FATORES EPIGENÉTICOS ASSOCIADOS AO ENVELHECIMENTO CUTÂNEO E SUAS IMPLICAÇÕES NA ESTÉTICA

Yasmin de Sousa Trindade Silva[1], Rafaela Caetano Vieira[1], Josne Carla Paterno[1]

[1]Universidade do Vale do Paraíba/Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento, Avenida Shishima Hifumi, 2911, Urbanova - 12244-000 - São José dos Campos-SP, Brasil, yasminsjc20@gmail.com, rafacvieira17@gmail.com, professorajosne@gmail.com

Resumo

O envelhecimento cutâneo é um processo biológico multifatorial influenciado por fatores intrínsecos e extrínsecos que afetam diretamente a estrutura e a função da pele. Nos últimos anos, estudos têm demonstrado que, além da herança genética, mecanismos epigenéticos desempenham papel fundamental na modulação da expressão gênica relacionada ao envelhecimento da pele. A epigenética compreende alterações herdáveis na atividade dos genes que não envolvem mudanças na sequência do DNA, sendo fortemente influenciada por fatores ambientais e comportamentais, como exposição solar, alimentação, tabagismo e estresse oxidativo. O presente artigo tem como objetivo analisar, por meio de revisão de literatura, os principais fatores epigenéticos associados ao envelhecimento cutâneo e discutir suas implicações na prática estética contemporânea. A metodologia baseou-se na análise de artigos científicos publicados entre 2013 e 2025, disponíveis em bases de dados como PubMed, SciELO, ScienceDirect e Wiley Online Library. Os resultados evidenciam que mecanismos como metilação do DNA, modificações de histonas e regulação por microRNAs influenciam significativamente o envelhecimento da pele, abrindo novas possibilidades para intervenções estéticas personalizadas. Conclui-se que a compreensão dos processos epigenéticos contribui para abordagens mais eficazes e individualizadas na estética, promovendo tratamentos preventivos e terapêuticos mais assertivos.

Palavras-chave: Epigenética. Envelhecimento da Pele. Estética. Expressão gênica. Pele.

Área do Conhecimento: Saúde Estética Avançada.

Introdução

O envelhecimento cutâneo é um processo biológico complexo, progressivo e multifatorial, que resulta de interações entre fatores intrínsecos, relacionados à genética e ao envelhecimento cronológico, e fatores extrínsecos, associados ao ambiente e ao estilo de vida. Com o avanço da idade, a pele sofre alterações estruturais e funcionais que comprometem sua integridade, elasticidade e capacidade de regeneração, manifestando-se clinicamente por meio do aparecimento de rugas, flacidez, ressecamento, alterações na pigmentação e perda do viço cutâneo. Essas mudanças impactam não apenas a função protetora da pele, mas também a percepção estética e a qualidade de vida dos indivíduos, especialmente em um contexto social no qual a aparência física está fortemente relacionada à saúde, bem-estar e autoestima (URRY et al., 2022; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2023).

Nas últimas décadas, o aumento significativo da expectativa de vida da população mundial intensificou a busca por estratégias que retardem ou minimizem os sinais do envelhecimento cutâneo. Tradicionalmente, acreditava-se que esse processo era determinado majoritariamente pela herança genética. No entanto, avanços científicos demonstraram que fatores ambientais e comportamentais exercem papel decisivo na modulação da expressão gênica da pele ao longo da vida. Exposição crônica à radiação ultravioleta, poluição atmosférica, alimentação inadequada, tabagismo, consumo de álcool e estresse oxidativo estão diretamente associados ao envelhecimento precoce da pele, evidenciando que o envelhecimento cutâneo não depende exclusivamente do código genético herdado (KRUTMANN et al., 2017; ZHANG et al., 2023).

