



**CENTRO UNIVERSITÁRIO GOYAZES – UNIGOYAZES
CURSO DE BIOMEDICINA**

**CAUSAS E TRATAMENTOS APLICÁVEIS À ALOPECIA ANDROGENÉTICA:
UMA REVISÃO DA LITERATURA**

ANDREIA CRISTINA GOMES BEZERRA GONÇALVES

GABRIEL CARVALHO GODOI

Orientador: Prof. Dr. Relton Romeis de Oliveira

Trindade-GO

2025

CENTRO UNIVERSITÁRIO GOYAZES – UNIGOYAZES
CURSO DE BIOMEDICINA

**CAUSAS E TRATAMENTOS PARA ALOPECIA ANDROGENÉTICA: UMA
REVISÃO DA LITERATURA**

ANDREIA CRISTINA GOMES BEZERRA GONÇALVES

GABRIEL CARVALHO GODOI

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro Universitários Goyazes – UniGoyazes como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Biomedicina.

Orientador: Prof. Dr. Relton Romeis de Oliveira

Trindade - GO
2025

ANDREIA CRISTINA GOMES BEZERRA GONÇALVES

GABRIEL CARVALHO GODOI

**CAUSAS E TRATAMENTOS APLICÁVEIS À ALOPECIA ANDROGENÉTICA:
UMA REVISÃO DA LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro Universitários Goyazes – UniGoyazes como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Biomedicina, aprovada pela seguinte banca examinadora:

Prof. Dr. Relton Romeis de Oliveira
Centro Universitário Goyazes - Unigoyazes

Prof.^a Esp. Maria Clara Lizarda Afonso
Centro Universitário Goyazes - Unigoyazes

Prof.^a Késia Maria da Silva Vêncio
Clínica Dr.^a Kesia Vêncio Harmonização Facial e Corporal

Trindade - GO

17/06/2025

LISTA DE ABREVIATURAS

AGA	Alopecia androgenética
BMP8	<i>Bone morphogenetic protein 8</i>
BT	Toxina botulínica
CCDC140	<i>Coiled-coil domain containing 140</i>
CCDC37	<i>Coiled-coil domain containing 37</i>
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
DeCS	Descritores em Ciências da Saúde
DHT	Di-hidrotestosterona
EAs	Efeitos adversos
ENPP2	<i>Ectonucleotide pyrophosphatase/phosphodiesterase 2</i>
FDA	<i>Food and Drug Administration</i>
FGF-2	Fator de Crescimento de Fibroblastos 2
FGF9	Fator de crescimento de fibroblastos 9
GDNF	Fator Neurotrófico Derivado da Linhagem de Células Gliais
HFSC	<i>Human Follicle Stem Cells</i>
HOXA2	<i>Homeobox A2</i>
HTRA1	<i>HtrA serine peptidase 1</i>
IGF-1	Fator de crescimento semelhante à insulina
LDOM	<i>Low-dose Minoxidil</i>
MeSH	<i>Medical Subject Headings</i>
NINL	<i>Ninein-like</i>
NKX6-1	<i>NK6 homeobox 1</i>
OPRM1	<i>Opioid receptor mu 1</i>
P2RY1	<i>Purinergic receptor P2Y1</i>
PHLDA3	<i>Pleckstrin homology like domain family A member 3</i>
PPP6R1	<i>Protein phosphatase 6 regulatory subunit 1</i>
PRDM6	<i>PR/SET domain 6</i>
PRP	Plasma rico em plaquetas
SFRP4	<i>Secreted frizzled-related protein 4</i>
VEGF	Fator de Crescimento Endotelial Vascular
WNT3	<i>Wnt family member 3</i>

ZNF

Genes do tipo *zinc finger*

CAUSAS E TRATAMENTOS APLICÁVEIS À ALOPECIA ANDROGENÉTICA: UMA REVISÃO DA LITERATURA

Andreia Cristina Gomes Bezerra Gonçalves¹; Gabriel Carvalho Godoi¹; Prof. Dr.
Relton Romeis de Oliveira²

RESUMO

INTRODUÇÃO: A alopecia androgenética é o tipo mais comum de queda capilar, especialmente entre homens, e está associada a uma predisposição genética. Essa forma de alopecia é mediada pela di-hidrotestosterona, uma versão mais potente da testosterona, que promove a degeneração dos folículos pilosos. Essa condição geneticamente determinada pela resposta aos andrógenos apresenta algumas possibilidades de terapêuticas medicamentosas como minoxidil, finasterida, dutasterida, cetirizina, plasma rico em plaquetas. **OBJETIVOS:** Este estudo visa investigar as causas subjacentes à AGA, com foco nos processos bioquímicos, hormonais, genéticos, epigenéticos e inflamatórios que podem contribuir para a predisposição a AGA impactando o ciclo de crescimento capilar bem como a queda de cabelo. **METODOLOGIA:** Trata-se de estudo qualitativo e exploratório, fundamentado em uma revisão integrativa da literatura. A seleção das fontes foi realizada por meio de buscas em bases científicas reconhecidas como, Google Acadêmico, Scielo Brasil, Lilacs e PubMed. Nas buscas foram utilizados descritores como “alopecia androgenética, causas da alopecia, tratamentos para alopecia, minoxidil e finasterida”. Para o quadro de resultados foram explorados estudos publicados nos últimos 5 anos, priorizando artigos em português, espanhol e Inglês. **RESULTADOS:** Foram selecionados, de acordo com os critérios de elegibilidade mostrados na metodologia, 10 publicações originais acerca do assunto. As evidências deste estudo demonstram que a alopecia é uma condição multifatorial e complexa, resultante da interação entre fatores hormonais, genéticos, inflamatórios e epigenéticos. **CONCLUSÃO ou CONSIDERAÇÕES FINAIS:** A evolução no entendimento dos mecanismos bioquímicos envolvidos na alopecia permitirá o desenvolvimento de terapias mais eficazes e individualizadas, promovendo avanços significativos no cuidado e na qualidade de vida dos indivíduos afetados.

PALAVRAS-CHAVE: Alopecia androgenética. Finasterida. Minoxidil. Queda capilar.

CAUSES AND APPLICABLE TREATMENTS FOR ANDROGENETIC ALOPECIA: A LITERATURE REVIEW

ABSTRACT

INTRODUCTION: Androgenetic alopecia (AGA) is the most common type of hair loss, especially among men, and is associated with a genetic predisposition. This form of alopecia is mediated by dihydrotestosterone (DHT), a more potent derivative of testosterone, which promotes the degeneration of hair follicles. This genetically determined condition, triggered by androgen response, has several pharmacological treatment options, including minoxidil, finasteride, dutasteride, cetirizine, and platelet-rich plasma (PRP). **OBJECTIVES:** This study aims to investigate the underlying causes of AGA, focusing on the biochemical, hormonal, genetic, epigenetic, and inflammatory processes that contribute to the predisposition to AGA, affecting the hair growth cycle as well as hair loss. **METHODOLOGY:** This is a qualitative and exploratory study based on an integrative literature review. Source selection was carried out through searches in recognized scientific databases such as Google Scholar, SciELO Brasil, LILACS, and PubMed. The search used descriptors such as "androgenetic alopecia," "causes of alopecia," "alopecia treatments," "minoxidil," and "finasteride." For the results framework, studies published in the last five years were explored, prioritizing articles in Portuguese, Spanish, and English. **RESULTS:** According to the eligibility criteria described in the methodology, 10 original publications on the subject were selected. The evidence from this study demonstrates that alopecia is a multifactorial and complex condition resulting from the interaction between hormonal, genetic, inflammatory, and epigenetic factors. **CONCLUSION:** Advances in understanding the biochemical mechanisms involved in alopecia will enable the development of more effective and personalized therapies, leading to significant improvements in patient care and the quality of life of affected individuals.

Keywords: Androgenetic Alopecia. Finasteride. Minoxidil. Hair Loss.

