



## ESTRESSE OXIDATIVO E O ENVELHECIMENTO CUTÂNEO: O PAPEL DOS ANTIOXIDANTES E SUA EFETIVIDADE

Ana Clara Kerkhoff Lisboa<sup>1</sup>, Bianca Ester do Carmo Santos<sup>2</sup>, Gabriele Sauthier Romano de Melo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Acadêmica do Curso de Biomedicina, Campus Maringá-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. aninhakerkklisboa@gmail.com

<sup>2</sup>Acadêmica do Curso de Biomedicina, Campus Maringá-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. biancaestercs01@gmail.com

<sup>3</sup>Orientadora, Doutora, Docente no Curso de Enfermagem, UNICESUMAR. Pesquisadora do Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação – ICETI. gabriele.smelo@unicesumar.edu.br

### RESUMO

Este estudo consiste em uma revisão bibliográfica sobre a formação das espécies reativas de oxigênio (EROs) e seus impactos no envelhecimento cutâneo. As EROs são moléculas instáveis que, quando presentes em altas concentrações, promovem danos a lipídios, proteínas e DNA, acelerando processos degenerativos associados ao envelhecimento celular. Foram analisados mecanismos de defesa antioxidante endógenos e exógenos, com ênfase em substâncias cosméticas utilizadas para neutralizar os efeitos das EROs na pele. Entre os compostos abordados, destacam-se as vitaminas C e E, o ácido lipóico, os carotenóides e diversos extratos vegetais, cujos mecanismos de ação e eficácia tópica foram discutidos. A pesquisa foi conduzida em bases de dados como Scielo, PubMed e Google Acadêmico, priorizando artigos publicados entre 2015 e 2025. O objetivo foi consolidar o conhecimento sobre a relação entre EROs e envelhecimento cutâneo, bem como compreender o papel dos antioxidantes tópicos e sistêmicos na manutenção da homeostase da pele e na prevenção do envelhecimento precoce.

**Palavras-Chave:** Antioxidantes tópicos; cosméticos anti-idade; Dano oxidativo; Espécies reativas de oxigênio.

### 1 INTRODUÇÃO

O envelhecimento celular é um processo multifatorial e inevitável, marcado por alterações fisiológicas e morfológicas ao longo do tempo. Entre os principais fatores envolvidos estão as espécies reativas de oxigênio (EROs), moléculas altamente reativas geradas por processos endógenos, como a respiração mitocondrial, e por fatores exógenos, como radiação ultravioleta, poluição e tabagismo (Silva *et al.*, 2019). As EROs, que incluem ânion superóxido ( $O_2^{\cdot-}$ ), peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ), radical hidroxila ( $\cdot OH$ ) e oxigênio singlete ( $^1O_2$ ), são capazes de oxidar lipídios, proteínas e ácidos nucleicos, resultando na perda da função celular e no envelhecimento precoce (Shanbhag, 2019).

A pele, por ser o maior órgão do corpo e estar continuamente exposta ao ambiente, é particularmente vulnerável a esses efeitos. Para sua proteção, as células contam com mecanismos antioxidantes endógenos, como as enzimas superóxido dismutase (SOD), catalase e glutathione peroxidase, além de antioxidantes não enzimáticos, como vitamina C, vitamina E, glutathione e carotenóides (Budzianowska *et al.*, 2025). Contudo, tais mecanismos nem sempre são suficientes para neutralizar o excesso de radicais livres.

Dessa forma, estratégias externas vêm sendo estudadas, incluindo o consumo de alimentos ricos em antioxidantes e a aplicação tópica de compostos como extratos vegetais, ácido ascórbico, tocoferol e ácido lipóico (Oliveira, 2021; Shanbhag, 2019). Esses ativos têm ganhado destaque na cosmetologia por sua capacidade de prevenir o dano oxidativo, estimular a síntese de colágeno, inibir metaloproteinases e preservar a estrutura da matriz extracelular (Amores *et al.*, 2018). Assim, considerando os mecanismos bioquímicos de formação das EROs, os danos celulares associados e o papel dos antioxidantes, investiga-se se a aplicação tópica e o consumo sistêmico desses compostos podem atenuar significativamente os efeitos deletérios do estresse oxidativo no envelhecimento cutâneo. Tais intervenções, quando associadas a hábitos saudáveis, como alimentação equilibrada e fotoproteção, podem atuar de forma sinérgica na manutenção da integridade funcional da



