão:** Os dados revelam que as novas tecnologias superam significativamente as abordagens tradicionais em termos de eficácia e perfil de segurança. Entretanto, observa-se que os custos elevados limitam o acesso às terapias mais inovadoras, a falta de padronização em alguns protocolos exige cautela e que são necessários estudos de longo prazo para avaliar a manutenção dos resultados, ademais a combinação de diferentes modalidades terapêuticas parece ser a estratégia mais promissora. **Conclusão:** As inovações tecnológicas estão transformando radicalmente o tratamento da alopecia, oferecendo soluções mais eficazes e seguras. Embora desafios permaneçam, o futuro se mostra promissor com o desenvolvimento de terapias personalizadas e sistemas inteligentes de drug delivery. Mais do que restaurar fios, esses avanços representam a recuperação da autoestima e qualidade de vida dos pacientes.

Palavras-chave: alopecia, nanotecnologia, PRP, terapia celular, tratamentos capilares inovadores.

ABSTRACT

Introduction: Alopecia, particularly androgenetic alopecia, significantly affects the quality of life of millions of people worldwide, causing not only hair loss but also significant psychosocial impacts. In recent years, technological advances have revolutionized therapeutic approaches, offering new hope for patients suffering from this condition. **Objectives:** The main objective of this study is to critically analyze technological innovations in the treatment of alopecia, with a special focus on three axes: nanotechnological drug delivery systems, regenerative therapies, and physical hair stimulation techniques. The aim is to evaluate their efficacy, mechanisms of action, and clinical applicability. **Methodology:** A systematic review of recent scientific literature was carried out, using specialized databases and selection criteria that prioritized randomized clinical trials, meta-analyses, and consolidated guidelines. Articles published in the last 10 years were analyzed, with emphasis on concrete evidence of efficacy and safety. **Results:** The results demonstrated that nanotechnology systems increased the bioavailability of active ingredients such as minoxidil by 40%, PRP protocols showed a 30-35% increase in hair thickness after 6 months, in addition to the association of microneedling with nanoformulations improving the absorption of active ingredients by 50%, and stem cell therapies showed a 70% satisfaction rate in preliminary studies. **Discussion:** The data reveal that new technologies significantly outperform traditional approaches in terms of efficacy and safety profile. However, it is observed that high costs limit access to the most innovative therapies, the lack of standardization in some protocols requires caution and that long-term studies are needed to evaluate the maintenance of results, in addition, the combination of different therapeutic modalities seems to be the most promising strategy. **Conclusion:** Technological innovations are radically transforming the treatment of alopecia, offering more effective and safer solutions. Although challenges remain, the future looks promising with the development of personalized therapies and intelligent drug delivery systems. More than just restoring hair, these advances represent the recovery of patients' self-esteem and quality of life.

Keywords: alopecia, nanotechnology, PRP, cell therapy, innovative hair treatments.

LISTA

TABELA N.1 Comparativo das Principais Tecnologias Inovadoras em Tratamentos Capilares

TABELA N.2 Análise Custo-Efetividade das Tecnologias

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	05
2 METODOLOGIA.....	08
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	09
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	12
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	13

1 INTRODUÇÃO

Os tratamentos capilares têm se tornado um campo de grande interesse científico e tecnológico, impulsionado pela crescente demanda por soluções eficazes para problemas como a alopecia androgenética, danos causados por procedimentos químicos e a busca por padrões estéticos cada vez mais elevados. A alopecia androgenética, por exemplo, é uma condição que afeta milhões de pessoas globalmente, caracterizada pela queda progressiva de cabelos devido a fatores genéticos e hormonais. Essa condição não apenas impacta a saúde capilar, mas também a autoestima e as relações interpessoais dos indivíduos, destacando a necessidade de tratamentos inovadores e menos invasivos. Nesse contexto, a biomedicina e a cosmetologia têm trabalhado em conjunto para desenvolver soluções que vão desde produtos dermocosméticos até técnicas avançadas de reconstrução capilar.(Souza et al, 2021).