¹Acadêmico do Curso de Biomedicina do Centro Universitário Goyazes – UniGoyazes

²Orientador: Prof. Doutor, do Centro Universitário Goyazes – UniGoyazes

Eu Andréia Cristina Gomes Bezerra Gonçalves, primeiramente, agradeço a Deus, por me sustentar e me permitir chegar até aqui, mesmo nos dias mais difíceis. À minha família, pelo amor incondicional e por ser minha base em todos os momentos. Ao meu esposo, que esteve ao meu lado em cada etapa dessa caminhada, me apoiando, incentivando e acreditando em mim mesmo quando eu duvidava. E, com todo meu amor, dedico também aos meus filhos, pela compreensão diante das minhas ausências e pelas renúncias que, muitas vezes, precisei fazer. Cada conquista minha é, também, de vocês.

Eu, Gabriel Carvalho Godoi, dedico este trabalho aos meus familiares, que me prestaram imenso apoio ao longo da minha trajetória acadêmica.

1. INTRODUÇÃO

A alopecia é uma condição inflamatória crônica autoimune que afeta os folículos pilosos, sendo reconhecida não apenas por suas implicações estéticas, mas também por suas repercussões psicossociais, podendo resultar em problemas mais graves como a perda total das sobrancelhas e cílios (Rossi *et al.*, 2016).

A literatura tem reportado transtornos psicológicos, como isolamento social, baixa autoestima, preocupações excessivas ou até mesmo negação do processo de envelhecimento, sensação de impotência, percepção de perda da atratividade e, conseqüentemente, uma queda na qualidade de vida, afetando tanto homens quanto mulheres. Um estudo recente confirmou uma alta prevalência de depressão e ansiedade em pacientes que sofrem de alopecia androgenética, que frequentemente utilizam estratégias de enfrentamento evitativas (Adil; Godwin, 2017; Macedo *et al.*, 2020; Tai; Kochhar, 2020).

A alopecia é classificada em cicatricial e não cicatricial. A cicatricial é uma condição onde resulta malformações, danos ou inflamações que causam a destruição de folículos pilosos sendo ela por causas primárias ou secundárias. Já a alopecia não cicatricial, não tem como característica a destruição dos folículos pilosos, e sim a sua redução, impactando em interrupções de processos metabólicos que regulam o crescimento capilar, promovendo queda excessiva, e deixando o cabelo curto, fino e despigmentado. Dentre os tipos mais comuns de alopecia não cicatriciais destacam-se a alopecia androgenética (AGA) e a alopecia areata (AA), cujas causas e mecanismos subjacentes são profundamente distintos, mas igualmente impactantes para os indivíduos afetados (Oliveira; Machado, 2017).

Diversos fatores ambientais, hormonais e genéticos exercem papel crucial no desenvolvimento dessa condição. O crescimento dos cabelos tem início na fase anágena, momento em que o folículo piloso começa a se formar e expandir e é regulado por diferentes citocinas. A elevação dos níveis de andrógenos nos folículos leva à redução do ciclo de crescimento dos fios, resultando em cabelos mais finos e curtos. Estudos indicam que o fator de crescimento semelhante à insulina (IGF-1) possui forte potencial para estimular o crescimento capilar e evitar a transição para a fase catágena dos folículos, que é a segunda fase do crescimento capilar (Macedo *et*

al., 2019; 2020; Barat *et al.*, 2020).

A AGA é o tipo mais comum de queda capilar, especialmente entre homens, e está associada a uma predisposição genética. Essa forma de alopecia é mediada pela di-hidrotestosterona (DHT), uma versão mais potente da testosterona, que promove a degeneração dos folículos pilosos. Esse processo transforma os fios terminais em *vellus*, sendo o principal responsável pela miniaturização capilar característica da AGA. Sem tratamento adequado, a perda de cabelo tende a se intensificar com o tempo. Embora seja mais prevalente entre homens, a incidência da condição aumenta com a idade (Adil; Godwin, 2017; Maitra, Goyal; Rath, 2017; Macedo *et al.*, 2020).

Tanto homens quanto mulheres são afetados pela AGA, sendo ela a forma mais recorrente de alopecia em ambos os sexos. Sua manifestação está relacionada à idade e ao sexo, com menor prevalência entre indivíduos asiáticos e negros. Pode surgir a partir da puberdade, atingindo até 80% dos homens e 40% das mulheres aos 70 anos, especialmente entre os caucasianos, com a incidência crescendo progressivamente com o avanço da idade. Sabe-se, ainda, que a ação dos andrógenos sobre as células-alvo, como as do folículo piloso, envolve diretamente a enzima 5-alfa-redutase e os receptores androgênicos na etiopatogenia da AAG (Asfour; Cranwell; Sinclair, 2023).

Essa condição geneticamente determinada pela resposta aos andrógenos apresenta algumas possibilidades de terapêuticas medicamentosas como minoxidil, finasterida, dutasterida, cetirizina, plasma rico em plaquetas. Entretanto apenas o minoxidil e a finasterida são tratamentos aprovados pelo *Food and Drug Administration* (FDA). Novos conhecimentos sobre a fisiopatologia, a influência genética e a relação dos andrógenos podem ajudar na descoberta de tratamentos adicionais para a alopecia androgenética (Cranwell; Sinclair, 2015).

Diante do exposto, este estudo visa investigar as causas subjacentes à AGA, com foco nos processos bioquímicos, hormonais, genéticos, epigenéticos e inflamatórios que podem contribuir para a predisposição a AGA impactando o ciclo de crescimento capilar bem como a queda de cabelo.

METODOLOGIA

Trata-se de estudo qualitativo e exploratório, fundamentado em uma

revisão integrativa da literatura sobre causas, mecanismos bioquímicos e tratamentos convencionais utilizados na AGA. A pesquisa foi conduzida a partir da análise crítica de artigos científicos de pesquisas originais, objetivando elucidar processos bioquímicos, hormonais, genéticos, epigenéticos e inflamatórios que influenciam o ciclo de crescimento capilar e contribuem para a AGA.

A seleção das fontes foi realizada por meio de buscas em bases científicas reconhecidas como, Google Acadêmico, Scielo Brasil, Lilacs e PubMed, utilizando descritores indexados no DeCS (Descritores em Ciências da Saúde) e MeSH (*Medical Subject Headings*). Nas buscas foram utilizados descritores como “alopecia androgenética, causas da alopecia, tratamentos para alopecia, minoxidil e finasterida”. Para o quadro de resultados foram explorados estudos publicados nos últimos 5 anos, priorizando artigos em português, espanhol e Inglês.

Como critérios de inclusão foram aceitos artigos de pesquisas originais com dados relevantes sobre o tema, e que abordassem a fisiopatologia, o papel dos hormônios androgênicos, a influência da inflamação, os fatores genéticos e epigenéticos e os tratamentos inovadores quanto a AGA. Além disso, os trabalhos incluídos apresentavam fundamentação teórica condizente com a abordagem experimental.

Como critérios de exclusão, não entraram para a pesquisa, artigos com data precedente à especificada, trabalhos de revisão, teses, relatórios de estágio e artigos que não apresentassem consistência em seus resultados discutidos.

Por se tratar de uma pesquisa baseada exclusivamente em revisão bibliográfica, não houve necessidade de submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), uma vez que o estudo não envolveu a coleta de dados primários com seres vivos.

RESULTADOS

Foram selecionados, de acordo com os critérios de elegibilidade mostrados na metodologia, 10 publicações originais acerca do assunto. Os resultados estão expostos no Quadro 1.

Quadro 1 - Publicações selecionadas segundo os critérios apresentados na metodologia.

