



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
ESCOLA DE CIÊNCIAS MÉDICAS E DA VIDA
GRADUAÇÃO EM BIOMEDICINA

IMUNOSSENESCÊNCIA E O ENVELHECIMENTO DA PELE: IMPACTOS
NO SISTEMA IMUNOLÓGICO CUTÂNEO E ESTRATÉGIAS DE
INTERVENÇÃO

MANUELA DA VEIGA JARDIM MACHADO MATIAS

GOIÂNIA

2025

MANUELA DA VEIGA JARDIM MACHADO MATIAS

**IMUNOSSENESCÊNCIA E O ENVELHECIMENTO DA PELE: IMPACTOS
NO SISTEMA IMUNOLÓGICO CUTÂNEO E ESTRATÉGIAS DE
INTERVENÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso a ser apresentado à banca examinadora da Pontifícia Universidade Católica de Goiás como um dos pré-requisitos para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas – Modalidade Médica.

Orientadora: Prof.^a Ms. Flávia Martins Nascente

BANCA EXAMINADORA

Orientador(a): Prof.^a Ms. Flávia Martins Nascente

Examinador 1:

Examinador 2:

IMUNOSSENESCÊNCIA E O ENVELHECIMENTO DA PELE: IMPACTOS NO

SISTEMA IMUNOLÓGICO CUTÂNEO E ESTRATÉGIAS DE INTERVENÇÃO

Manuela Da Veiga Jardim Machado Matias¹

RESUMO

O envelhecimento cutâneo é um processo multifatorial que envolve alterações estruturais, funcionais e imunológicas na pele, influenciado pela imunossenescência — o declínio progressivo do sistema imune com a idade. Esse fenômeno favorece infecções, inflamação crônica e neoplasias. A inflamação de baixo grau (inflammaging) e o estresse oxidativo aceleram a degradação das fibras dérmicas, resultando em rugas, flacidez e perda de elasticidade. Este estudo, por meio de revisão bibliográfica de 75 artigos (2015-2025) extraídos das bases PubMed, Scopus e SciELO, investigou as principais alterações imunológicas no envelhecimento cutâneo e as estratégias mais eficazes para mitigá-las. Foram abordados tratamentos tópicos (antioxidantes, retinoides, ácidos esfoliantes, filtros solares), intervenções estéticas e modulação imunológica (probióticos, vitamina D, colágeno), além da ênfase em um estilo de vida saudável (cessação do tabaco, controle do estresse, sono adequado e alimentação equilibrada). Conclui-se que abordagens integradas, preventivas e terapêuticas retardam os efeitos da imunossenescência na pele, promovendo saúde cutânea e qualidade de vida.

Palavras-chave: Imunossenescência; Envelhecimento da pele; Inflammaging; Intervenções estéticas; Estilo de vida saudável.

ABSTRACT

Skin aging is a multifactorial process involving structural, functional, and immunological changes, strongly influenced by immunosenescence—the progressive decline of immune function associated with aging. This phenomenon impairs the skin's immune response, increasing susceptibility to infections, chronic inflammation, and neoplasms. Persistent

low-grade inflammation, known as *inflammaging*, combined with oxidative stress, accelerates the degradation of dermal fibers, contributing to wrinkles, sagging, and loss of elasticity. This study, through a literature review, investigated the main immunological alterations related to cutaneous aging and the most effective intervention strategies to mitigate these effects. Topical treatments such as antioxidants, retinoids, exfoliating acids, and sunscreens were addressed, along with aesthetic procedures and immunomodulatory interventions such as probiotics, vitamin D, and collagen supplementation. The importance of a healthy lifestyle was also emphasized, focusing on smoking cessation, stress management, and adequate sleep. It is concluded that the adoption of integrated strategies, both preventive and therapeutic, can delay the effects of immunosenescence on the skin, promoting cutaneous health and quality of life during aging.

Keywords: Immunosenescence. Skin aging. Inflammaging. Aesthetic interventions. Immune system.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
2 METODOLOGIA	8
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	9
3.1 O Processo de Imunossenescência	9
3.2 Envelhecimento da Pele e suas Relações com o Sistema Imunológico.....	10
3.3 Fatores Externos e Internos que Aceleram a Imunossenescência Cutânea.....	11
3.4 Estratégias de Intervenção para Minimizar os Efeitos da Imunossenescência na Pele	13
3.4.1 Terapias Dermatológicas e Cosmecêuticas	13
- Uso de Filtros Solares	
- Hidratação e Nutrição Adequadas	
- Retinoides	
- Ácidos Esfoliantes	
3.4.2 Estilo de vida saudável.....	15
- Tabagismo	
- Reduzir o Estresse	
- Manter um Sono Adequado	
- Alimentação saudável	
3.4.3 Modulação do Sistema Imune para Retardar o Envelhecimento Cutâneo.....	16
- Procedimentos Estéticos com Potencial de Modulação Imunológica	
4 CONCLUSÃO.....	18
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	19