pele. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo identificar, com base em evidências científicas recentes, os compostos cosméticos mais eficazes no combate às EROs e na prevenção do envelhecimento celular.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo configurou-se como uma revisão bibliográfica qualitativa. A coleta de dados foi realizada nas bases Scielo, PubMed e Google Acadêmico, utilizando termos e palavras-chave obtidos nos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS), tais como: Espécies reativas de oxigênio; Antioxidantes tópicos; Envelhecimento cutâneo; Dano oxidativo; cosméticos anti-idade. Foram incluídos artigos publicados entre 2015 e 2025 que investigaram mecanismos bioquímicos relevantes à ação antioxidante, seja tópica ou sistêmica. A análise concentrou-se na interpretação de conceitos centrais, mecanismos celulares e na eficácia dos compostos antioxidantes aplicados em cosmetologia, com as fontes selecionadas conforme sua relevância científica.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante o metabolismo celular, inclusive no tecido cutâneo, há produção contínua de espécies reativas de oxigênio (EROs), como superóxido ( $O_2^{\bullet-}$ ), peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ), oxigênio singlete ( $^1O_2$ ) e radical hidroxila ( $\bullet OH$ ). Em excesso, essas moléculas promovem danos oxidativos a lipídios de membrana, proteínas estruturais (colágeno e elastina) e DNA, comprometendo a integridade funcional da pele (Vizzoto, 2017). O desequilíbrio entre a geração de EROs e a capacidade antioxidante caracteriza o estresse oxidativo cutâneo, que está associado a diversas condições cutâneas, como dermatites, perda de firmeza, hiperpigmentação, inflamação crônica e câncer de pele (Grillo *et al.*, 2025).

A neutralização das EROs ocorre por meio de antioxidantes enzimáticos e não enzimáticos, que atuam tanto na prevenção quanto na reparação do dano oxidativo. Na fase preventiva, inibem a ação deletéria das EROs sobre o DNA, colágeno e lipídios, além de modularem enzimas degradadoras da matriz extracelular. Na fase reparadora, regeneram estruturas oxidadas, reciclam antioxidantes endógenos e reduzem inflamações persistentes (Cerqueira *et al.*, 2023). A eficácia desses compostos depende de fatores como biodisponibilidade, concentração tecidual, tipo de radical livre alvo e localização intracelular, sendo relevante a distinção entre antioxidantes hidrossolúveis, como a vitamina C, e lipossolúveis, como a vitamina E e a coenzima Q10 (Gouveia e Lima, 2017).

Os dados sumarizados no Quadro 1 evidenciam que diferentes antioxidantes apresentam perfis de atuação complementares. A vitamina C, além de neutralizar radicais  $O_2^{\bullet-}$  e  $H_2O_2$ , estimula a síntese de colágeno e inibe a tirosinase, contribuindo para a uniformização do tom da pele (Amores *et al.*, 2018). Os tocoferóis, grupo de compostos lipídicos derivados da vitamina E, por sua vez, atuam na proteção contra a peroxidação de lipídios de membrana, além de proteger o DNA contra os danos induzidos por EROs (Es-Sai, 2025). A coenzima Q10 está associada à autofagia, promovendo a renovação celular (Mostafa *et al.*, 2021). Outros compostos, como a astaxantina, ácido ferúlico, niacinamida e resveratrol, ampliam essa defesa por diferentes mecanismos, desde a estabilização de outros antioxidantes até a modulação de vias gênicas associadas ao envelhecimento (Wilianto, 2024; Souza *et al.*, 2023; Leis, 2022).

Assim, a análise comparativa apresentada no Quadro 1 demonstra que a seleção de ativos antioxidantes deve considerar não apenas seu mecanismo de ação e solubilidade, mas também a sinergia entre eles para melhores formulações dermocosméticas, capazes de promover a manutenção da integridade estrutural e funcional da pele.