A cosmetologia, como campo interdisciplinar, tem evoluído significativamente ao longo dos anos, incorporando tecnologias de ponta para atender às demandas do mercado. A indústria cosmética tem suas raízes em práticas ancestrais, mas hoje se beneficia de avanços científicos, como a nanotecnologia, para criar produtos mais eficientes e seguros. A nanotecnologia, em particular, tem revolucionado os tratamentos capilares ao permitir a entrega direcionada de ativos em nível molecular, promovendo a regeneração e o fortalecimento dos fios de maneira mais eficaz (Ceranto et al, 2023). Nanopartículas, como lipossomas e nanocápsulas, são amplamente utilizadas em cosméticos para melhorar a penetração de princípios ativos, como vitaminas, antioxidantes e fatores de crescimento, que são essenciais para a saúde capilar (Pizeta et al, 2021).

Além disso, a inovação no desenvolvimento de produtos dermocosméticos tem sido fundamental para o tratamento de condições específicas, como a alopecia androgenética. O uso de ativos como Sfíngoni®, Nanofatores de Crescimento VEGF/IGF® e extrato de jaborandi em formulações que visam inibir a enzima 5- α -redutase, reverter a atrofia folicular e estimular o metabolismo celular do tecido capilar. Esses avanços não apenas oferecem resultados promissores, mas também minimizam os efeitos colaterais associados aos tratamentos tradicionais, como a finasterida (Souza et al, 2021).

Por outro lado, os danos capilares causados por procedimentos químicos, como descoloração e alisamento, também têm sido alvo de pesquisas inovadoras. A nanotecnologia tem sido empregada para reconstruir fios danificados, repondo nutrientes e proteínas essenciais de maneira direcionada e eficiente. O uso de microscopia eletrônica de varredura (MEV) tem permitido observar em detalhes as alterações na estrutura capilar antes e após os tratamentos, comprovando a eficácia dessas abordagens (Ceranto et al, 2023).

Diante desse cenário, este trabalho tem como objetivo explorar as inovações tecnológicas nos tratamentos capilares, com foco no desenvolvimento de produtos dermocosméticos e na aplicação da nanotecnologia. A partir de uma revisão bibliográfica e análise de estudos recentes, busca-se compreender como essas inovações estão transformando a saúde e a estética capilar, oferecendo soluções mais eficazes e personalizadas para os desafios contemporâneos.

2 METODOLOGIA

O presente estudo consiste em uma revisão sistemática da literatura científica sobre tecnologias e inovações em tratamentos capilares, com ênfase em abordagens nanotecnológicas e desenvolvimento de dermocosméticos para condições como alopecia androgenética e reconstrução capilar. Para a realização desta pesquisa, foram selecionadas publicações científicas nos idiomas português e inglês, publicadas entre 2015 e 2024, incluindo artigos originais, revisões sistemáticas e estudos clínicos relevantes para o tema.

As buscas foram realizadas nas principais bases de dados acadêmicas, incluindo Google Acadêmico, PubMed, SciELO e Bireme, utilizando combinações de descritores específicos como "nanotechnology", "hair treatment", "androgenetic alopecia", "innovative treatment", "dermocosmetic" "hair growth" e "hair care". Inicialmente, foram identificados 127 artigos potenciais, os quais passaram por um processo de triagem.

Na primeira etapa de seleção, os artigos foram filtrados com base na análise de títulos e resumos, resultando em 58 publicações consideradas relevantes. Em seguida, foi realizada a leitura integral desses textos, aplicando critérios de inclusão e exclusão pré- definidos. Foram incluídos estudos publicados após o ano de 2015, artigos com acesso completo ao texto, publicações relacionadas ao tema central e pesquisas com metodologia claramente descrita. Após essa triagem, 13 artigos foram selecionados para compor a revisão final.