Autor/ano	Objetivo	Metodologia	Principais resultados
Bloch e Escudeiro (2020)	Avaliar a eficácia de ampola tópica capilar contendo células-tronco do folículo piloso humano em mulheres com alopecia androgenética.	Utilizou-se fototricograma e método de análise de imagem por cobertura para determinar a eficácia do produto investigacional comparado ao placebo após quatro meses de tratamento.	A pesquisa mostrou que houve aumento significativo no percentual de fios anágenos (34,99%) e redução no percentual de fios telógenos (16,59%) para o grupo tratado, o que não ocorreu no grupo placebo. Houve aumento significativo na cobertura do couro cabeludo das participantes tratadas após quatro meses de uso do produto (33,6%).
Sanabria <i>et al.</i> (2021)	Avaliar os efeitos adversos de minoxidil oral em baixa dosagem (Low-dose minoxidil - LDOM - ≤5 mg/d) no tratamento de AGA e as intercorrelações entre dose, peso, sexo e cor da pele	Foram avaliados todos os pacientes que receberam prescrição de LDOM para AGA de janeiro de 2017 a maio de 2020 em 3 clínicas capilares no Brasil. Dos 669 pacientes que foram convidados a participar, 435 (65%) completaram uma entrevista por telefone sobre possíveis efeitos adversos (EAs).	Segundo o artigo a hipertricose foi o EA mais comum, relatado por 55,4% dos pacientes. Em homens, foi associada à idade mais jovem (razão de chances para idade, 0,97; $P = 0,022$) e à dose/peso (razão de chances para dose, 1,03; $P < 0,001$). Entre aqueles que relataram hipertricose, 68,9% a mencionaram em até 2 áreas do corpo, e apenas 3 homens (1,4%) a perceberam como generalizada.
Linares <i>et al.</i> (2022)	Avaliar os resultados da infiltração de plasma rico em plaquetas (PRP) em uma série de casos com alopecia androgenética.	Foi feito um estudo de caráter observacional, descritivo e longitudinal em 56 pacientes com diagnóstico clínico e dermatoscópico de alopecia androgenética que receberam tratamento com PRP. 6 mL de PRP foram injetados intradermicamente na área afetada com múltiplas injeções em um padrão linear com um cm de intervalo sob cuidados assépticos. O tratamento foi repetido a cada 3 semanas por 8 sessões.	A pesquisa mostrou que a duração do desenvolvimento variou de 1 a 20 meses, e a maioria tinha histórico familiar de alopecia. Durante o tratamento ocorreram eventos adversos como dor, queimação e eritema no local da injeção em todos os casos. Antes do tratamento, 92,1% dos pacientes apresentaram teste de tração de cabelo positivo, com mais de 3 fios caindo a cada tração, sempre realizado pelo mesmo examinador. Após a terapia, 76,5% tiveram um teste negativo.

Contin <i>et al.</i> (2023)	Avaliar a tricoscopia da área doadora e receptora transplante capilar sem complicações em pacientes com AGA.	Foi feito um estudo prospectivo com 10 pacientes, durante 24 semanas, com acompanhamento fotográfico, utilizando de Foto Finder. Semanalmente os pacientes foram avaliados entre a semana 1 (s1) até a semana 8 (s8). Depois, na semana 12 (s12) e na semana 24 (s24) após o transplante.	Os principais resultados foram crostas perifoliculares, eritema da área doadora, eritema da área receptora, eritema perifolículo, círculos brancos, halos esbranquiçados perifoliculares, pontos pretos de repilação, pelos distróficos, foliculite, pontos amarelos. Não foi realizado teste de tração capilar.
Losoya - - Jaquez <i>et al.</i> (2023)	Avaliar as características clínicas, achados tricoscópicos, condições associadas e tratamento recebido de dois centros de referência.	Foi realizado um estudo retrospectivo multicêntrico avaliando dados médicos de janeiro de 2008 a janeiro de 2023 de dois centros de referência – um público e um privado no oeste do México.	Os principais achados tricoscópicos foram a variabilidade da espessura da haste capilar em 100% dos casos, pelos vellus em 85% e unidades de cabelo único em 79%. A deficiência de vitamina D também foi encontrada em 84% dos casos com determinação laboratorial, resistência à insulina em 33% e hiperandrogenemia em 12,5%. O minoxidil tópico surgiu como a principal modalidade de tratamento em 24% dos casos, demonstrando eficácia e tolerabilidade.
Melo <i>et al.</i> (2023)	Descrever a metodologia empregada em um ensaio clínico usando esta tecnologia para testar a eficácia da toxina botulínica (BT) para AGA masculina.	Foi feito ensaio clínico triplo-cego, randomizado, de couro cabeludo dividido e controlado por placebo. Os pacientes inscritos foram submetidos a injeções na metade do couro cabeludo com 50 UI de BT e na outra metade com 1 mL de solução salina normal como controle.	A espessura média do cabelo foi estável: 0,056 mm antes vs. 0,057 mm depois. Houve uma redução no número de vellus (152 vs. 148) e um aumento nos pelos terminais (70 vs. 82).
Kieling <i>et al.</i> (2024)	Avaliar a eficácia do PRP em comparação ao placebo na AGA.	Foi feita uma metanálise de ensaios clínicos randomizados com foco no uso de PRP em casos de AGA para aumentar a densidade capilar.	A meta-análise demonstrou que a maior parte dos pacientes (57%) apresentaram melhora na densidade capilar em comparação com a linha de base no pré-tratamento, com uma diferença média de 27,55 fios de cabelo/cm ² entre os grupos tratados e o placebo. Em resumo, a terapia com PRP demonstrou resultados promissores na melhora da

			densidade capilar em pacientes com AGA.
Penha <i>et al.</i> (2024)	Comparar a eficácia, segurança e tolerabilidade do minoxidil oral diário, 5 mg, versus minoxidil tópico duas vezes ao dia, 5%, por 24 semanas no tratamento da AGA masculina.	Foi feito ensaio clínico randomizado, duplo-cego e controlado por placebo. O estudo foi conduzido em uma única clínica especializada no Brasil.	O resultado primário foi a mudança na densidade capilar terminal nas regiões frontal e do vértice do couro cabeludo. Os resultados secundários foram a mudança na densidade capilar total e a avaliação fotográfica. O minoxidil oral, 5 mg, uma vez ao dia durante 24 semanas não demonstrou superioridade sobre o minoxidil tópico, 5%, duas vezes ao dia em homens com AGA.
Quirino e Rocha (2023)	Avaliar a eficácia da terapia com coquetel de fatores de crescimento, incluindo o fator de crescimento de fibroblastos 9 (FGF9) Cellcurin em homens e mulheres com AGA.	Foi realizado ensaio clínico randomizado controlado unicêntrico, com 10 homens e 10 mulheres com AGA. Foram realizadas seis sessões de microagulhamento com caneta eletromédica com intervalo de 15 dias entre as sessões. No grupo terapêutico foi utilizado Cellcurin injetável estéril e, no grupo controle, minoxidil estéril injetável 5 mg/ml 2 ml.	Homens e mulheres apresentaram aumento expressivo e significativo na quantidade de pelos por cm ² após a terapia com Cellcurin, bem como aumento na quantidade de pelos terminais, pelos velus, soma dos diâmetros dos pelos terminais e média dos diâmetros dos pelos terminais em ambas as regiões, frontal e vértice.

Salecha <i>et al.</i> (2024)	Estudar o tipo mais frequente de perda de cabelo em diferentes faixas etárias e a deficiência prevalente de micronutrientes associada à perda de cabelo e comparar a associação dos níveis séricos de ferritina, vitamina D e vitamina B12 com a perda de cabelo entre casos e controles.	Realizou-se estudo transversal que incluiu um total de 100 indivíduos com 50 casos de perda de cabelo e 50 controles pareados por idade e sexo.	Houve predominância de eflúvio telógeno seguido por alopecia androgenética masculina em todas as faixas etárias. As mulheres apresentaram níveis consideravelmente mais baixos de ferritina sérica em comparação aos homens entre os casos, com valor de $p = 0,0001$. Vitamina D, vitamina B12 e ferritina sérica foram significativamente baixas entre os casos em comparação aos controles, com valores de p de 0,0001, 0,01 e 0,006, respectivamente.
------------------------------	---	---	--

Fonte: O quadro se refere a dados da pesquisa feita em 2025 conforme metodologia já descrita.

DISCUSSÃO

1 Alopecia androgenética

A AGA é a forma mais comum de alopecia. De acordo com Linares *et al.* (2022), essa patologia é considerada uma doença benigna com repercussões cosméticas e estéticas, manifesta-se durante a segunda, ou início da terceira década, embora o processo possa iniciar-se a qualquer momento após a puberdade, caracteriza-se por uma miniaturização progressiva do folículo piloso mediada pelo efeito da dihidrotestosterona com perda gradual de cabelos na região frontotemporal e no vértice e recuo da linha capilar anterior (Linares *et al.* 2022).

Segundo o mesmo autor, a AGA é mais comum em homens brancos e a incidência é reduzida nas raças negra e amarela. Nas mulheres, a prevalência varia entre 30 e 50%. Ela ocorre com mais frequência após os 60 anos, embora atualmente seja um dos motivos mais comuns de consulta em mulheres jovens entre 30 e 45 anos, que apresentam diferentes padrões de queda de cabelo (Linares *et al.*, 2022).