1- INTRODUÇÃO

O envelhecimento cutâneo está diretamente ligado a mudanças no sistema imunológico da pele, um processo conhecido como imunossenescência. Com o avanço da idade, ocorre uma remodelação do sistema imune, que pode levar tanto a um declínio funcional quanto a uma adaptação para lidar com patógenos acumulados ao longo da vida (LUCENA DINIZ *et.al.*, 2024),

A imunossenescência é o processo de deterioração do sistema imunológico associado ao envelhecimento que, além de contribuir para o envelhecimento cutâneo, também leva ao aumento da suscetibilidade a infecções, câncer, doenças autoimunes e redução da resposta vacinal (PASSOS *et al.*, 2023; JACOBS, 2024).

A imunossenescência envolve mudanças tanto no sistema imunológico inato quanto no adaptativo. No sistema inato, há uma redução da função de células como neutrófilos, macrófagos, células dendríticas e Natural Killer (NK), impactando negativamente na resposta a patógenos. No sistema adaptativo, há um declínio na quantidade e diversidade de linfócitos T naive, além do aumento de células T de memória senescentes, que produzem mais citocinas pró-inflamatórias, contribuindo para um estado crônico de inflamação de baixo grau, conhecido como *inflammaging* (LEAL *et.al.*, 2022; JACOBS, 2024).

No contexto cutâneo, o envelhecimento está associado à redução da função de células imunológicas, incluindo a diminuição da função das células de Langerhans, que são essenciais na defesa imunológica da pele e acúmulo de células mieloides supressoras, que podem inibir respostas imunes adequadas (LUCENA DINIZ *et.al.*, 2024) e apresenta maior propensão a infecções cutâneas, como herpes-zóster e dermatites, devido à menor capacidade da pele de montar uma resposta imune eficiente. Além disso, o envelhecimento leva a um aumento da inflamação crônica de baixo grau. Essa inflamação persistente é impulsionada pela produção desregulada de citocinas pró-inflamatórias e pelo estresse oxidativo, que danifica a estrutura da pele, resultando na degradação do colágeno e elastina (FERNANDES, 2023; ALVES; BUENO, 2019).

A compreensão dessas mudanças é essencial para a dermatologia e a estética, pois afeta diretamente o envelhecimento da pele e a eficácia de tratamentos

dermatológicos. Algumas das implicações incluem tratamentos preventivos e regenerativos. O uso de antioxidantes, como o resveratrol, tem se mostrado promissor na modulação do estresse oxidativo e inflamação da pele (FERNANDES, 2023). E os bioestimuladores de colágeno, como hidroxiapatita de cálcio, ajudam na reestruturação dérmica e na manutenção da firmeza da pele (PASSOS et al., 2023; NOWAG et.al., 2024).

Intervenções estéticas direcionadas, procedimentos como microagulhamento, *peelings* químicos e radiofrequência são utilizados para estimular a renovação celular e melhorar a elasticidade cutânea (PASSOS et al., 2023) e terapias hormonais podem ser indicadas para mulheres na menopausa, uma vez que o declínio do estrogênio afeta diretamente a produção de colágeno. A imunossenescência contribui para doenças inflamatórias crônicas da pele, como psoríase e dermatite atópica, exigindo novas abordagens terapêuticas para pacientes idosos e as estratégias para modular a resposta imunológica da pele podem ajudar a reduzir a incidência de infecções cutâneas em idosos (FERNANDES, 2023).

O objetivo deste artigo é revisar a literatura científica sobre a relação entre o imunossenescência e suas consequências para a pele e abordar estratégias terapêuticas, como antioxidantes, terapias imunomoduladoras e avanços na dermatologia estética para mitigar esses efeitos.

2- METODOLOGIA

Este trabalho consiste em uma revisão bibliográfica. Foram selecionados 75 artigos científicos, publicados entre 2015 e 2025, obtidos nas bases de dados PubMed, Scopus e SciELO. Utilizaram-se descritores como: immunosenescence, skin aging, inflammaging, cosmetic interventions, healthy lifestyle. Foram aplicados critérios de inclusão (artigos em inglês ou português, com texto completo disponível, foco em pele e imunossenescência) e exclusão (resumos, artigos sem correlação com o tema, datas fora do período estipulado).

3- REVISÃO DA LITERATURA

3.1- O Processo de Imunossenescência

A imunossenescência é um fenômeno biológico caracterizado pelo declínio progressivo da função do sistema imunológico com o envelhecimento. Esse processo afeta tanto a imunidade inata quanto a adaptativa, tornando os indivíduos mais susceptíveis a infecções, doenças autoimunes e neoplasias. No sistema imune inato, há alterações na função dos macrófagos, células dendríticas e natural killers (NK), reduzindo a capacidade de resposta a patógenos (MONTEIRO, 2021; FERNANDES, 2023; ALVES; BUENO, 2019).