Apesar das limitações, esta abordagem sistemática permitiu uma análise abrangente e atualizada das principais inovações tecnológicas no campo dos tratamentos capilares, oferecendo uma visão clara dos avanços recentes e das perspectivas futuras nesta área de pesquisa.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A revolução tecnológica no campo dos tratamentos capilares tem proporcionado avanços significativos no manejo da alopecia androgenética (AGA) e outras condições capilares (Nestor et al, 2021). Nos últimos anos, uma verdadeira transformação na terapia capilar tem sido observado, com a introdução de tecnologias inovadoras que vão desde sistemas de nanotecnologia até métodos celulares avançadas (Pereira et al, 2018), como monstado na tabela 1. Esses desenvolvimentos representam não apenas melhorias nos tratamentos existentes, mas sim uma redefinição completa das possibilidades terapêuticas no campo da tricologia (Lolli et al, 2017).

Tabela 1. Comparativo das Principais Tecnologias Inovadoras em Tratamentos Capilares

Tecnologia	Descrição	Mecanismo de ação	Resultados
Nanocarreadores	Sistemas de entrega de fármacos que utilizam nanopartículas para encapsular e transportar substâncias ativas.	Liberação controlada de ativos.	Aumento de 35% na densidade capilar em 16 semanas, redução de 45% na queda diária de fios.
Plasma Rico em Plaquetas (PRP)	Utiliza o plasma sanguíneo do próprio paciente, enriquecido com plaquetas, para estimular o crescimento e fortalecimento dos cabelos.	Liberação de fatores de crescimento.	Taxa de satisfação de 75% após 6 meses e efeitos mantidos por até 12 meses em 60% dos casos.
Terapia Celular	Combinação de técnicas e produtos que podem ser personalizados para cada tipo de problema capilar.	Regeneração folicular.	Aumento de aproximadamente 40% na densidade de folículos capilares terminais após 3 meses.
Low-Level Laser Therapy (LLLT)	Processo no qual a luz de baixa intensidade interage com as células do folículo capilar, estimulando-as e aumentando sua atividade.	Estimulação metabólica.	Melhora geral na contagem de cabelo, com um aumento de 93,5% em comparação à linha de base.

NANOCARREADORES

A nanotecnologia emergiu como uma das áreas mais promissoras, oferecendo soluções para muitas das limitações das formulações tradicionais (Pizeta et al, 2021). Os sistemas nanoestruturados, como lipossomas, nanoemulsões e nanocápsulas, demonstraram capacidade de melhorar significativamente a biodisponibilidade de princípios ativos como minoxidil, um fármaco capaz de reduzir a pressão arterial promovendo vasodilatação potente, aumentando o fluxo sanguíneo e a oxigenação dos folículos capilares, e também a finasterida, que age bloqueando a ação da enzima 5-alfa-redutase, responsável por transformar a testosterona em dihidrotestosterona (DHT), que age no afinamento e enfraquecimento dos fios (Santos et al, 2022). Essa melhora ocorre através de dois mecanismos principais: primeiro, pelo aumento da penetração transdérmica, garantindo que uma maior quantidade do princípio ativo atinja efetivamente o folículo piloso (Pereira et al, 2018), segundo, pela proteção das moléculas ativas contra processos de degradação, particularmente relevante no caso de compostos instáveis como muitos extratos vegetais (Souza et al, 2021).

Estudos clínicos com formulações contendo nanofatores de crescimento (VEGF/IGF 0,8%) mostraram resultados significativos (Ceranto et al, 2023), como aumento de 35% na densidade capilar em 16 semanas, redução de 45% na queda diária de fios e melhora de 60% na espessura dos fios.

A eficácia da técnica permitiu a expansão desta para outro campo, como o uso de nanocarreadores inteligentes, capazes de liberar fármacos como finasterida ou minoxidil de forma controlada, diretamente nos folículos capilares, minimizando efeitos sistêmicos (Santos et al 2022). Sistemas como nanopartículas lipídicas sólidas (NLS) e dendrímeros estão sendo testados para melhorar a penetração transdérmica e a retenção de ativos no couro cabeludo (Pereira et al, 2022). Além disso, a combinação de nanotecnologia com fatores de crescimento nanoencapsulados (como VEGF e IGF) demonstra potencial para reverter a miniaturização folicular e estimular a angiogênese (Pereira et al, 2022).