Nos homens, o padrão de perda de cabelo geralmente envolve recessão nas regiões temporais e afinamento no vértice, resultando em um padrão de cabelo característico em forma de ferradura. Em contraste, as mulheres tendem a apresentar perda de cabelo na área médio-frontal, com início tardio e menor perda geral de densidade (Alessandrini *et al.*, 2020).

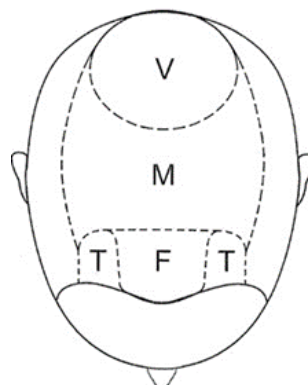
A progressão da condição pode variar amplamente entre os indivíduos, afetando tanto homens quanto mulheres, embora as manifestações e a gravidade possam diferir. Enquanto os homens frequentemente apresentam um padrão de perda de cabelo em áreas específicas, as mulheres geralmente experienciam um afinamento difuso ao longo da parte superior da cabeça (Bhat *et al.*, 2020).

2 Fisiopatologia da alopecia androgenética

O ciclo de crescimento do pelo é caracterizado pelas fases: anágena (crescimento), catágena (descanso) e telógena (queda). Essas fases do ciclo capilar mudam o cabelo resultando em longos períodos de descanso e curtos períodos de crescimento. Acredita-se que esse processo ocorra gradualmente ao longo de vários ciclos do folículo piloso, seguindo um padrão cíclico alternando entre as fases anágena e telógena (Fileto *et al.*, 2021).

A patogênese está centrada no prolongamento da fase telógena e no encurtamento da fase anágena. Assim os folículos encurtam e diminuem de tamanho, promovendo esclerose da derme e redução do diâmetro dos fios restantes. Isso pode ser consequência de fatores hormonais e/ou de predisposição genética; (Fileto *et al.*, 2021; Kowalski Sei; Figueiredo Brandão, 2020; Choi, 2008; Sasaki, 2018).

Figura 1 - Áreas do couro cabeludo. F-Frontal / M-Frontal médio / T-Temporal / V-Vértice.



Fonte: Asfour; Cranwell; Sinclair (2023)

Conforme mostra a Figura 1, três áreas do couro cabeludo são afetadas preferencialmente: têmporas, couro cabeludo do vértice e couro cabeludo frontal médio. Essas três zonas não são afetadas igualmente, levando a variações clínicas no padrão de perda de cabelo, com alguns homens ficando mais calvos na frente, enquanto outros ficam mais calvos sobre a coroa (Asfour; Cranwell; Sinclair, 2023).

Na AGA, observa-se uma alteração significativa na dinâmica do ciclo capilar, com redução progressiva da fase anágena e prolongamento da fase telógena, resultando em uma queda na razão anágena/telógena (Correa Nantes *et al.*, 2018; Asfour; Cranwell; Sinclair, 2023). Como a taxa de crescimento capilar se mantém relativamente constante, a redução da fase anágena compromete o comprimento dos fios, que se tornam progressivamente mais curtos a cada novo ciclo (Asfour; Cranwell; Sinclair, 2023). O prolongamento da fase telógena também contribui para a rarefação capilar ao deixar folículos vazios por mais tempo (Sinclair; Torkamani; Jones, 2015).

A miniaturização folicular constitui a principal marca histológica da AGA, caracterizando-se pela substituição de fios terminais, grossos e pigmentados, por fios *vellus* (extremamente finos e claros). A papila dérmica, localizada na base do folículo e formada por fibroblastos especializados, regula diversos aspectos do crescimento capilar e é considerada o principal alvo da ação androgênica na AGA. A proporção entre o tamanho da papila dérmica e da matriz capilar está diretamente relacionada ao calibre da haste capilar produzida, sendo determinante para o tipo de fio gerado (Asfour; Cranwell; Sinclair, 2023).

Assim, a ação dos andrógenos sobre essa estrutura promove não só a miniaturização do folículo, mas também a interrupção do crescimento capilar, o que resulta em fios cada vez mais curtos e finos, que muitas vezes não emergem da superfície cutânea.

3 Causas e fatores genéticos e epigenéticos

A herança genética é um fator determinante significativo para a predisposição à AGA. Os genes envolvidos na regulação da sensibilidade dos folículos aos andrógenos podem ser herdados de ambos os lados da família, embora a contribuição genética exata ainda não esteja completamente elucidada. Estudos sugerem que, além de fatores genéticos tradicionais, mecanismos epigenéticos também podem influenciar a manifestação da AGA, refletindo a complexidade da interação entre genética e ambiente na expressão desta condição (Ntshingila *et al.*, 2023).

Fatores genéticos modificam a magnitude da resposta do folículo piloso aos andrógenos circulantes. Aqueles com forte predisposição ficam calvos na adolescência, enquanto aqueles com fraca predisposição podem não ficar calvos até os 60 ou 70 anos. Osborne, em 1916, sugeriu que o gene da calvície se comportava de maneira autossômica dominante em homens e de maneira autossômica recessiva em mulheres (Asfour; Cranwell; Sinclair, 2023; Bhat *et al.*, 2020).

Martinez-Jacobo *et al.* (2023) identificaram 53 genes diferencialmente expressos (DEGs) entre o couro cabeludo calvo e o não calvo da região occipital, incluindo genes de leitura aberta de cromossomos e genes do tipo *zinc finger* (ZNF). Além disso, os autores mostram que genes previamente associados à AGA, incluindo PTGDS, GSN, MUC7, INSR, SDHA1, CYB5R4 e PCDHGB7, estão superexpressos no couro cabeludo calvo de pacientes com AGA. Os genes superexpressos na área calva pertencem a famílias já implicadas na fisiopatologia da AGA, como WNT3 e BMP8. WNT3 desempenha um papel importante na sinalização célula a célula durante a morfogênese e é expresso em folículos pilosos em desenvolvimento e maduros (Martinez-Jacobo *et al.*, 2023).

Os autores também encontraram associações com genes que ainda não haviam sido previamente associados a fenótipos de alopecia, como o HSD17B6, que codifica a enzima 3 α -hidroxiesteroide desidrogenase na próstata humana, e o gene HSD17B6, que participa de diferentes vias, incluindo a biossíntese de hormônios esteroides e o metabolismo do retinol. A análise global de metilação do DNA revelou 18 regiões diferencialmente metiladas (DMRs) localizadas em 14 genes, incluindo: NINL, P2RY1, HTRA1, ENPP2, CCDC140, NKX6-1, PRMD6, BC035889, PHLDA3, PPP6R1, CCDC37, OPRM1, HOXA2 e SFRP4 (Martinez-Jacobo *et al.*, 2023).

Além dos aspectos biológicos e genéticos, a AGA também pode ser influenciada por fatores ambientais e estilos de vida, como estresse, dieta e hábitos de cuidado capilar. A compreensão dessas interações complexas é essencial para o desenvolvimento de estratégias de tratamento e manejo eficazes para aqueles afetados pela AGA.

4 Fatores hormonais

A perda de cabelo na AGA ocorre em indivíduos geneticamente suscetíveis causada pelos efeitos de andrógenos como a testosterona e seu derivado mais potente, a DHT. A testosterona é convertida pela enzima citoplasmática 5 α -redutase em DHT, que é sua forma mais ativa, levando a uma miniaturização progressiva dos folículos capilares terminais geneticamente suscetíveis à conversão em folículos capilares miniaturizados e folículos capilares velus (Quirino; Rocha, 2023).

Em homens e algumas mulheres, a AGA resulta da ação da di-hidrotestosterona, o metabólito 5-alfa reduzido da testosterona, em um folículo piloso geneticamente suscetível. Consequentemente, ocorre miniaturização folicular na região frontotemporal (Figura 1) e no vértice nos homens e sobre o alto da cabeça nas mulheres, pois essas áreas são mais sensíveis aos efeitos dos andrógenos (Rossi *et al.*, 2019).

Os micronutrientes são elementos cruciais no ciclo do folículo piloso, desempenhando um papel fundamental na renovação celular, especialmente nas células da matriz no bulbo folicular (Almohanna *et al.*, 2019).