**Quadro 1:** Antioxidantes cosméticos e seus efeitos no envelhecimento cutâneo.

Antioxidante	Mecanismo de ação	Efeitos no envelhecimento cutâneo	Forma de aplicação ideal e concentração necessária	Estudo
<b>Vitamina C (Ácido Ascórbico)</b>	Antioxidante hidrossolúvel essencial, atua na forma de ascorbato neutralizando EROs ( $O_2^{\bullet-}$ , $H_2O_2$ , $ClO^-$ , $\bullet OH$ ). Regenera vitamina E e ácido úrico, participa da síntese de colágeno e inibe a tirosinase.	Previne peroxidação lipídica, protege membranas celulares, estimula firmeza e elasticidade, reduz manchas e rugas.	Uso tópico preferencial (5-20%). A forma L-ascorbic é mais eficaz; instável, requer formulações estabilizadas.	Amores <i>et al.</i> , 2018; Vasconcellos e Neto, 2020.
<b>Vitamina E (<math>\alpha</math>-Tocoferol)</b>	Antioxidante lipossolúvel localizado nas membranas celulares. Protege fosfolipídios insaturados da oxidação. Atua como fotoprotetor, inibindo danos ao DNA (gene p53) induzidos por UV.	Reduz estresse oxidativo, previne perda de elasticidade, rugas e desorganização da matriz dérmica.	Uso tópico (0,5-5%) ou suplementação oral (15 mg/dia). Estável em solução oleosa.	Es-Sai, 2025. Farias <i>et al.</i> , 2019; Simões, 2003; Amores <i>et al.</i> , 2018; Vasconcellos e Neto, 2020;
<b>Coenzima Q10 (Ubiquinona/ Ubiquinol)</b>	Lipídio antioxidante endógeno, atua na cadeia respiratória mitocondrial, transportando elétrons e produzindo energia. Regenera vitamina E e reduz a peroxidação lipídica.	Mantém função mitocondrial, protege DNA e proteínas, reduz rugas e flacidez.	Uso tópico (0,5-1%), preferencialmente nanoencapsulada para maior penetração. Melhor absorção em veículos oleosos.	Amores <i>et al.</i> , 2018 Mostafa <i>et al.</i> , 2021.
<b>Astaxantina</b>	Carotenóide com alta capacidade antioxidante e fotoprotetora. Inibe degradação de colágeno induzida por UVB.	Melhora a hidratação e elasticidade, reduz rugas, linhas finas e inflamação.	Tópico (0,5%) associado a protetor solar para potencializar fotoproteção.	Wilianto, 2024
<b>Ácido Ferúlico</b>	Polifenol vegetal que estabiliza e potencializa efeitos da vitamina C e E, prevenindo a formação de novos radicais. Alta ação contra EROs e radicais peroxila.	Potencializa fotoproteção, melhora textura da pele e reduz inflamações.	Tópico (0,5-1%). Combinado com vitaminas antioxidantes.	Gouveia e Lima, 2017.
<b>Niacinamida (Vitamina B3)</b>	Antioxidante multifuncional que fortalece a função da barreira cutânea e reduz significativamente a produção de melanina.	Uniformiza o tom da pele, suaviza linhas finas, controla oleosidade e reduz inflamações.	Tópico (5-10%), estável e bem tolerado.	Souza <i>et al.</i> , 2023.
<b>Resveratrol</b>	Polifenol presente em uvas e vinho tinto. Neutraliza radicais livres, ativa enzimas antioxidantes (SIRT1) e apresenta ação anti-inflamatória.	Protege contra danos UV, melhora firmeza, combate a glicação e reduz rugas.	Tópico (0,5 - 1%) ou oral. Formulações lipossomais aumentam a eficácia.	Leis, 2022. Mendes, 2021; Gouveia e Lima, 2017;

Fonte: Elaborado pelo autor.



#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados dessa revisão bibliográfica indicam que o envelhecimento cutâneo faz parte de um processo biológico multifatorial, influenciado por determinantes intrínsecos, como predisposição genética e metabolismo celular, e extrínsecos, como exposição à radiação ultravioleta, poluição e hábitos de vida. As espécies reativas de oxigênio, embora desempenhem funções fisiológicas essenciais, quando produzidas em excesso, contribuem para danos cumulativos às fibras de colágeno e elastina, acelerando a perda de elasticidade, firmeza e integridade da pele. Evidências apontam que a prevenção com a fotoproteção e a modulação do estresse oxidativo por meio do uso combinado de antioxidantes tópicos e sistêmicos, representam estratégias saudáveis contra a senescência da pele. Entre os compostos estudados, destacam-se vitaminas C, E e B3, ácido ferúlico, astaxantina, resveratrol, coenzima Q10 e extratos vegetais, cujas propriedades antioxidantes demonstram potencial para neutralizar radicais livres e reparar danos oxidativos. Adicionando-se à eficácia de mudanças saudáveis no estilo de vida que potencializam os efeitos dessas práticas intervencionistas, como dieta equilibrada, exercícios regulares, e sono de qualidade. Ressalta-se, ainda, a importância de regulamentações rigorosas no desenvolvimento e comercialização de cosméticos, visando assegurar a segurança do consumidor e a conformidade científica das formulações. Conclui-se que a abordagem preventiva, pautada em evidências, é fundamental para retardar o envelhecimento cutâneo e promover a manutenção da homeostase e saúde da pele.

#### REFERÊNCIAS

AMORES, C. C. *et al.* **Activos antioxidantes en la formulación de productos cosméticos antienviejecimiento.** *Ars Pharm*, [s. l.], v. 59, ed. 2, p. 77-84, 2018.

BUDZIANOWSKA, A. *et al.* **Antioxidants to Defend Healthy and Youthful Skin—Current Trends and Future Directions in Cosmetology.** *Appl. Sci*, 15(5), 2571; DOI: <https://doi.org/10.3390/app15052571>, 2025.