Nesse contexto, a epigenética emerge como um campo essencial para a compreensão dos mecanismos envolvidos no envelhecimento cutâneo. A epigenética estuda alterações na expressão gênica que não envolvem mudanças na sequência do DNA, mas que podem ser herdadas pelas células ao longo das divisões celulares. Entre os principais mecanismos epigenéticos destacam-se a metilação do DNA, as modificações pós-traducionais das histonas e a atuação dos microRNAs, os quais regulam processos fundamentais como proliferação celular, síntese de colágeno, resposta inflamatória e reparação tecidual. Esses mecanismos são altamente sensíveis a estímulos externos, o que explica por que indivíduos com perfis genéticos semelhantes podem apresentar padrões distintos de envelhecimento cutâneo (HORVATH, 2013; ZHANG et al., 2023; SEALEY et al., 2024).

A compreensão dos fatores epigenéticos associados ao envelhecimento da pele tem ampliado as possibilidades de intervenção na área da estética, permitindo o desenvolvimento de abordagens mais personalizadas, preventivas e baseadas em evidências científicas. Ao reconhecer que a expressão gênica pode ser modulada por fatores ambientais e por estratégias terapêuticas específicas, a estética contemporânea passa a adotar uma visão mais integrada, que considera não apenas procedimentos externos, mas também hábitos de vida e cuidados contínuos com a saúde cutânea. Diante disso, o presente artigo tem como objetivo analisar, por meio de uma revisão de literatura científica, os principais fatores epigenéticos associados ao envelhecimento cutâneo e discutir suas implicações na prática estética, destacando a importância da epigenética como ferramenta para a promoção de tratamentos mais eficazes, individualizados e cientificamente fundamentados (SEALEY et al., 2024; ZHANG et al., 2023).

Metodologia

O presente estudo caracteriza-se como uma revisão de narrativa de abordagem qualitativa, com o objetivo de analisar criticamente a produção científica recente acerca dos fatores epigenéticos associados ao envelhecimento cutâneo e suas implicações na área da estética. A escolha desse método justifica-se pela necessidade de reunir, sistematizar e interpretar o estado atual do conhecimento científico sobre o tema, permitindo a identificação de tendências, avanços e lacunas existentes na literatura.

A busca dos estudos foi realizada nas bases de dados National Library of Medicine (PubMed), Scientific Eletronic Library Online (SciELO), Google Acadêmico, ScienceDirect e Wiley Online Library, por serem reconhecidas como fontes confiáveis e amplamente utilizadas na área das Ciências da Saúde. A escolha dessas bases se deve à sua abrangência e à proximidade com o tema estudado. Enquanto PubMed, ScienceDirect e Wiley Online Library reúnem periódicos internacionais de grande impacto nas áreas de epigenética, dermatologia e biologia molecular, o SciELO e o Google Acadêmico contribuem com o acesso a publicações em português e à produção científica latino-americana.

Para a seleção dos artigos, foram utilizados descritores em português e inglês por meio dos operadores booleanos AND e OR, tais como: (Epigenética OR Epigenetic) AND (Envelhecimento da Pele OR Skin Aging) AND (Estética OR Esthetics) AND (Expressão Gênica OR Gene Expression) AND (Pele OR Skin). Como critérios de inclusão, foram considerados artigos científicos completos, revisões sistemáticas, estudos experimentais e revisões narrativas publicados entre os anos de 2013 e 2025, que abordassem diretamente os mecanismos epigenéticos relacionados ao envelhecimento da pele ou suas aplicações na estética e dermatologia. Já as publicações excluídas foram aquelas cujo texto não apresentasse informações suficientes para responder ao objetivo da revisão.

A busca inicial resultou em 17 artigos. Após a leitura dos títulos e resumos, 12 foram selecionados para leitura na íntegra. Desses, 9 foram incluídos na revisão por atenderem aos critérios de elegibilidade. A seleção dos estudos ocorreu inicialmente mediante análise dos títulos e resumos, seguida da leitura na íntegra das publicações potencialmente elegíveis.

A análise dos dados foi conduzida de maneira interpretativa e comparativa, buscando articular conceitos fundamentais da epigenética com os processos biológicos do envelhecimento cutâneo. Diferentemente de uma simples descrição dos estudos, esta revisão propôs uma reflexão crítica sobre os achados, destacando convergências, divergências e limitações metodológicas observadas na literatura. Além disso, foram identificadas lacunas científicas, especialmente no que se refere à aplicação prática dos conhecimentos epigenéticos na estética, apontando a necessidade de novos estudos experimentais e clínicos que aprofundem essa relação.