No sistema adaptativo, observa-se uma diminuição na produção de linfócitos T naíve e uma expansão dos linfócitos de memória, resultando em uma resposta imune menos eficiente. Ademais, a inflamação crônica de baixo grau, conhecida como *inflammaging*, é um dos principais mecanismos subjacentes à imunossenescência, contribuindo para a progressão de doenças inflamatórias crônicas. Esse processo é impulsionado pelo acúmulo de células senescentes, que secretam mediadores inflamatórios como interleucinas (IL-6, IL-1 β) e fator de necrose tumoral alfa (TNF- α). Essa inflamação persistente contribui para a degradação das fibras dérmicas, favorecendo a formação de rugas, a perda de firmeza e a suscetibilidade a doenças cutâneas, como dermatites e câncer de pele (MONTEIRO, 2021; FERNANDES, 2023; ALVES; BUENO, 2019).

3.2- Envelhecimento da Pele e suas Relações com o Sistema Imunológico

O envelhecimento da pele é um processo multifatorial que envolve alterações estruturais, funcionais e imunológicas, impactando diretamente sua capacidade de defesa e regeneração. A diminuição da produção de colágeno e elastina resulta em menor firmeza e elasticidade, enquanto a redução da capacidade de proliferação celular compromete a renovação epidérmica. A menor produção de lipídios epidérmicos prejudica a hidratação e a proteção contra agentes externos. Além disso, a diminuição da capacidade de

renovação celular retarda a reparação de danos, resultando em uma cicatrização mais lenta e no aumento do risco de infecções cutâneas (FERNANDES, 2023).

O sistema imunológico cutâneo, composto por células especializadas como queratinócitos, células de Langherans, linfócitos T e macrófagos, desempenha um papel fundamental na proteção contra agentes patogênicos, na regulação da inflamação e na manutenção da homeostase tecidual. Além disso, a atividade dos linfócitos T e dos macrófagos é reduzida, dificultando a resposta a infecções, a cicatrização de feridas e a eliminação de células danificadas. No entanto, com o envelhecimento, ocorrem neste sistema modificações que comprometem sua eficácia e contribuem para a senescência cutânea. A imunossenescência afeta a função de barreira da pele, tornando-a mais vulnerável a infecções, dermatites e carcinogênese (FERNANDES, 2023; ALVES; BUENO, 2019).

3.3-Fatores Externos e Internos que Aceleram a Imunossenescência Cutânea

O envelhecimento cutâneo pode ser dividido em duas categorias principais: o envelhecimento intrínseco, relacionado ao passar do tempo e à genética, e o envelhecimento extrínseco, influenciado por fatores ambientais como exposição solar, poluição e estilo de vida. Essas mudanças levam à degradação do colágeno, redução da elasticidade, afinamento da epiderme, declínio da função imunológica da pele, menor atividade dos fibroblastos e perda da capacidade de retenção hídrica, tornando a pele mais frágil e propensa a lesões (FERNANDES, 2023).

As alterações hormonais também contribuem significativamente para o envelhecimento cutâneo. A redução dos níveis de estrogênio, especialmente após a menopausa, leva à diminuição da produção de colágeno, elastina e ácido hialurônico, resultando em perda de firmeza, elasticidade e maior ressecamento da pele. De forma semelhante, a queda da testosterona com o avanço da idade reduz a produção de sebo, comprometendo a proteção e a hidratação natural da pele, tornando-a mais seca e suscetível a danos e envelhecimento precoce (ANGELINI GRILLO et.al., 2025; FERNANDES, 2023).

Diversos fatores ambientais e comportamentais podem acelerar o processo de imunossenescência cutânea. A radiação ultravioleta (UV), especialmente os raios UVA

(Ultravioleta A) e UVB (Ultravioleta B), desempenham um papel crucial no envelhecimento extrínseco da pele. A exposição crônica à radiação UVB pode causar danos diretos ao DNA celular, induzindo mutações genéticas e aumentando o risco de desenvolvimento de câncer de pele. Já a radiação UVA penetra mais profundamente na pele, contribuindo para a geração de radicais livres e o consequente estresse oxidativo, responsável pela destruição das fibras colágenas e elásticas. Além disso, a radiação UV afeta negativamente as células imunológicas cutâneas, como as células de Langerhans, reduzindo sua capacidade de resposta e aumentando a susceptibilidade a infecções e inflamações persistentes, agravando ainda mais o processo de imunossenescência e envelhecimento da pele. Poluentes ambientais e agentes químicos também desencadeiam espécies reativas de oxigênio (ROS), exacerbando os danos celulares. Além disso, o estilo de vida influencia diretamente nesse processo: uma alimentação desequilibrada, privação do sono e hábitos prejudiciais como o tabagismo aceleram a degradação da pele e comprometem sua resposta imune (FERNANDES, 2023; MULLER et.al., 2024; LUCENA DINIZ et.al., 2024).