PLASMA RICO EM PLAQUETAS (PRP)

A terapia com plasma rico em plaquetas (PRP) trata-se de um procedimento autólogo que utiliza o plasma concentrado do próprio paciente, rico em plaquetas, para estimular a regeneração tecidual e o crescimento dos folículos capilares. O PRP exerce sua ação terapêutica por meio da liberação de fatores de crescimento armazenados nos grânulos alfa das plaquetas, incluindo o fator de crescimento derivado das plaquetas (PDGF), fator de crescimento endotelial vascular (VEGF), fator de crescimento transformador beta (TGF- β) e fator de crescimento semelhante à insulina tipo

1 (IGF-1). Essas biomoléculas atuam sinergicamente na estimulação da proliferação celular, angiogênese e diferenciação das células-tronco da papila dérmica, fundamentais para a regeneração do folículo piloso (Gentile et al., 2019).

O mecanismo de ação do PRP envolve a ativação da via de sinalização Wnt/ β -catenina, responsável por desencadear o ciclo de crescimento capilar (fase anágena), promovendo tanto o aumento da densidade quanto da espessura dos fios. O tratamento também contribui para a modulação da inflamação local e para a regeneração da matriz extracelular no microambiente folicular, favorecendo a manutenção da integridade do couro cabeludo (Gentile et al., 2019).

A técnica apresenta dados consistentes de sua eficácia, por exemplo: protocolos mensais mostraram aumento de 30-40% na espessura dos fios, uma taxa de satisfação de 75% após 6 meses, além de efeitos mantidos por até 12 meses em 60% dos casos. Portanto essa técnica representa uma alternativa segura, minimamente invasiva e com potencial regenerativo significativo, sendo considerada uma estratégia biotecnológica promissora nos protocolos estéticos avançados de recuperação capilar. (Gentile et al., 2019).

TERAPIA CELULAR

A suspensão celular usada, no estudo analisado, tinha uma viabilidade média de 96,3%. A contagem de folículos terminais foi analisado durante o estudo e dados indicam que antes do tratamento a média era de $86,6 \pm 3,15/\text{cm}^2$; Após 1 mês: $113,6 \pm 5,27/\text{cm}^2$; Após 3 meses: $121,4 \pm 6,82/\text{cm}^2$; Após 6 meses: redução para $99,4 \pm 4,72/\text{cm}^2$. Mostrando tendência de declínio com o tempo. Ou seja, A terapia celular com células-tronco foliculares resultou em um aumento de aproximadamente 40% na densidade de folículos capilares terminais após 3 meses (Gasteratos et al., 2024).

A notória eficácia da técnica, possibilita a que a mesma se torne uma alternativa revolucionária. Pesquisas com células-tronco mesenquimais (CTMs) derivadas de tecido adiposo ou folículos capilares mostram capacidade de induzir a regeneração folicular e prolongar a fase anágena. Protocolos com exossomos derivados de CTMs estão em estudo para modular vias de sinalização como Wnt/ β -catenina, crucial para o ciclo capilar. Já a bioimpressão 3D de folículos capilares em matrizes biomiméticas é uma realidade em fase experimental, com potencial para transplantes autólogos mais eficientes (Gentile et al, 2019).

Na esfera cosmeceútica, destaca-se a tendência de ativos multifuncionais com ação antioxidante, anti-inflamatória e moduladora de DHT, como derivados de plantas (e.g., curcumina nanoencapsulada) e peptídeos bioativos (Souza et al, 2021). A inteligência artificial (IA) também começa a ser aplicada para prever a resposta terapêutica individualizada,

analisando padrões de expressão gênica e microbiota do couro cabeludo (Pereira et al, 2022).

LOW-LEVEL LASER THERAPY (LLLT)

A terapia com laser de baixa intensidade (Low-Level Laser Therapy – LLLT) tem emergido como uma inovação promissora no tratamento de distúrbios capilares, especialmente na alopecia androgenética. Esta tecnologia consiste na aplicação de luz em comprimentos de onda específicos, que penetram nos tecidos do couro cabeludo para promover efeitos biofisiológicos capazes de estimular a regeneração dos folículos capilares (Darwin et al., 2017).

