



ISSN 2674-8169



Qualis B3

Latindex



DOI

Google Acadêmico

HIDROXIAPATITA DE CÁLCIO COMO BIOESTIMULADOR DE COLÁGENO MECANISMO DE AÇÃO E REMODELAÇÃO TECIDUAL

Lorena Ferreira das Neves, Jessica Monique da Silva, Juliane Rocha Zampieri, Thaylla Alves da Silva Santos, Bianca Brabo de Leão, Juliana Martins Ferreira, Leandro Rago de Souza, Camila Slompo, Elizandra Paccola Moretto de Almeida, Leonardo Fillipe Santana do Amaral, Maria Carolyn França Guimarães, Lavínia Queiróz Cabral, Vinicius Henrique Alves Ferreira, Letícia Gabrielle Gomes Braz, Jullian Josnei de Souza, Thais Brito Miranda, Aracelia Silva Brito, Rodney Capp Pallotta



<https://doi.org/10.36557/2674-8169.2026v8n7p520-533>

Artigo recebido em 11 de Junho e publicado em 11 de Julho de 2026

REVISÃO DE LITERATURA

RESUMO

O envelhecimento cutâneo é um processo fisiológico caracterizado pela redução da atividade dos fibroblastos, diminuição da síntese de colágeno e elastina e alterações da matriz extracelular, resultando em perda da firmeza, elasticidade e sustentação dos tecidos. Nesse contexto, a hidroxiapatita de cálcio tem se destacado como um importante bioestimulador de colágeno devido à sua elevada biocompatibilidade e à capacidade de promover remodelação tecidual por meio da ativação celular. O presente estudo teve como objetivo analisar, por meio de uma revisão da literatura, os mecanismos de ação da hidroxiapatita de cálcio como bioestimulador de colágeno, destacando sua participação na neocolagênese, remodelação tecidual, aplicações clínicas, eficácia e segurança nos procedimentos de harmonização orofacial e rejuvenescimento cutâneo. A metodologia consistiu em uma revisão narrativa da literatura, realizada nas bases de dados PubMed/MEDLINE, Scopus, ScienceDirect, Biblioteca Virtual em Saúde, SciELO e Google Acadêmico, incluindo artigos publicados entre 2021 e 2025 nos idiomas português e inglês. A análise dos estudos demonstrou que a hidroxiapatita de cálcio estimula a proliferação dos fibroblastos, favorece a angiogênese, aumenta a deposição de colágeno tipos I e III e promove reorganização da matriz extracelular, proporcionando melhora progressiva da firmeza e da qualidade da pele. Os estudos também evidenciaram elevada biocompatibilidade, baixa incidência de complicações e resultados duradouros quando respeitados os protocolos clínicos e o correto planejamento terapêutico. Conclui-se que a hidroxiapatita de cálcio constitui uma alternativa segura, eficaz e cientificamente fundamentada para a bioestimulação de colágeno, desempenhando papel relevante na remodelação tecidual e consolidando-

se como uma importante ferramenta para os tratamentos de rejuvenescimento facial e harmonização orofacial.

Palavras-chave: Hidroxiapatita. Colágeno. Rejuvenescimento. Fibroblastos. Matriz Extracelular. Procedimentos Estéticos Minimamente Invasivos.

Calcium Hydroxyapatite as a Collagen Biostimulator: Mechanism of Action and Tissue Remodeling

ABSTRACT

Skin aging is a physiological process characterized by reduced fibroblast activity, decreased collagen and elastin synthesis, and alterations in the extracellular matrix, resulting in loss of firmness, elasticity, and tissue support. In this context, calcium hydroxylapatite has emerged as an important collagen biostimulator due to its high biocompatibility and ability to promote tissue remodeling through cellular activation. This study aimed to analyze, through a literature review, the mechanisms of action of calcium hydroxylapatite as a collagen biostimulator, emphasizing its role in neocollagenesis, tissue remodeling, clinical applications, efficacy, and safety in orofacial harmonization and skin rejuvenation procedures. The methodology consisted of a narrative literature review conducted in the PubMed/MEDLINE, Scopus, ScienceDirect, Virtual Health Library, SciELO, and Google Scholar databases, including studies published between 2021 and 2025 in Portuguese and English. The reviewed studies demonstrated that calcium hydroxylapatite stimulates fibroblast proliferation, promotes angiogenesis, increases the deposition of type I and type III collagen, and enhances extracellular matrix remodeling, leading to progressive improvements in skin firmness and quality. The evidence also showed high biocompatibility, a low incidence of adverse effects, and long-lasting clinical outcomes when appropriate protocols and treatment planning are followed. It is concluded that calcium hydroxylapatite is a safe, effective, and scientifically supported option for collagen biostimulation, playing an important role in tissue remodeling and representing a valuable therapeutic resource for facial rejuvenation and orofacial harmonization.