CERQUEIRA, M. M. de *et al.* **Relação das vitaminas antioxidantes no envelhecimento cutâneo.** Artigo apresentado como requisito para a conclusão do curso de Graduação. Orientadora: Priscila Vogt. Centro Universitário IBMR, [s. l.], p. 1-20, 2023.

ES-SAI, B. *et al.*: **A Comprehensive Review of Its Antioxidant, Anti-Inflammatory, and Anticancer Properties.** *Molecules*, 30, 653. <https://doi.org/10.3390/molecules30030653>. 2025.

FARIAS, L. da S. *et al.* **A importância das vitaminas antioxidantes no retardamento do envelhecimento cutâneo: uma revisão bibliográfica.** CIEH: VI Congresso Internacional de Envelhecimento Humano, [s. l.], p. 1-10, 2019.

GOUVEIA, S. da S.; LIMA, Adeânio Almeida. **Relação entre as espécies reativas de oxigênio e a promoção carcinogênica.** *Brazilian Journal of Surgery and Clinical Research - BJSCR*, [s. l.], v. 20, n. 3, p. 174-179, 2017.



GRILLO, A. C. G. *et al.* **Mecanismos do Envelhecimento Cutâneo: Revisão das Principais Teorias.** Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences, [S. l.], v. 7, n. 3, p. 1559–1577, 2025. DOI: 10.36557/2674-8169.2025v7n3p1559-1577. Disponível em: <https://bjih.s.emnuvens.com.br/bjih/article/view/5483>. Acesso em: 10 ago. 2025.

JÎTCĂ, G. *et al.* **Aspectos positivos do estresse oxidativo em diferentes níveis do corpo humano: Uma revisão.** National Library of Medicine, [s. l.], 17 mar. 2022. DOI 10.3390/antiox11030572. Disponível em: Pubmed. Acesso em: 4 ago. 2025.

LEIS, K. *et al.* **Resveratrol como um fator que previne o envelhecimento da pele e afeta sua regeneração.** Postepy dermatol i alergol: 439-445. doi:10.5114/ada.2022.117547, 2022.

MENDES, J. P.; SOUZA, F. M.; MEIRELLES, L. M. A. **Uso cosmético do resveratrol no controle do envelhecimento cutâneo facial.** Revista Saúde em Foco, Teresina, v. 8, n. 1, p. 48–62, jan./abr. 2021.

MOSTAFA, D.K. *et al.* **Differential Modulation of Autophagy Contributes to the Protective Effects of Resveratrol and Co-Enzyme Q10 in Photoaged Mice.** Curr Mol Pharmacol. 2021;14(3):458-468. doi: 10.2174/1874467213666200730114547. PMID: 32744981.

OLIVEIRA, B. R. A. **Exposição humana aos toxicantes, estresse oxidativo e as possibilidades de destoxificação endógenas e exógenas: Uma revisão narrativa.** Universidade Federal de Alagoas, [s. l.], 2021.

SILVA, C. da *et al.* **Espécies reativas e a ação dos antioxidantes.** Revista Saúde em Foco, [s. l.], ed. 11, p. 1456-1462, 2019.

SOUZA, A. J. A. C. de *et al.* **Efeitos da niacinamida no rejuvenescimento cutâneo: uma revisão integrativa.** RevistaFT, [s. l.], v. 27, ed. 128, 15 nov, 2023. DOI 10.5281/zenodo.10140487. Disponível em: ISSN 1678-0817 Qualis B2. Acesso em: 5 ago. 2025.

SHANBHAG S; NAYAK A; NARAYAN R; NAYAK UY. **Anti-aging and Sunscreens: Paradigm Shift in Cosmetics.** Adv Pharm Bull. 2019 Aug;9(3):348-359. doi: 10.15171/apb.2019.042. Epub, Aug 1. PMID: 31592127; PMCID: PMC6773941, 2019.

VASCONCELLOS, C. A. de; NETO, O. I. **A cosmética aplicada ao envelhecimento cutâneo.** Brazilian Journal of Surgery and Clinical Research – BJSCR, [s. l.], v. 31, n. 1, p. 72-76, 2020.

VIZZOTTO, E. **Radicais livres e mecanismos de proteção antioxidante.** Disciplina de Fundamentos Bioquímicos dos Transtornos Metabólicos, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 10p, 2017.

WILIANO, W. *et al.* **The Addition of Astaxanthin 0.5% in Sunscreen SPF 50 Inhibits the Increase of Sunburn Cells in Rats Induced By Ultraviolet Light B.** European Journal of Biomedical Research, [S. l.], v. 3, n. 1, p. 17–20, 2024. DOI: 10.24018/ejbiomed.2024.3.1.84. Acesso em: 05 de agosto. 2025.