O envelhecimento extrínseco da pele, também conhecido como fotoenvelhecimento, resulta da exposição crônica a fatores ambientais, especialmente a UV. Clinicamente, manifesta-se por hiperpigmentação, que ocorre devido ao aumento da produção de melanina, incluindo manchas senis (lentigos solares), rugas profundas, flacidez e maior suscetibilidade a doenças cutâneas. As rugas profundas e a flacidez decorrem da degradação das fibras de colágeno e elastina na derme, comprometendo a elasticidade e firmeza da pele. Além disso, a exposição prolongada ao sol pode enfraquecer o sistema imunológico cutâneo, aumentando a vulnerabilidade a doenças como ceratoses actínicas e câncer de pele (CLÍNICA WEISS, 2022; ANGELINI GRILLO et.al., 2025; LUCENA DINIZ et.al., 2024).

3.4- Estratégias de Intervenção para Minimizar os Efeitos da Imunossenescência na Pele

3.4.1-Terapias Dermatológicas e Cosmecêuticas

O uso de antioxidantes tópicos e sistêmicos, como as vitaminas C e E, os polifenóis e o resveratrol atuam neutralizando os radicais livres gerados pelo estresse oxidativo, um dos principais mecanismos envolvidos no envelhecimento cutâneo e na disfunção imunológica associada à idade. A vitamina C, por exemplo, além de seu potente efeito antioxidante, estimula a síntese de colágeno e contribui para a uniformização do tom da pele. A vitamina E, por sua vez, protege as membranas celulares contra a peroxidação lipídica, mantendo a integridade da barreira cutânea. Os polifenóis, encontrados em extratos vegetais como o chá verde, e o resveratrol, presente na uva e no vinho tinto, apresentam propriedades anti-inflamatórias e fotoprotetoras, contribuindo para a prevenção do dano induzido pelos raios UV e para a modulação da resposta imunológica local. A combinação dessas substâncias, quando utilizada de forma adequada e associada a hábitos saudáveis, potencializa a defesa da pele contra os danos ambientais e o envelhecimento imunológico (DINIZ et.al., 2022).

Os peptídeos bioativos são pequenas sequências de aminoácidos que atuam como mensageiros biológicos, estimulando a regeneração celular, a síntese de colágeno, elastina e outras proteínas da matriz extracelular. Eles contribuem significativamente para a melhora da firmeza, elasticidade e integridade da pele envelhecida, além de possuírem ação anti-inflamatória e antioxidante. Já os fatores de crescimento, como o Fator de Crescimento Epidérmico (EGF) e o Fator de Crescimento Fibroblástico (FGF), são proteínas sinalizadoras que promovem a proliferação e diferenciação celular, favorecendo a cicatrização, a renovação da epiderme e a restauração da função imune cutânea. Quando utilizados em formulações tópicas ou como parte de terapias avançadas, esses ativos podem reverter parcialmente os sinais do envelhecimento e fortalecer as defesas naturais da pele, tornando-se aliados valiosos no enfrentamento das alterações imunológicas e estruturais decorrentes da idade (DINIZ et.al., 2022).

O ácido hialurônico, por sua vez, é um dos ativos mais utilizados na dermatologia estética e regenerativa devido à sua notável capacidade de hidratação e regeneração tecidual, especialmente relevante no contexto da imunossenescência cutânea. Naturalmente presente na matriz extracelular da pele, sua concentração diminui com o envelhecimento, o que contribui para a perda de volume, elasticidade e viço. A reposição tópica ou injetável do ácido hialurônico ajuda a restabelecer a hidratação profunda, promovendo um ambiente ideal para a atividade celular e a síntese de colágeno. Além disso, ele exerce uma ação imunomoduladora local, contribuindo para a manutenção da

homeostase cutânea e a proteção contra agressões externas. Suas propriedades preenchedoras também auxiliam na suavização de rugas e sulcos, melhorando a aparência geral da pele envelhecida. Assim, o ácido hialurônico destaca-se como um componente essencial nas estratégias terapêuticas voltadas à revitalização da pele afetada pelos efeitos da imunossenescência. É um poderoso hidratante e estimula a renovação celular (FERNANDES, 2023; MORATO et.al., 2024).

Uso de Filtros Solares

A aplicação diária de protetor solar é fundamental na prevenção do envelhecimento cutâneo precoce. Os filtros solares, ao bloquearem ou absorverem os raios UVA e UVB, reduzem significativamente esses efeitos deletérios, preservando a integridade da pele e sua capacidade de resposta imune. Além da fotoproteção tradicional, muitos fotoprotetores modernos incorporam ativos antioxidantes e reparadores do DNA, oferecendo benefícios adicionais na proteção contra o fotoenvelhecimento e no suporte à imunidade cutânea (LUCENA DINIZ et.al., 2024; SILVA, 2023).