A vitamina D, uma vitamina lipossolúvel, é sintetizada principalmente pelos queratinócitos epidérmicos e pelas células da papila dérmica por meio da conversão 7-desidrocolesterol em coledalciferol na pele mediada por UVB (Thompson *et al.*, 2017). Ela exerce sua ação por meio do receptor de vitamina D, cuja expressão é necessária para a diferenciação dos folículos. A deficiência desse receptor pode inibir a diferenciação dos queratinócitos e prejudicar o ciclo normal dos folículos pilosos (Gerkowicz *et al.*, 2019).

A Vitamina B12 possui duas formas ativas: a metilcobalamina e a 5-desoxiadenosilcobalamina. Ela é essencial para a síntese de DNA, a formação de glóbulos vermelhos e a função neurológica. Dados de Farah *et al.* sugerem que a vitamina B12 favorece a proliferação do folículo piloso (Farah *et al.*, 2021).

Um desequilíbrio anormal entre ferritina celular e ferro livre tem sido apontado como possível mecanismo para o crescimento capilar anormal, visto que células em divisão requerem maior quantidade de ferritina, esse problema foi observado em casos de deficiência de ferro (Farah *et al.*, 2021).

Baixos níveis séricos de vitamina B12 e ferritina sérica e particularmente vitamina D podem desempenhar um papel importante na perda de cabelo, especialmente no eflúvio telógeno entre as mulheres. Salecha *et al.* (2024) correlacionaram a associação dos níveis séricos de ferritina, vitamina D e vitamina B12 com queda de cabelo entre 50 casos e 50 controles. Houve predomínio do eflúvio telógeno seguido da AAG masculina em todas as faixas etárias. As mulheres apresentaram níveis consideravelmente mais baixos de ferritina sérica em comparação aos homens. A vitamina D (62% vs. 22%), a vitamina B12 (46% vs. 26%) e a ferritina sérica (30% vs. 10%) foram significativamente baixas entre os casos em comparação aos controles (Salecha *et al.*, 2024).

5 Quadro inflamatório, fatores de crescimento, estresse oxidativo e cortisol

Os principais elementos envolvidos na promoção do crescimento capilar incluem o Fator de Crescimento Endotelial Vascular (VEGF), que é positivamente regulado durante a fase anágena e contribui tanto para o aumento do tamanho folicular quanto para a indução da angiogênese ao redor dos folículos; o Fator Neurotrófico Derivado da Linhagem de Células Gliais (GDNF), que atua inibindo a transição para a fase catágena, apresentando redução gradativa de sua expressão ao longo da fase anágena; o IGF-1, que atua em sinergia com o GDNF na estimulação da proliferação de queratinócitos basais Ki67+ e na extensão da fase de crescimento; e o Fator de Crescimento de Fibroblastos 2 (FGF-2), que incentiva a multiplicação das células da papila dérmica e pode ter sua expressão potencializada por meio da aplicação de adenosina ou em combinação com nanopartículas (Shimizu *et al.*, 2022; Trueb; Dias, 2018).

O estresse oxidativo, a inflamação perifolicular em nível microscópico e a insuficiência microvascular são considerados fatores que contribuem para esse processo. O estresse oxidativo impacta diretamente a morfologia, proliferação e apoptose das células da papila dérmica (Melo *et al.*, 2021). A ativação dos linfócitos T por agentes externos como radiação ultravioleta A, poluentes, tabagismo e alterações no microbioma do couro cabeludo estão associados à presença de micro inflamações tanto na AAG quanto em outros tipos de alopecia (Melo *et al.*, 2021).

O estresse oxidativo, que pode ser de natureza genética, envelhecimento, estilo de vida e exposição a agentes externos, como poluentes e radiação UV, é um processo bioquímico caracterizado pelo desequilíbrio entre a produção de radicais livres e a capacidade do organismo de neutralizá-los com antioxidantes. Esses radicais livres são moléculas altamente instáveis que, quando em excesso, podem danificar células e tecidos (Junior *et al.*, 2022). Em condições normais, o organismo dispõe de mecanismos antioxidantes naturais que mantêm o equilíbrio redox. Porém, em cenários de estresse oxidativo, a geração de radicais livres ultrapassa a capacidade de defesa antioxidante, resultando no acúmulo de espécies reativas de oxigênio e nitrogênio (Bustamante; Junior, 2022; Calvetti *et al.*, 2019).

Também se sabe que, na AAG, as áreas calvas apresentam certo grau de deficiência na microcirculação, com níveis de oxigênio inferiores aos das regiões não afetadas. Isso se deve, em parte, ao fato de o suprimento sanguíneo do vértex depender de ramos menores das artérias troclear e supraorbitária, que derivam da carótida interna. Assim, aumentar o fluxo sanguíneo local pode reduzir a hipóxia e, conseqüentemente, ser uma estratégia terapêutica promissora para a AGA (Lolli *et al.*, 2017; Ho *et al.*, 2019).

6 Tratamentos convencionais

A perda de cabelo de padrão masculino é a forma mais frequente de alopecia em homens e é caracterizada pela perda progressiva de cabelo frontotemporal e vértice devido à miniaturização induzida por hormônios de folículos capilares geneticamente predispostos. O tratamento padrão consiste em Minoxidil tópico e finasterida oral, que são os únicos tratamentos atualmente aprovados pela FDA (Kakizaki *et al.*, 2022).

Globalmente, a abordagem de tratamento para AGA frequentemente envolve o uso de inibidores da 5-alfa redutase, como finasterida e dutasterida, bem como soluções tópicas contendo minoxidil, um abridor de canais de potássio sensível à adenosina 5-trifosfato (Alessandrini *et al.*, 2020; Kanti *et al.*, 2018).

Embora comprovadamente eficazes, esses medicamentos apresentam alguns desafios clínicos. Muitos pacientes relutam em usar finasterida devido à possibilidade de efeitos adversos das funções sexuais. O minoxidil tópico, por outro lado, pode causar alterações na textura do cabelo, dificuldades para pentear e irritação no couro cabeludo, o que pode levar à baixa adesão ao tratamento (Muller Ramos, 2023).

O minoxidil tópico emergiu como a principal modalidade de tratamento em 24% dos casos do estudo realizado por Losoya-Jaquez *et al.* 2023, demonstrando eficácia e tolerabilidade em 145 pacientes pediátricos, predominantemente homens (72%). Nesta pesquisa, os achados tricoscópicos mais comuns foram: aumento da variabilidade da espessura da haste capilar (encontrada em todos os 33 casos), pelos *vellus* em 28 (85%), unidades de pelos únicos em 26 (79%), cabelos ondulados em 25 (76%), pigmentação perifolicular em 15 (45%) e pontos amarelos em três pacientes (9%) (Losoya-Jaquez *et al.*, 2023).

Como visto, um dos tratamentos convencionais existentes para queda capilar é o medicamento minoxidil tópico. No entanto, há um interesse crescente no uso de LDOM para o tratamento da AAG (Muller Ramos, 2023). Além disso, não causa efeitos adversos sexuais que podem ser observados com inibidores da 5 α -redutase (Pereira; Coelho, 2020).

Nesse contexto, Sanabria *et al.* (2021) avaliaram os EAs da LDOM (≤ 5 mg/d) no tratamento da AAG. Conforme os resultados, a hipertricose foi o EA mais comum. Edema e queda temporária de cabelo também foram observadas em alguns pacientes que usaram minoxidil tópico. Outros sintomas, como dores de cabeça (9%), insônia (7%) e pesadelos (2%), também foram relatados. Os únicos eventos adversos associados à dose/peso foram hipertricose em homens e cefaleia em mulheres (Sanabria *et al.*, 2021).

Penha *et al.* (2024) ainda comparou a eficácia do minoxidil oral com o minoxidil tópico 5% no tratamento da alopecia androgenética em 90 homens, demonstrando que o minoxidil oral diário, 5 mg, foi bem tolerado e não demonstrou superioridade sobre o minoxidil tópico, 5%, após 24 semanas de tratamento. A terapia com minoxidil oral demonstrou superioridade na densidade capilar terminal (Penha *et al.*, 2024).