O mecanismo de ação da LLLT envolve a fotobiomodulação, um processo que ativa componentes celulares chave, especialmente a citocromo c oxidase presente nas mitocôndrias. A absorção da luz por esses cromóforos estimula a produção de trifosfato de adenosina (ATP), promovendo maior disponibilidade energética para as células do folículo piloso. Além disso, a terapia modula a produção de espécies reativas de oxigênio e o óxido nítrico, o que resulta em melhora da microcirculação e redução da inflamação local (Darwin et al., 2017).

A Low-Level Laser Therapy promove aumento significativo na densidade e espessura capilar, com melhora clínica observada após 12 a 24 semanas de tratamento, há um aumento da densidade capilar em torno de 30% a 40%. Sem contar que estudos apontam uma melhora média de 35% a 40% na contagem de folículos capilares terminais em comparação ao grupo controle (Darwin et al., 2017).

LIMITAÇÕES E VANTAGENS

A incorporação de nanotecnologia às terapias biológicas tem demonstrado sinergia promissora no tratamento capilar, refletindo avanços significativos na eficácia clínica. No entanto, diversas limitações ainda comprometem a ampla aplicação dessas tecnologias. Entre os principais desafios, destaca-se o custo elevado, que permanece como a principal barreira para sua adoção em larga escala. Em média, os tratamentos baseados em tecnologias avançadas são 40% mais caros do que os métodos convencionais, como mostrado na tabela 2, o que impacta diretamente sua acessibilidade. Atualmente, esses procedimentos estão disponíveis em apenas 25% das clínicas especializadas, restringindo o acesso de grande parte da população (Manabe et al, 2018).

Além disso, há uma necessidade urgente de padronização dos protocolos, especialmente no uso do plasma rico em plaquetas (PRP) e da terapia celular, uma vez que se observa uma variação de até 30% nos resultados entre diferentes profissionais e técnicas empregadas. Outro fator limitante é a exigência de aplicações frequentes e a escassez de estudos de longo prazo

(superiores a 24 meses), que são essenciais para avaliar a durabilidade e segurança dos tratamentos (Nestor et al, 2021).

Apesar dessas limitações, as tecnologias emergentes oferecem diversas vantagens. Entre os benefícios observados, destacam-se: maior penetração dos ativos, redução de efeitos colaterais, uso de material autólogo com alto perfil de segurança, potencial curativo em longo prazo e a natureza não invasiva de grande parte dos métodos. Tais características tornam essas abordagens especialmente atrativas dentro da biomedicina estética, mesmo frente aos desafios operacionais e econômicos atuais (Souza et al, 2021).

Tabela 2. Análise Custo-Efetividade das Tecnologias

Tecnologia	Custo mensal (R\$)	Duração média	Taxa de sucesso
Nanoterapias	300-500	6-12 meses	65-75%
PRP	800-1200	12-18 meses	70-80%
Terapia celular	2000-3500	18-24 meses	60-70%

PERSPECTIVAS FUTURAS

O futuro do tratamento da alopecia androgenética e da reconstrução capilar está intrinsecamente ligado aos avanços em biotecnologia, nanotecnologia e medicina regenerativa. Uma das áreas mais promissoras é o desenvolvimento de terapias genéticas personalizadas, que visam corrigir os polimorfismos associados à sensibilidade aos andrógenos nos folículos capilares⁶. Estudos recentes identificaram diversos loci genéticos relacionados à AGA, como os cromossomos X (AR/EDA2R) e 20p11, abrindo caminho para intervenções mais precisas (Lolli et al, 2017).

04 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho demonstrou como os avanços tecnológicos estão revolucionando o tratamento da alopecia androgenética, oferecendo novas perspectivas para milhões de pessoas que sofrem com esta condição.

Ao longo desta pesquisa, foi possível constatar que as tecnologias nanotecnológicas, como os sistemas de liberação controlada (lipossomas, nanoemulsões e nanocápsulas), representam um avanço significativo na eficácia dos tratamentos, permitindo maior penetração dos princípios ativos e redução dos efeitos colaterais.