Por fim, a síntese dos resultados foi elaborada de forma a contribuir para o avanço do conhecimento na área, propondo perspectivas teóricas e metodológicas que possam orientar futuras pesquisas e práticas estéticas. A metodologia foi estruturada de modo a apresentar de forma transparente as fontes consultadas, os critérios de elegibilidade, o processo de seleção e os procedimentos empregados na análise da literatura, em consonância com o objetivo e o caráter narrativo da revisão.

Resultados

A análise da literatura científica selecionada evidenciou que os mecanismos epigenéticos exercem papel fundamental no envelhecimento cutâneo, influenciando diretamente a estrutura, a função e a aparência da pele. Os estudos revisados demonstram que alterações epigenéticas acumuladas ao longo da vida estão associadas tanto ao envelhecimento intrínseco quanto ao envelhecimento extrínseco, sendo fortemente moduladas por fatores ambientais e comportamentais (KRUTMANN et al., 2017; ZHANG et al., 2023).

Entre os mecanismos epigenéticos mais frequentemente descritos, a metilação do DNA destacou-se como um dos principais reguladores da expressão gênica relacionada à homeostase cutânea. Os estudos indicam que modificações nos padrões de metilação estão associadas à redução da expressão de genes responsáveis pela síntese de colágeno tipo I e III, elastina e outras proteínas estruturais da matriz extracelular, resultando em perda de firmeza, elasticidade e aumento da flacidez cutânea (HORVATH, 2013; SEALEY et al., 2024). Esses achados explicam, em nível molecular, as alterações clínicas observadas no envelhecimento da pele.

Outro resultado relevante refere-se às modificações pós-traducionais das histonas, que afetam a organização da cromatina e a acessibilidade dos genes aos fatores de transcrição. Estudos apontam que alterações nesse mecanismo estão relacionadas à diminuição da capacidade proliferativa dos fibroblastos dérmicos e à redução dos processos de reparação tecidual, contribuindo para o afinamento da pele e maior fragilidade cutânea ao longo do envelhecimento (ZHANG et al., 2023; URRY et al., 2022).

A regulação gênica mediada por microRNAs também foi amplamente relatada como um fator determinante no envelhecimento cutâneo. Os resultados dos estudos analisados indicam que alterações na expressão de microRNAs específicos estão associadas ao aumento de processos inflamatórios crônicos e ao estresse oxidativo, favorecendo a degradação das fibras de colágeno e a aceleração do envelhecimento precoce da pele (SEALEY et al., 2024; ZHANG et al., 2023).

Os resultados da literatura também evidenciam a influência significativa dos fatores extrínsecos sobre os mecanismos epigenéticos cutâneos. A exposição crônica à radiação ultravioleta foi identificada como um dos principais agentes indutores de alterações epigenéticas persistentes, especialmente relacionadas ao fotoenvelhecimento. Estudos demonstram que a radiação UV promove alterações na metilação do DNA e na expressão de microRNAs, intensificando a degradação do colágeno e favorecendo o surgimento de rugas profundas, manchas e perda do viço cutâneo (KRUTMANN et al., 2017).

Além da radiação solar, fatores como poluição ambiental, tabagismo, alimentação inadequada e estilo de vida sedentário foram associados a modificações epigenéticas capazes de acelerar o envelhecimento da pele. Por outro lado, os estudos também apontam que hábitos de vida saudáveis, como alimentação equilibrada e proteção solar adequada, podem modular positivamente os mecanismos epigenéticos, contribuindo para a preservação da função e da aparência cutânea (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2023; SEALEY et al., 2024).

No contexto da estética, os resultados destacam o crescente interesse científico na aplicação do conceito de relógio epigenético como ferramenta para avaliação da idade biológica da pele. A literatura aponta que a idade epigenética pode diferir da idade cronológica, refletindo de forma mais precisa o impacto cumulativo dos fatores ambientais e comportamentais sobre o envelhecimento cutâneo (HORVATH, 2013). Esse achado reforça a importância da personalização dos tratamentos estéticos, permitindo abordagens mais direcionadas às necessidades individuais.