Ainda acerca do minoxidil tópico, Valentim *et al.* (2024) comparou sua eficácia com a biotina oral 5 mg ao dia e uso associado de ambos, durante um período de 14 dias cada tratamento, no aumento da velocidade de crescimento capilar. No estudo, o uso isolado de ambas as substâncias não apresentou resultado positivo no aumento da velocidade de crescimento, porém ocorreu efeito sinérgico do uso de minoxidil tópico e biotina oral. É possível deduzir que a biotina pode atuar como um cofator no ciclo capilar (Valentim *et al.*, 2024).

Um dos medicamentos frequentemente utilizados no tratamento dessa condição é a Finasterida. Segundo Gupta *et al.* (2017), esse hormônio contribui para o encurtamento da fase de crescimento capilar, resultando na redução do volume dos fios. A Finasterida age inibindo a enzima 5 α -redutase tipo 2, responsável por converter a testosterona em DHT. Ao se ligar de forma irreversível a essa enzima, o medicamento impede essa conversão, evitando, assim, a miniaturização dos folículos capilares. No entanto, no estudo de Formiga *et al.* (2021), o uso da Finasterida apresentou resultados inferiores quando comparado ao Minoxidil.

Em um estudo conduzido por Gupta *et al.* (2018), que comparou a eficácia de diferentes tratamentos não cirúrgicos para a alopecia androgenética, observou-se que a Finasterida administrada por via oral apresentou melhores resultados em relação ao Minoxidil 5% no combate à queda de cabelo. Contudo, o Minoxidil 5% foi considerado mais viável para o uso contínuo, devido aos efeitos colaterais mais toleráveis em comparação com os da Finasterida. Entre os principais efeitos adversos associados à Finasterida, a disfunção sexual destacou-se como o mais preocupante, com registros de pacientes que continuaram apresentando esse problema mesmo após um ano do término do tratamento (Gupta *et al.*, 2018).

7 Inovações nos tratamentos

Uma das inovações recentes no tratamento tópico da alopecia androgenética é

o uso de um produto formulado com células-tronco do folículo piloso humano, associado a uma combinação de ativos patenteados, comercialmente conhecido como Recrexina® *Human Follicle Stem Cells* - HFSC 100% (Recrescimento), desenvolvido pelo Laboratório Lupin - Medquímica, em Juiz de Fora, MG, Brasil (Bloch; Escudeiro, 2020).

Os mecanismos de ação desse tratamento incluem: (1) ativação e preservação das células-tronco localizadas na região do bulge folicular; (2) promoção da vasodilatação do couro cabeludo, favorecendo o aumento da irrigação sanguínea local; (3) fornecimento de nutrientes essenciais ao crescimento capilar, como aminoácidos e extratos vegetais; (4) inibição da enzima 5 α -redutase, associada à calvície; e (5) estímulo à queratinização dos fios, contribuindo para o fortalecimento do cabelo (Lupin, 2019).

Um dos tratamentos inovadores propostos é a técnica de microagulhamento. O microagulhamento, também conhecido como indução percutânea de colágeno com agulhas, é um procedimento que utiliza agulhas extremamente finas, tipicamente de 0,5 a 1,5 mm de comprimento, para perfurar o estrato córneo (epiderme) e a derme papilar. Essas microlesões criadas estimulam fatores de crescimento que induzem a produção de colágeno e a formação de elastina na derme. A epiderme permanece relativamente intacta, ajudando assim a evitar efeitos adversos. As indicações para a terapia com microagulhamento têm crescido significativamente e se tornado um tratamento mais amplamente utilizado em dermatologia. O microagulhamento também pode ser usado para aumentar a liberação de medicamentos transdérmicos (Hou *et al.*, 2017).

Conforme o quadro de resultados, Kakizaki *et al.* (2022) buscaram avaliar, a eficácia e os riscos do microagulhamento isolado no couro cabeludo em 30 pacientes masculinos com AAG, submetidos a quatro sessões dessa técnica. Apesar de não haver relatos de eventos adversos, não foi observado benefício na densidade capilar em nenhum dos grupos, ou seja, o tratamento com microagulhamento isoladamente não foi eficaz. Entretanto, neocolagênese e elastólise foram observadas em biópsias do couro cabeludo (Kakizaki *et al.*, 2022). No entanto, outros estudos relataram a melhora da alopecia quando o microagulhamento do couro cabeludo foi associado ao plasma rico em plaquetas e ao minoxidil tópico (Jha *et al.*, 2019; Shah *et al.*, 2017).

O PRP é um volume de plasma autólogo contendo uma concentração de

plaquetas de 3 a 8 vezes maior que o nível basal (150.000-350.000/ μ L) com altas concentrações de plaquetas e reservas de proteína, sendo ideal para garantir um suprimento ideal de fatores de crescimento de vital importância para iniciar e acelerar o reparo e a regeneração dos tecidos (Fernei *et al.*, 2017; Fernández-Delgado; Hernández-Ramírez, 2017).

A aplicação intradérmica de plasma rico em plaquetas autólogo no couro cabeludo de pacientes com AAG promove a proliferação de células da papila dérmica (produz migração e ativação na área do bulbo dos folículos, ativa a fase proliferativa e a transdiferenciação de células capilares e tronco, elas têm a capacidade de atrair e direcionar células para o local onde são necessárias) e as protege da apoptose, o que aumenta a sobrevivência celular, desempenhando assim um papel fundamental no alongamento da haste capilar. Esses efeitos são combinados com o aumento da espessura do epitélio, a proliferação de fibras de colágeno, fibroblastos, elastina e ácido hialurônico, o aumento do número de vasos sanguíneos na periferia do folículo, a melhora das condições isquêmicas da pele e o aumento das estruturas vasculares ao redor dos folículos capilares, além do prolongamento do período anágeno (Sánchez-Linares; Niedo-Rosales, 2019; Yaseer; Hassan; Suleiman, 2020).

Linares *et al.* (2022) avaliaram os resultados da infiltração de plasma rico em plaquetas em uma série de casos com 56 pacientes com AAG conforme o quadro de resultados (Quadro 1). A partir dos testes clínicos de tração observou-se alterações que se traduzem em aumento da densidade e do diâmetro do cabelo. Os eventos adversos incluíram dor, queimação e eritema no local da injeção em todos os casos (Linares *et al.*, 2022).

Kieling *et al.* (2024) também avaliaram a utilização de PRP no tratamento de AAG em 431 pacientes conforme (Quadro 1). Em resumo, a terapia com PRP demonstrou resultados promissores na melhora da densidade capilar em pacientes com AAG. Parece ser uma opção de tratamento favorável quando comparada à finasterida e pode proporcionar maior eficácia quando usada em combinação com outras terapias. Um aspecto importante a ser destacado é o perfil de segurança da terapia com PRP. Não foram relatados efeitos adversos intoleráveis ou de alto risco nos pacientes incluídos nesta pesquisa. O efeito adverso mais comum observado foi dor local de curta duração (Kieling *et al.*, 2024).

Outro tratamento promissor é a terapia com coquetel de fatores de crescimento,

que tem sido considerada segura para AGA e pode ser usada topicamente ou em associação com microagulhamento. O microagulhamento cria microperfurações no couro cabeludo com a intenção de produzir microlesões controladas para liberar fatores de crescimento e facilitar a liberação de medicamentos no couro cabeludo (Ro, 2018).

Cellcurin (PnP Biopharm, Seul, Coreia) é composto de FGF básico (2,5 µg/ml), fator de crescimento endotelial vascular (2,5 µg/ml), fator 2 de crescimento de queratinócitos (2,5 µg/ml), fator de células-tronco (2,5 µg/ml), IGF-1 (1,25 µg/ml), fator de crescimento de fibroblastos 9 (2,5 µg/ml), superóxido dismutase 1 (5 µg/ml) e peptídeo noggin (10 µg/ml) (Quirino; Rocha, 2023).