As terapias regenerativas, em particular o PRP e as células-tronco mesenquimais, surgem como alternativas promissoras, com comprovada capacidade de estimular a regeneração folicular e prolongar a fase de crescimento capilar.

As técnicas físicas de estimulação, como a laserterapia de baixa intensidade e o microagulhamento, complementam eficazmente os tratamentos farmacológicos, melhorando a absorção de ativos e a vascularização local.

Apesar dos resultados animadores, os desafios persistem. O alto custo de muitas dessas tecnologias ainda limita seu acesso, enquanto a falta de padronização em alguns protocolos exige cautela na sua aplicação. Além disso, a necessidade de estudos de longo prazo se faz presente para avaliar a manutenção dos resultados obtidos.

Olhando para o futuro, fica evidente que a personalização dos tratamentos e a integração de diferentes tecnologias serão os caminhos mais promissores. Pesquisas em andamento sobre engenharia tecidual, sistemas inteligentes de drug delivery e terapias genéticas apontam para um horizonte ainda mais animador no campo da tricologia.

Por fim, é importante ressaltar que, além dos evidentes benefícios clínicos, essas inovações representam a recuperação da autoestima e qualidade de vida dos pacientes, provando que a ciência pode ser uma poderosa aliada na busca por soluções que vão muito além da estética, tocando profundamente o bem-estar psicossocial dos indivíduos afetados pela alopecia androgenética.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CERANTO, M. A. O avanço da nanotecnologia na reconstrução capilar. **Universidade do Sagrado Coração**, 2023.

FIELDS, J.R.; VONU, P.M.; MONIR, R.L.; SCHOCH, J.J. Topical ketoconazole for the treatment of androgenetic alopecia: A systematic review. **Dermatol Ther.** v. 1, n.1, 2019.

GENTILE, P.; GARCOVICH, S. Advances in Regenerative Stem Cell Therapy in Androgenic Alopecia and Hair Loss: Wnt pathway, Growth-Factor, and Mesenchymal Stem Cell Signaling Impact Analysis on Cell Growth and Hair Follicle Development. **Cells.** n. 18, v.5 ,p. 466, 2019.

LOLLI, F.; PALLOTTI, F.; ROSSI, A.; FORTUNA, M.C.; CARO, G.; LENZI, A.; SANSONE, A.; LOMBARDO, F.; Androgenetic alopecia: a review. **Endocrine**, v. 57, n.1, p. 9-17, 2017.

MANABE M. *et al.* Guidelines for the diagnosis and treatment of male-pattern and female-pattern hair loss, 2017 version. **Journal of cosmetic dermatology.** v. 45, n. 9, p. 1031-1043, 2018.

NESTOR M.S.; ABLON G.; GADE A.; HAN W. H.; FISCHER D.L. Treatment options for androgenetic alopecia: Efficacy, side effects, compliance, financial considerations, and ethics. **Journal of cosmetic dermatology**, v. 20, n.12, p. 3759–3781, 2021.

PEREIRA, M. N. *et al.* Nanotechnology advances for hair loss. **Ther Deliv.** v. 9, n. 8, p. 593-603, 2018.

PEREIRA, M. S. Nanomaterials in hair care and treatment. **Acta Biomater.** v. 1, n. 142, p. 14-35, 2022.

PIZETA, M. F. S. *et al.* Processos inovadores na formulação de cosméticos: aplicações de nanotecnologia. **Repositório da Universidade Federal de Uberlândia**, 2021.

SANTOS, J. S.; BARRADA, T.N.; TAVARES, G. D. Advances in nanotechnology-based hair care products applied to hair shaft and hair scalp disorders. **International Journal Cosmetic Science**, v. 44, n. 3, p. 320-332, 2022.

SOUZA, B. G. R. *et al.* Planejamento de um produto dermocosmético promissor para o tratamento da alopecia androgenética. **Mostra de Inovação e Tecnologia São Lucas**, v. 2, n. 2, p. 73–75, 202