De modo geral, os resultados demonstram que o envelhecimento cutâneo é um processo dinâmico, regulado por mecanismos epigenéticos sensíveis ao ambiente e potencialmente moduláveis. A literatura analisada fornece base científica sólida para o desenvolvimento de estratégias estéticas preventivas e terapêuticas, fundamentadas na compreensão dos processos epigenéticos envolvidos na manutenção da saúde e da integridade da pele.

Discussão

Os resultados desta revisão de literatura reforçam que o envelhecimento cutâneo é um processo complexo, multifatorial e progressivo, que não pode ser explicado apenas pela idade cronológica, mas pela interação entre fatores genéticos, ambientais e comportamentais mediados por mecanismos epigenéticos. A literatura analisada converge ao demonstrar que alterações epigenéticas acumuladas ao longo da vida influenciam diretamente a expressão gênica cutânea, afetando a estrutura, a função e a capacidade regenerativa da pele, o que se reflete clinicamente nos sinais característicos do envelhecimento, como rugas, flacidez e alterações pigmentares (KRUTMANN et al., 2017).

A metilação do DNA destaca-se como um dos principais mecanismos epigenéticos associados ao envelhecimento cutâneo, uma vez que regula a ativação e o silenciamento de genes essenciais à manutenção da matriz extracelular (HORVATH, 2013; ZHANG et al., 2023). Esses achados corroboram os resultados apresentados, que evidenciam a associação entre modificações epigenéticas e o declínio funcional da pele.

As modificações pós-traducionais das histonas também desempenham papel relevante nesse processo, pois interferem na organização da cromatina e, consequentemente, na acessibilidade dos genes aos fatores de transcrição (URRY et al., 2022). Esses dados reforçam a ideia de que o envelhecimento cutâneo resulta de uma reprogramação molecular progressiva, influenciada por estímulos ambientais contínuos.

Outro aspecto amplamente discutido nos estudos refere-se à atuação dos microRNAs na regulação da expressão gênica durante o envelhecimento da pele. A desregulação desses pequenos RNAs não codificantes está associada ao aumento de processos inflamatórios crônicos e ao estresse oxidativo, criando um ambiente celular desfavorável à manutenção da homeostase cutânea (SEALEY et al., 2024). A inflamação de baixo grau, persistente ao longo do tempo, tem sido reconhecida como um dos principais fatores que aceleram o envelhecimento precoce, reforçando a relevância dos microRNAs como mediadores epigenéticos nesse contexto.

A influência dos fatores extrínsecos sobre os mecanismos epigenéticos também é amplamente sustentada pela literatura atual. A exposição crônica à radiação ultravioleta é apontada como um dos principais agentes desencadeadores de alterações epigenéticas relacionadas ao fotoenvelhecimento, promovendo estresse oxidativo, inflamação e degradação da matriz extracelular (KRUTMANN et al., 2017). Esses efeitos explicam a maior severidade dos sinais de envelhecimento em áreas fotoexpostas e reforçam a importância da fotoproteção como estratégia central na prevenção do envelhecimento cutâneo.

A literatura evidencia que fatores como radiação solar, fatores como poluição ambiental, tabagismo e hábitos alimentares inadequados atuam de forma cumulativa, intensificando as alterações epigenéticas e acelerando o envelhecimento cutâneo (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2023). Por outro lado, estudos indicam que a adoção de hábitos de vida saudáveis pode modular positivamente a expressão gênica, contribuindo para a preservação da função e da aparência da pele, o que reforça a importância de abordagens integradas na prática estética.

A discrepância entre idade cronológica e idade epigenética observada em diversos estudos sugere que o envelhecimento cutâneo pode ocorrer em ritmos distintos entre indivíduos, dependendo de suas exposições ambientais e comportamentais (HORVATH, 2013). Essa perspectiva sustenta a necessidade de tratamentos estéticos mais personalizados, fundamentados não apenas na idade cronológica, mas em características biológicas e no histórico de exposição do indivíduo.