O Cellcurin combina diversos fatores de crescimento e enzimas antioxidantes que atuam sinergicamente na prevenção da queda capilar e na estimulação do crescimento dos fios. O FGF básico (fator de crescimento de fibroblastos) estimula a proliferação de células da papila dérmica, fundamentais para a formação e crescimento dos folículos. O fator de crescimento endotelial vascular promove a angiogênese, melhorando a vascularização do couro cabeludo e, conseqüentemente, a nutrição dos folículos. O fator de crescimento de queratinócitos atua diretamente na proliferação dos queratinócitos, essenciais para a formação da haste capilar. O fator de células-tronco auxilia na ativação e manutenção das células-tronco foliculares, promovendo regeneração capilar. O IGF-1 (fator de crescimento semelhante à insulina) prolonga a fase anágena (crescimento) do ciclo capilar e previne a apoptose dos folículos. O FGF-9 favorece a regeneração dos folículos e a cicatrização tecidual. A superóxido dismutase 1 tem potente ação antioxidante, protegendo as células do estresse oxidativo, que é um dos fatores associados à queda capilar. Por fim, o peptídeo noggin inibe a via BMP, que está relacionada à inibição da formação de novos folículos, favorecendo, assim, a ativação e o crescimento capilar (Quirino; Rocha, 2023).

Quirino e Rocha (2023) buscaram avaliar a eficácia da terapia com coquetel de fatores de crescimento, incluindo o FGF9 (Cellcurin), em 10 homens e 10 mulheres com AAG. Foram realizadas seis sessões de microagulhamento com caneta eletromédica com intervalo de 15 dias entre as sessões. Homens e mulheres apresentaram aumento expressivo e significativo na quantidade de pelos por cm² após a terapia com Cellcurin, assim como aumento na quantidade de pelos terminais,

pelos velus, soma dos diâmetros dos pelos terminais e média dos diâmetros dos pelos terminais em ambas as regiões, frontal e vértice (Quirino; Rocha, 2023).

Nos homens e nas mulheres, apresentou-se aumento de fios por cm² na região frontal (46,72% e 86,96%) e no vértice frontal (50,8% e 59,52%), nos fios terminais na região frontal (47,39% e 46,07%), e no vértice (49,47% e 19,67%), fios *vellus*/cm² na região frontal (45,97%) e no vértice (52,94%), no diâmetro das hastes dos pelos terminais por cm² na região frontal (65,52% e 61,93%) e no vértice (69,97% e 42,97%) e diâmetro médio dos pelos terminais na região frontal (13,76% e 13,57%) e no vértice (15,67% e 19,67%). Nas mulheres, ainda a quantidade de fios *vellus* na região frontal cresceu impressionantes 143,16% e 136,43% na região do vértice (Quirino; Rocha, 2023).

Quanto ao transplante capilar, Contin *et al.* (2023) realizaram tricoscopia da área doadora e receptora após transplante capilar sem complicações em 10 pacientes com AGA. Os principais resultados foram crostas perifoliculares, eritema na área doadora, eritema na área receptora, eritema perifolículo, círculos brancos, halos esbranquiçados perifoliculares, pontos pretos de repilação, pelos distróficos, foliculite e pontos amarelos. Não foram realizados teste de tração capilar, capaz de avaliar o sucesso do tratamento, devido a avaliação recente após o transplante capilar.

A aplicação de toxina botulínica também desponta como opção de tratamento para AAG. Melo *et al.* (2024) acompanharam 13 pacientes do sexo masculino submetidos a injeções em metade do couro cabeludo com 50 UI de toxina botulínica e na outra metade com 1 mL de solução salina normal como controle. De acordo com as estatísticas de antes e depois, a espessura média dos pelos permaneceu estável: 0,056 mm antes vs. 0,057 mm depois. Houve redução no número de *velus* (152 vs. 148) e aumento nos pelos terminais (70 vs. 82). No entanto, esses dados são discrepantes em relação à aparente piora clínica observada (Melo *et al.*, 2024).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As evidências deste estudo demonstram que a alopecia é uma condição multifatorial e complexa, resultante da interação entre fatores hormonais, genéticos, inflamatórios e epigenéticos. Diante da complexidade da alopecia e dos diversos mecanismos bioquímicos envolvidos, torna-se evidente a necessidade de uma

abordagem interdisciplinar no seu manejo. O diagnóstico e o tratamento devem integrar conhecimentos da dermatologia, biomedicina, endocrinologia e imunologia, garantindo uma compreensão ampla dos fatores que contribuem para a perda capilar.

Além disso, a conscientização sobre a importância do bem-estar emocional e do impacto do estresse sobre a saúde capilar reforça a relevância de uma abordagem holística, que considere tanto os aspectos fisiológicos quanto os psicossociais da condição. Dessa forma, a evolução no entendimento dos mecanismos bioquímicos envolvidos na alopecia permitirá o desenvolvimento de terapias mais eficazes e individualizadas, promovendo avanços significativos no cuidado e na qualidade de vida dos indivíduos afetados.

REFERÊNCIAS

ADIL, A.; GODWIN, M. The effectiveness of treatments for androgenetic alopecia: a systematic review and meta-analysis. **Journal of the American Academy of Dermatology**, v. 77, n. 1, p. 136–141.e5, 2017.

ALESSANDRINI, A. *et al.* Androgenetic alopecia in women and men: Italian guidelines adapted from European dermatology forum/European academy of dermatology and venereology guidelines. **Giornale Italiano di Dermatologia e Venereologia**, v. 155, p. 622-631, 2020.

ALMOHANNA, H. M. *et al.* The role of vitamins and minerals in hair loss: a review. **Dermatology and Therapy (Heidelberg)**, v. 9, p. 51-70, 2019.

ASFOUR, L.; CRANWELL, W.; SINCLAIR, R. Male androgenetic alopecia. **Endotext** [Internet], 2023. Disponível em:

BARAT, T. *et al.* Evaluation of the efficacy and safety of cow placenta extract lotion versus minoxidil 2% in the treatment of female pattern androgenetic alopecia. **International Journal of Women's Dermatology**, v. 6, n. 4, p. 318–321, 2020.

BERNARDES FILETO, M. *et al.* Princípios ativos e procedimentos na alopecia androgenética. **BWS Journal**, 2021.

BHAT, Y. J. *et al.* Female pattern hair loss – an update. **Indian Dermatology Online Journal**, v. 11, n. 4, p. 493-501, 2020.

BLOCH, L. D.; ESCUDEIRO, C. C. Efficacy assessment of hair ampoule containing human hair follicle stem cells in hair loss reduction in women with androgenetic alopecia. **Surg Cosmet Dermatol.**, v.12, n.1, 2020, p. 51-6.

BUSTAMANTE, C. F.; JUNIOR, C. B. Uma análise sobre as características da dermatite atópica: revisão de literatura. **Revista Eletrônica Acervo Médico**, v. 13,

2022.

CALVETTI, P. Ü. *et al.* Aspectos neuropsicológicos e socioemocionais em crianças com dermatite atópica. **Psicologia, Saúde & Doenças**, v. 20, n. 1, p. 47-58, 2019.

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.

CONTIN, L. A. *et al.* Normal trichoscopic findings after hair transplantation in androgenetic alopecia: a prospective case series. **Skin Appendage Disorders**, v. 9, n. 5, p. 361-365, 2023.

CORREA NANTES, M. *et al.* Ação do minoxidil e da finasterida através da intradermoterapia no tratamento da alopecia androgenética. **Brazilian Journal of Surgery & Clinical Research**, v. 24, n. 2, 2018.

CRANWELL, William; SINCLAIR, Rodney. Male androgenetic alopecia. [S. l.], 2015.

FARAH, H. S. *et al.* The association between the levels of ferritin, TSH, zinc, Hb, vitamin B12, vitamin D and the hair loss among different age groups of women: a retrospective study. **Journal of Pharmaceutical Research International**, v. 13, p. 143–148, 2021.

FERNÁNDEZ-DELGADO, N. D.; HERNÁNDEZ-RAMÍREZ, P. Aplicación de las plaquetas con fines regenerativos en Cuba. **Revista Cubana de Hematología, Inmunología y Hemoterapia**, v. 33, n. 1, 2017.

FERNEINI, E. M. *et al.* Platelet-rich plasma in androgenic alopecia: indications, technique, and potential benefits. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 75, n. 4, p. 788-795, abr. 2017.

FILETO, M. B. *et al.* Princípios ativos e procedimentos na alopecia androgenética. **BWS Journal** (Descontinuada), v. 4, p. 1-13, 2021.

FORMIGA, Marcus Winícius Mendes *et al.* Estudo comparativo da eficácia de tratamentos para a alopecia androgenética por meio da técnica intradermoterapia capilar: minoxidil e finasterida. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 10, p. e251101018832-e251101018832, 2021.