O uso diário e contínuo de filtros solares, adequado ao tipo de pele e à intensidade da exposição solar, representa uma medida preventiva fundamental dentro do cuidado dermatológico voltado ao envelhecimento saudável da pele. Estudos demonstram que o uso regular de filtros solares reduz significativamente o desenvolvimento de rugas e manchas causadas pela exposição solar. Recomenda-se o uso de produtos com amplo espectro de proteção, reaplicados conforme a necessidade, especialmente após transpiração excessiva ou contato com água (CLÍNICA WEISS, 2022; LUCENA DINIZ et.al., 2024; SILVA, 2023).

Hidratação e Nutrição Adequadas

A manutenção da hidratação da pele é essencial para preservar sua elasticidade e função de barreira. Com o envelhecimento, a pele tende a perder água e lipídios essenciais, o que compromete a função de barreira, favorece a desidratação, a sensibilidade e a inflamação. A hidratação tópica, por meio do uso de substâncias como

ácido hialurônico, glicerina, ureia e ceramidas, ajuda a reter a umidade na pele, restaurando sua elasticidade e suavidade. Paralelamente, a nutrição sistêmica equilibrada, rica em vitaminas (A, C, E, D), minerais (zinco, selênio) e ácidos graxos essenciais (ômega 3 e 6), fornece os nutrientes necessários para o funcionamento adequado das células cutâneas e para a resposta imune eficaz. Uma dieta balanceada associada à suplementação, quando necessária, pode contribuir significativamente para reduzir os efeitos do envelhecimento imunológico, melhorar a resistência da pele a agressões externas e otimizar os resultados de tratamentos estéticos e dermatológicos (FERNANDES, 2023; DINIZ et.al., 2022).

Retinoides

Os retinoides, derivados da vitamina A, são reconhecidos por sua eficácia no tratamento do envelhecimento cutâneo. Essas substâncias atuam promovendo a renovação celular, estimulando a síntese de colágeno e inibindo a degradação da matriz extracelular, o que contribui para a melhora da textura, firmeza e uniformidade da pele. Além disso, os retinoides possuem propriedades anti-inflamatórias e antioxidantes, auxiliando na modulação da resposta imune local e na proteção contra os danos induzidos por fatores ambientais, como a radiação UV. Seu uso contínuo pode também reduzir a espessura do estrato córneo e aumentar a vascularização dérmica, favorecendo uma pele mais viçosa e resistente. No entanto, por serem potencialmente irritantes, especialmente em peles sensíveis ou envelhecidas, recomenda-se o uso progressivo, com acompanhamento profissional, e sempre associado a uma boa hidratação e fotoproteção rigorosa. Dessa forma, os retinoides se consolidam como agentes terapêuticos potentes no cuidado com a pele envelhecida e imunocomprometida (DINIZ et.al., 2022).

Ácidos Esfoliantes

A aplicação de ácidos esfoliantes, como o ácido glicólico e o ácido láctico, facilita a remoção de células mortas, promovendo a renovação celular e melhorando a textura da pele. O ácido glicólico, derivado da cana-de-açúcar, possui pequena estrutura molecular, o que permite maior penetração na pele e eficácia na uniformização da textura e do tom. Já o ácido láctico, além de promover esfoliação, possui ação hidratante e é mais suave, sendo ideal para peles sensíveis ou ressecadas. Ambos estimulam a síntese de colágeno, melhoram a luminosidade e aumentam a eficácia de outros ativos aplicados em seguida. Ao remover as barreiras formadas por células envelhecidas, os ácidos esfoliantes também

favorecem a resposta imunológica local e a regeneração da epiderme. Contudo, seu uso deve ser controlado e supervisionado, especialmente em peles maduras, para evitar irritações ou sensibilizações, sempre associado ao uso diário de fotoproteção. Esses agentes também estimulam a produção de colágeno, contribuindo para a redução de sinais de envelhecimento e proporcionando uma aparência mais luminosa e uniforme (FREITAS et.al., 2025).

3.4.2- Estilo de Vida Saudável

A adoção de um estilo de vida saudável é fundamental para minimizar os efeitos da imunossenescência na pele. Três aspectos cruciais incluem evitar o tabagismo, reduzir o estresse e manter um sono adequado.