Por fim, embora os avanços científicos sobre epigenética e envelhecimento cutâneo sejam significativos, a literatura também aponta lacunas importantes, especialmente no que se refere à aplicação clínica direta desses conhecimentos na estética. Dessa forma, os resultados discutidos reforçam a relevância da epigenética como base científica promissora para a estética contemporânea, ao mesmo tempo em que indicam a necessidade de aprofundamento das pesquisas para consolidar sua aplicação prática.

Conclusão

A presente revisão de literatura permitiu compreender que o envelhecimento cutâneo é um processo multifatorial, regulado por mecanismos biológicos complexos que vão além do

envelhecimento cronológico. Os estudos analisados demonstram que os fatores epigenéticos desempenham papel central na modulação da expressão gênica da pele, influenciando diretamente alterações estruturais e funcionais associadas ao envelhecimento, como a redução da elasticidade, a degradação da matriz extracelular, o aumento da inflamação e a diminuição da capacidade regenerativa cutânea.

Os resultados evidenciaram que mecanismos como a metilação do DNA, as modificações pós-traducionais das histonas e a regulação por microRNAs são fortemente influenciados por fatores extrínsecos, incluindo exposição à radiação ultravioleta, poluição ambiental, hábitos de vida inadequados e estresse oxidativo. Esses fatores contribuem para a aceleração do envelhecimento cutâneo, reforçando a importância da adoção de estratégias preventivas e integradas voltadas à proteção e manutenção da saúde da pele.

No contexto da estética, a compreensão dos processos epigenéticos amplia as possibilidades de atuação profissional, ao permitir o desenvolvimento de abordagens mais personalizadas, baseadas na idade biológica e no histórico de exposição do indivíduo. A literatura analisada indica que a incorporação do conhecimento epigenético pode contribuir para tratamentos estéticos mais eficazes, ao associar procedimentos clínicos, cuidados tópicos e mudanças no estilo de vida, promovendo resultados mais duradouros e cientificamente embasados.

Apesar dos avanços observados, a análise dos estudos também revelou a existência de lacunas na literatura, especialmente no que se refere à aplicação clínica direta dos conhecimentos epigenéticos na estética. Dessa forma, destaca-se a necessidade de novos estudos experimentais e clínicos que investiguem a relação entre intervenções estéticas específicas, alterações epigenéticas mensuráveis e desfechos clínicos de longo prazo. Conclui-se, portanto, que a epigenética representa um campo promissor para a estética contemporânea, contribuindo para uma prática mais preventiva, individualizada e fundamentada em evidências científicas.

Referências

HORVATH, S. **DNA methylation age of human tissues and cell types.** Genome Biology, Londres, v. 14, n. 10, p. 1–20, 2013. Acesso em: 10 fev. 2026.

KRUTMANN, J. et al. **The skin aging exposome. Journal of Dermatological Science, Amsterdã, v.** 85, n. 3, p. 152–161, 2017. Acesso em: 10 fev. 2026.

SEALEY, J. et al. **Epigenetics and skin aging: current concepts and future perspectives.** Experimental Dermatology, Hoboken, v. 33, n. 2, p. 123–135, 2024. Acesso em: 10 fev. 2026.

URRY, L. A. et al. **Biologia de Campbell.** 12. ed. Porto Alegre: Artmed, 2022. Acesso via biblioteca virtual em: 29 jan. 2026

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Ageing and health.** Genebra: WHO, 2023. Disponível em: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health. Acesso em: 10 fev. 2026.

ZHANG, Y. et al. **Epigenetic regulation in skin aging.** Journal of Cosmetic Dermatology, Hoboken, v. 22, n. 4, p. 1120–1129, 2023. Acesso em: 10 fev. 2026.

PUBMED. **Artigo científico sobre envelhecimento cutâneo e epigenética.** Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40064617/. Acesso em: 29 jan. 2026.

PUBMED. **Artigo científico sobre mecanismos epigenéticos na pele.** Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36206857/. Acesso em: 29 jan. 2026.

PUBMED. **Artigo científico sobre regulação epigenética e envelhecimento.** Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/41497803/. Acesso em: 29 jan. 2026.

PUBMED. **Artigo científico sobre envelhecimento cutâneo e fatores moleculares.** Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/41498118/. Acesso em: 29 jan. 2026.