GERKOWICZ, A. *et al.* The role of vitamin D in non-scarring alopecia. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 18, p. 2653, 2017.

GUPTA, A. K. *et al.* Assessing finasteride-associated sexual dysfunction using the FAERS database. **Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology**, v. 31, n. 6, p. 1069-1075, 2017.

GUPTA, A. K. *et al.* Efficacy of non-surgical treatments for androgenetic alopecia: a systematic review and network meta-analysis. **Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology: JEADV**, v. 32, n. 12, p. 2112–2125, 2018.

HO, B. S. *et al.* Microbiome in the hair follicle of androgenetic alopecia patients.

PLoS One, v. 14, n. 5, p. e0216330, 2019.

HOU, A. *et al.* Microneedling. **Dermatologic Surgery**, v. 43, p. 321-339, 2017.

JHA, A. K. *et al.* Platelet-rich plasma and microneedling improves hair growth in patients of androgenetic alopecia when used as an adjuvant to minoxidil. **Journal of Cosmetic Dermatology**, v. 18, n. 5, p. 1330–1335, 2019.

JUNIOR, M. A. P. *et al.* A relação entre dermatite atópica e sintomas depressivos: uma revisão sistemática da literatura. **Medicina**, v. 55, n. 1, 2022.

KAKIZAKI, P. *et al.* Efficacy and safety of scalp microneedling in male pattern hair loss. **Skin Appendage Disorders**, v. 9, n. 1, p. 18-26, 2023.

KANTI, V. *et al.* Cicatricial alopecia: CME article. **Journal der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft**, v. 16, p. 435-, 2018.

KIELING, L. *et al.* Is autologous platelet-rich plasma capable of increasing hair density in patients with androgenic alopecia? A systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, 2024.

KOWALSKI SEI, M. C.; FIGUEIREDO BRANDÃO, B. J. Uso da mesoterapia para alopecia androgénica: uma revisão de literatura. **BWS Journal**, v. 3, 2020.

LINARES, V. S. *et al.* Plasma rico en plaquetas en el tratamiento de la alopecia androgénica: estudio de serie de casos. **Revista Cubana de Hematología, Inmunología y Hemoterapia**, v. 38, n. 4, 2022.

LOLLI, F. *et al.* Androgenetic alopecia: a review. **Endocrine**, v. 57, n. 1, p. 9-17, jul. 2017.

LOSOYA-JAQUEZ, M. R. *et al.* Androgenetic alopecia in children and adolescents: from trichoscopy to therapy. **Skin Appendage Disorders**, v. 10, n. 2, p. 123-128, 2024.

LUPIN. **Recrexina**: a ciência do recrescimento e fortalecimento capilar. 2019. p. 1-40.

MACEDO, C. L. A. de *et al.* Androgenetic alopecia (new capillary protocol in androgenic alopecia). **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, e989997457, 2020.

MACEDO, J. L. *et al.* Efficacy of phytotherapy in the treatment of androgenetic alopecia. **Research, Society and Development**, v. 8, n. 5, e285868, 2019.

MAITRA, M.; GOYAL, A. K.; RATH, G. A novel approach for follicular delivery of minoxidil for treatment of alopecia. **Journal of Drug Delivery Science and Technology**, v. 41, p. 113-123, 2017.

MARTINEZ-JACOBO, L. A. *et al.* Global expression profile and global genome methylation signatures in male patients with androgenetic alopecia. **Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology**, v. 34, n. 5, p. e216-e218,

2020.

MELO, D. F. *et al.* Is there a rationale for the use of botulinum toxin in the treatment of androgenetic alopecia? **Journal of Cosmetic Dermatology**, v. 20, n. 7, p. 2093-2095, 2021.

MELO, D. F. *et al.* Hair-to-Hair trichoscopy: an objective method to assess effectiveness of botulinum toxin in a clinical trial for androgenetic alopecia. **Skin Appendage Disorders**, v. 10, n. 1, p. 41-45, 2024.

MULLER RAMOS, P. Oral minoxidil for hair loss: update and perspectives. **Hair Transplant Forum International**, v. 33, p. 93-94, 2023.
<https://doi.org/10.33589/33.3.93>.

NTSHINGILA, S. *et al.* Androgenetic alopecia: an update. **JAAD International**, v. 13, p. 150-158, 2023.

OLIVEIRA, I.; MACHADO, C. C. Calvície e alopecia: revisão bibliográfica. **Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias**, 2017.

PENHA, M. A. *et al.* Oral minoxidil vs topical minoxidil for male androgenetic alopecia: a randomized clinical trial. **JAMA Dermatology**, v. 160, n. 6, p. 600-605, 2024.

PEREIRA, A. F. J. R.; COELHO, T. O. A. Post-finasteride syndrome. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, v. 95, n. 3, p. 271-277, 2020.

QUIRINO, L. de M.; ROCHA, G. V. Growth factor cocktail including fibroblast growth factor 9 (Cellcurin) in the treatment of androgenetic alopecia in men and women: a randomized controlled trial. **International Journal of Trichology**, v. 15, n. 4, p. 133-143, 2023.

RO, B. I. Experience of growth factor cocktail treatment in the patients with androgenetic alopecia (AGA). **Journal of Clinical & Experimental Dermatology Research**, v. 9, p. 16, 2018

ROSSI, A. *et al.* The diagnosis of androgenetic alopecia in children: considerations of pathophysiological plausibility. **Australasian Journal of Dermatology**, v. 60, p. 279-283, 2019.

ROSSI, A. *et al.* Multi-therapies in androgenetic alopecia: review and clinical experiences. **Dermatologic Therapy**, v. 29, n. 6, p. 424-432, 2016.

SALECHA, A. J. *et al.* A comparative study on the association of serum ferritin and vitamin D, and B12 levels among individuals with hair loss. **Portuguese Journal of Dermatology & Venereology**, v. 82, n. 1, 2024.

SANABRIA, B. *et al.* Adverse effects of low-dose oral minoxidil for androgenetic alopecia in 435 patients. **Journal of the American Academy of Dermatology**, v. 84, n. 4, p. 1175-1178, 2021.

SÁNCHEZ-LINARES, V.; NIEDA-ROSALES, L. Plasma rico en plaquetas contra la

alopecia androgenética. **Gaceta Médica Espirituana**, v. 21, n. 2, 2019.

SASAKI, G. H. Hair biology and androgenetic alopecia: diagnosis, neogenesis, and management. **Advances in Cosmetic Surgery**, p. 185–192, 2018.

SHAH, K. B. *et al.* A comparative study of microneedling with platelet-rich plasma plus topical minoxidil (5%) and topical minoxidil (5%) alone in androgenetic alopecia. **International Journal of Trichology**, v. 9, n. 1, p. 14–18, 2017.

SHIMIZU, Y. *et al.* Regenerative medicine strategies for hair growth and regeneration: a narrative review of literature. **Regenerative Therapy**, v. 21, p. 527–539, 2022.

SINCLAIR, R.; TORKAMANI, N.; JONES, L. Androgenetic alopecia: new insights into the pathogenesis and mechanism of hair loss. **F1000Research**, v. 4, (F1000 Faculty Rev):585, 2015.

TAI, T.; KOCHHAR, A. Physiology and medical treatments for alopecia. **Facial Plastic Surgery Clinics of North America**, v. 28, n. 2, p. 149–159, 2020.

THOMPSON, J. M. *et al.* The role of micronutrients in alopecia areata: a review. **American Journal of Clinical Dermatology**, v. 18, p. 663–679, 2017.

TRUEB, R.; DIAS, M. R. G. A comment on trichoscopy. **International Journal of Trichology**, v. 10, p. 147, 2018.

VALENTIM, F. de O. *et al.* Efficacy of 5% topical minoxidil versus 5 mg oral biotin versus topical minoxidil and oral biotin on hair growth in men: randomized, crossover, clinical trial. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, v. 99, n. 4, p. 581–584, 2024.

YASEER, S. K.; HASSAN, F. J.; SULEIMAN, H. B. Eficacia del tratamiento con inyecciones intradérmicas de plasma rico en plaquetas para la alopecia androgenética en varones: estudio de «antes-después». **Actas Dermo-Sifiliográficas**, v. 111, n. 7, p. 574–578, 2020.