Tabagismo

O tabagismo é um fator de risco significativo para o envelhecimento precoce da pele. As substâncias tóxicas presentes no cigarro, como a nicotina e os radicais livres, comprometem diretamente a microcirculação cutânea, reduzindo o aporte de oxigênio e nutrientes essenciais às células da pele. Além disso, o tabaco induz um aumento do estresse oxidativo e da inflamação crônica, prejudicando a função imunológica local e acelerando a degradação das fibras de colágeno e elastina, o que resulta em flacidez, rugas profundas e aspecto opaco da pele. O hábito de fumar também interfere na cicatrização e na resposta aos tratamentos estéticos e dermatológicos, tornando a pele mais suscetível a infecções e a processos inflamatórios prolongados. Portanto, a cessação do tabagismo é medida fundamental não apenas para a saúde sistêmica, mas também para preservar a integridade da pele e retardar os impactos negativos da imunossenescência (SOCIEDADE BRASILEIRA DE DERMATOLOGIA, 2023; LEAL, 2022).

Reduzir o Estresse

O estresse crônico tem sido associado ao envelhecimento acelerado do sistema imunológico, fenômeno conhecido como imunossenescência. A exposição prolongada ao estresse psicológico leva à liberação contínua de hormônios como o cortisol que, em excesso, compromete a função da barreira cutânea, reduz a capacidade de regeneração celular e suprime a resposta imune local. Esse desequilíbrio favorece o aparecimento de

inflamações, acne, dermatites e acelera o envelhecimento da pele, contribuindo para a perda de firmeza, hidratação e viço. Além disso, o estresse crônico intensifica o estresse oxidativo e promove a degradação das fibras de colágeno e elastina, potencializando os efeitos da idade e tornando a pele mais vulnerável a agressões externas. Estratégias para o manejo do estresse, como a prática regular de atividade física, técnicas de respiração, meditação e sono adequado, são essenciais não apenas para o bem-estar geral, mas também para preservar a saúde e a aparência da pele diante dos desafios impostos pela imunossenescência (PUCRS, 2022; LEAL, 2022).

Manter um Sono Adequado

O sono de qualidade é essencial para a regeneração celular e a manutenção da saúde da pele. Durante o sono, ocorre a liberação de hormônios que promovem a reparação dos tecidos cutâneos. A privação crônica de sono está associada ao aumento de marcadores inflamatórios no corpo, o que pode acelerar o envelhecimento da pele. Dormir mal com frequência também pode aumentar a liberação de cortisol, conhecido como hormônio do estresse, favorecendo processos inflamatórios e antecipando os sinais de envelhecimento, como a perda de elasticidade e a formação de rugas. Além dos impactos hormonais e inflamatórios, um sono adequado favorece a hidratação da pele, a síntese de colágeno e o equilíbrio da microbiota cutânea, contribuindo para a vitalidade e a resistência da pele. Assim, adotar hábitos que promovam um sono reparador, como estabelecer uma rotina regular de descanso, evitar o uso excessivo de dispositivos eletrônicos antes de dormir e criar um ambiente propício ao sono, é fundamental para retardar os efeitos da imunossenescência e manter a saúde cutânea (THOCLOR LABS, 2024).

Alimentação saudável

Uma alimentação equilibrada é essencial na prevenção e desaceleração da imunossenescência cutânea. Alimentos ricos em compostos antioxidantes e anti-inflamatórios — como vitaminas A, C, E, flavonoides, selênio, zinco e ácidos graxos poli-insaturados — atuam na neutralização de radicais livres, proteção das membranas

celulares e regulação do sistema imune (PASSOS; MELO; REIS KOHN, 2023). Esses nutrientes contribuem diretamente para a manutenção da integridade da barreira cutânea e da função imunológica da pele (FERNANDES, 2023).

O consumo de frutas, vegetais, oleaginosas e peixes ricos em ômega-3 está associado a uma menor incidência de inflamação crônica e envelhecimento celular acelerado. Esses alimentos reduzem a produção de espécies reativas de oxigênio (ROS) e diminuem a ativação de vias inflamatórias envolvidas no processo de *inflammaging*, como NF-κB e IL-6 (MONTEIRO, 2021). Em contrapartida, dietas ricas em açúcares refinados, gorduras trans e produtos ultraprocessados aumentam a formação de produtos de glicação avançada (AGEs), que comprometem o colágeno e aceleram a flacidez e formação de rugas profundas (PASSOS; MELO; REIS KOHN, 2023).

Além disso, manter uma alimentação adequada ao longo da vida está relacionado à preservação da diversidade do microbioma intestinal e da função imunológica sistêmica, o que também reflete positivamente na saúde cutânea (FERNANDES, 2023). Dessa forma, a nutrição adequada é uma estratégia fundamental e acessível para promover o envelhecimento saudável da pele e reduzir os impactos da imunossenescência.

3.4.3- Modulação do Sistema Imune para Retardar o Envelhecimento Cutâneo

A imunomodulação representa uma estratégia promissora na prevenção dos efeitos da imunossenescência cutânea. A utilização de probióticos e prebióticos contribui para o equilíbrio da microbiota da pele, fortalecendo as defesas naturais e promovendo um ambiente imunológico mais estável. A combinação desses agentes tem se mostrado eficaz especialmente em idades avançadas, auxiliando na manutenção de uma pele saudável. Além de restaurarem o equilíbrio da flora cutânea, eles estimulam uma resposta

imune mais eficiente frente a danos ambientais e inflamatórios (PASSOS *et al.*, 2023; KALIL, 2020; TAVARES, *et.al*, 2022).

A suplementação com vitamina D, ômega-3 e colágeno também pode reforçar a integridade da pele e a regulação do sistema imune. A vitamina D atua diretamente na função de barreira cutânea, aumentando a resistência da pele contra infecções e agressões externas. Sua deficiência está relacionada a condições dermatológicas como psoríase, dermatite e acne, e pode contribuir para o enfraquecimento da resposta imune local (PASSOS *et al.*, 2023).

Os ácidos graxos ômega-3 auxiliam na manutenção da integridade da membrana celular e na função de barreira cutânea, promovendo hidratação e reduzindo a perda de água transepidérmica. Suas propriedades anti-inflamatórias também atuam na melhora de condições como acne e eczema, além de regularem a resposta imune, diminuindo o risco de doenças autoimunes e inflamações crônicas associadas ao envelhecimento (PASSOS *et al.*, 2023).

Por fim, o colágeno, especialmente na forma de peptídeos bioativos, tem demonstrado melhorar a elasticidade, estimular a síntese de colágeno endógeno e reduzir a profundidade das rugas. Além disso, contribui para o fortalecimento da barreira cutânea, promovendo a regeneração da pele e aumentando sua resistência frente a danos ambientais (PASSOS *et al.*, 2023).

Procedimentos Estéticos com Potencial de Modulação Imunológica

Diversos procedimentos estéticos têm sido explorados para reverter ou minimizar os efeitos da imunossenescência cutânea. No quadro 1, estão registrados os principais procedimentos.

Quadro 1: Procedimentos Estéticos com Potencial de Modulação Imunológica

Tipo	Mecanismo de ação
Bioestimuladores	São substâncias que têm ganhado destaque no campo da dermatologia e estética devido ao seu potencial de promover a regeneração e a modulação imunológica da pele. Eles atuam de forma a estimular a produção de

	colágeno, elastina e outros componentes da matriz extracelular, essenciais para a firmeza e elasticidade da pele. Além disso, possuem efeitos que favorecem a regeneração celular e ajudam a restaurar a função imunológica da pele, o que é particularmente benéfico para indivíduos em processo de envelhecimento, onde há uma diminuição da capacidade regenerativa e imunológica cutânea. Mais utilizados: Ácido Polilático (Sculptra®), Hidroxiapatita de Cálcio (Radiesse®), Polinucleotídeos (PDRN), Ácido Hialurônico.
Laser fracionado	É um procedimento que utiliza a emissão de luz para criar pequenas zonas de ablativa na pele, estimulando a renovação celular e a produção de colágeno. Ele atua na modulação imunológica ao promover um processo inflamatório controlado, que é necessário para a regeneração e cicatrização da pele. Esse tipo de estímulo pode melhorar a função da barreira cutânea e aumentar a resistência da pele a danos ambientais, ao mesmo tempo em que acelera a resposta imune local.
Luz intensa pulsada	Tratamento estético não invasivo que utiliza flashes de luz de alta intensidade em múltiplos comprimentos de onda para tratar uma variedade de condições dermatológicas, incluindo o fotoenvelhecimento, manchas pigmentadas, rosácea, acne e a melhora da textura da pele. Este procedimento também tem um potencial significativo de modulação imunológica e regeneração cutânea.
Luz LED	Terapias, especialmente as de luz vermelha e infravermelha, têm mostrado potencial na modulação do sistema imunológico cutâneo. Elas atuam reduzindo a inflamação, promovendo a cicatrização e estimulando a regeneração celular. A luz vermelha, por exemplo, é eficaz no aumento da produção de colágeno e elastina, além de melhorar a circulação sanguínea, favorecendo a entrega de nutrientes essenciais para as células da pele e estimulando uma resposta imunológica mais eficaz.
Microagulhamento	É um procedimento em que pequenas agulhas são usadas para criar microlesões na pele, estimulando a regeneração celular e a produção de colágeno e elastina. Além de promover o rejuvenescimento, esse processo ativa a resposta imunológica local, favorecendo a reparação tecidual e a recuperação da barreira cutânea. O microagulhamento também melhora a absorção de ativos terapêuticos aplicados na pele, como peptídeos e fatores de crescimento, que podem ajudar a modular a resposta imunológica e acelerar o processo de regeneração.
Peelings químicos	Os <i>peelings</i> químicos utilizam ácidos, como o glicólico e o salicílico, para remover as camadas superficiais da pele e estimular a regeneração celular. Além de melhorar a textura e o tom da pele, o peeling químico tem efeitos na modulação da resposta inflamatória. Ele promove uma

	regeneração controlada que ativa a produção de novas células e melhora a função da barreira cutânea, essencial para a defesa imunológica da pele.
Terapia com fatores de crescimento, células-tronco e exossomos	A aplicação de fatores de crescimento ou células-tronco autólogas ou alogênicas tem demonstrado grandes benefícios na modulação imunológica da pele. Esses tratamentos estimulam a regeneração celular, melhoram a produção de colágeno e elastina, e possuem uma forte ação anti-inflamatória. Eles podem ser utilizados para tratar danos cutâneos causados pelo envelhecimento, como perda de firmeza e rugas, além de melhorar a resistência da pele a infecções e outros danos. Os exossomos são vesículas microscópicas secretadas por células, incluindo células-tronco, que transportam proteínas, lipídios e ácidos nucleicos, como microRNAs. Eles têm a capacidade de interagir com outras células, modulando diversos processos biológicos, como a regeneração celular, a resposta inflamatória e a resposta imunológica. Os exossomos extraídos de células-tronco, especialmente de fontes como o cordão umbilical, têm mostrado grande potencial na promoção da reparação e rejuvenescimento da pele.

Fontes : DAL'FORNO-DINI *et.al*, 2024 ; GADE *et.al.*, 2024 ; NOWAG *et.al.*, 2023 ; PASSOS *et al.*, 2023 ; NOWAG *et.al.*, 2024.

4- CONCLUSÃO

O processo de imunossenescência exerce um papel central no envelhecimento cutâneo, comprometendo a capacidade de defesa e regeneração da pele e elevando a susceptibilidade a doenças infecciosas, inflamatórias e neoplásicas. O fenômeno conhecido como *inflammaging*, caracterizado pela inflamação crônica e pelo estresse oxidativo, agrava ainda mais esse cenário, acelerando os sinais visíveis do envelhecimento da pele.

Frente a isso, intervenções eficazes incluem estratégias dermatológicas e cosmeceúticas, como o uso regular de filtros solares, antioxidantes tópicos e sistêmicos, retinoides e ácidos esfoliantes, além da manutenção adequada da hidratação e nutrição cutânea. Procedimentos estéticos e terapias moduladoras do sistema imunológico, como probióticos e suplementação com vitamina D, ômega-3 e colágeno têm demonstrado potencial promissor na mitigação desses efeitos.

Além dos cuidados dermatológicos específicos, a adoção de um estilo de vida saudável, evitando o tabagismo, controlando o estresse e mantendo uma rotina adequada de sono, mostra-se fundamental na prevenção e redução dos impactos da imunossenescência.

Portanto, a integração dessas abordagens preventivas e terapêuticas não apenas retarda o envelhecimento cutâneo, como também promove uma melhor qualidade de vida, destacando a importância de conscientização sobre esses cuidados na prática clínica e estética.

5- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBANEZ, C. H. C.; FRANCESCHI, C.; PASSOS, G. A. Aging, inflammation and cancer: a crosstalk between the immune system and epigenetics. *Pathobiology of Aging & Age-related Diseases*, v. 9, n. 1, 2019.
<https://doi.org/10.1080/20010001.2019.1671278>.

FERNANDES, Iara Grigoletto. *Inflammaging: investigação sobre envelhecimento cutâneo, imunossenescência e SARS-CoV-2*. 2023. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, Instituto de Ciências Biomédicas, 2023.

FONSECA, D. A. da et al. Envelhecimento e imunossenescência: fatores contribuintes e estratégias promissoras. *Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia*, v. 24, n. 6, 2021.

LIMA, R. G. A. de; NUNES, M. C. Envelhecimento da pele: fisiologia e estratégias terapêuticas. *Revista Saúde*, v. 45, n. 2, p. 78–85, 2022.

- MONTEIRO, Rute Alexandra Gomes. *O impacto do envelhecimento na resposta inflamatória*. Lisboa: Universidade de Lisboa, 2021. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde).
- PASSOS, Joyce; MELO, Lucas Passos de; REIS KOHN, Luciana Konecny. Tratamentos promissores para evitar o envelhecimento celular. *Revista Brasileira de Ciências da Saúde*, v. 7, n. 1, 2023.
- SILVA, A. L. et al. Envelhecimento, imunossenescência e atividade física: implicações para a saúde do idoso. *Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia*, v. 25, n. 3, 2022.
- SILVA, L. R. da et al. Os diversos aspectos da imunossenescência. *Revista Científica da FAMINAS*, v. 17, n. 1, 2021.
- SILVA, R. M. da; FERREIRA, C. F. M. Participação dos linfócitos T e células mieloides no envelhecimento. *Revista Brasileira de Imunologia Clínica e Laboratorial*, v. 13, n. 2, p. 39–47, 2020.
- TAKEDA, M. et al. Role of antioxidants in skin aging. *Journal of Dermatological Science*, v. 89, n. 3, 2018.