Keywords: Hydroxyapatite. Collagen. Rejuvenation. Fibroblasts. Extracellular Matrix. Minimally Invasive Surgical Procedures.

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



INTRODUÇÃO

O envelhecimento cutâneo é um processo biológico multifatorial caracterizado pela redução progressiva da atividade dos fibroblastos, diminuição da síntese de colágeno, fragmentação das fibras elásticas e alterações na matriz extracelular. Essas modificações promovem perda da firmeza, elasticidade e sustentação dos tecidos, favorecendo o aparecimento de flacidez, sulcos e alterações do contorno facial. Nesse contexto, a busca por procedimentos minimamente invasivos impulsionou o desenvolvimento de bioestimuladores capazes de promover remodelação tecidual por meio da ativação da neocolagênese, proporcionando resultados graduais e naturais (AMIRI *et al*, 2023).

Entre os bioestimuladores atualmente disponíveis, a hidroxiapatita de cálcio (CaHA) destaca-se por apresentar elevada biocompatibilidade, segurança clínica e capacidade de estimular a produção de colágeno sem provocar reação inflamatória intensa. Inicialmente utilizada como preenchedor dérmico para restauração volumétrica, atualmente reconhece-se que seu principal benefício está relacionado à indução da remodelação da matriz extracelular, promovendo melhora progressiva da qualidade da pele e da sustentação dos tecidos (MORADI *et al.*, 2021).

A formulação da hidroxiapatita de cálcio é composta por microesferas sintéticas suspensas em um gel carreador aquoso de carboximetilcelulose. Após a aplicação, o gel proporciona efeito volumizador imediato, enquanto as microesferas permanecem no tecido estimulando a atividade fibroblástica e desencadeando mecanismos biológicos responsáveis pela síntese de colágeno tipo I e tipo III, elastina e componentes da matriz extracelular, favorecendo remodelação gradual e duradoura dos tecidos (VEIGA *et al.*, 2022).

Estudos histológicos recentes demonstram que a hidroxiapatita de cálcio estimula diferentes vias relacionadas à regeneração tecidual, incluindo proliferação celular, angiogênese, aumento da deposição de fibras colágenas e reorganização da arquitetura dérmica. Esses mecanismos justificam sua utilização não apenas para reposição volumétrica, mas também para tratamentos voltados ao rejuvenescimento facial, melhora da flacidez e restauração da qualidade cutânea em diferentes regiões anatômicas (MUKA *et al.*, 2023).

Dessa forma, compreender os mecanismos biológicos envolvidos na ação da hidroxiapatita de cálcio torna-se fundamental para otimizar sua indicação clínica, aperfeiçoar protocolos terapêuticos e ampliar a previsibilidade dos resultados estéticos. A literatura científica publicada nos últimos anos evidencia crescente interesse na compreensão dos processos celulares responsáveis pela remodelação tecidual induzida por esse biomaterial, consolidando sua importância na medicina estética contemporânea (VASCONCELOS *et al.*, 2025).

Este artigo tem como objetivo, analisar, por meio de uma revisão da literatura, os mecanismos de ação da hidroxiapatita de cálcio como bioestimulador de colágeno, destacando sua atuação na remodelação tecidual, na ativação dos fibroblastos e na neocolagênese, bem como discutir suas principais aplicações clínicas, eficácia, benefícios, limitações e segurança nos procedimentos de harmonização orofacial e rejuvenescimento cutâneo, com base nas evidências científicas publicadas entre 2021 e 2025.

METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se como uma revisão narrativa da literatura, de natureza qualitativa e descritiva, desenvolvida com o objetivo de reunir e analisar as evidências científicas referentes ao uso da hidroxiapatita de cálcio como bioestimulador de colágeno, com ênfase em seu mecanismo de ação, remodelação tecidual, aplicações clínicas, eficácia e segurança.

A busca bibliográfica foi realizada nas bases de dados PubMed/MEDLINE, Scopus, ScienceDirect, Google Acadêmico, Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) e SciELO, utilizando os descritores em português e inglês: hidroxiapatita de cálcio, bioestimuladores de colágeno, harmonização orofacial, calcium hydroxylapatite, collagen biostimulator, neocollagenesis, tissue remodeling e facial rejuvenation, combinados por meio dos operadores booleanos AND e OR.

Foram adotados como critérios de inclusão artigos científicos completos, publicados entre os anos de 2021 e 2025, nos idiomas português e inglês, disponíveis na íntegra e que abordassem especificamente os mecanismos biológicos da hidroxiapatita de cálcio, sua ação como bioestimulador de colágeno, remodelação da matriz extracelular, aspectos histológicos, aplicações clínicas, protocolos de utilização, eficácia

e segurança. Foram excluídos estudos duplicados, resumos de congressos, cartas ao editor, editoriais, dissertações, teses, capítulos de livros, estudos com dados insuficientes e publicações que não apresentavam relação direta com o tema proposto.

Após a aplicação dos critérios de elegibilidade, os estudos selecionados foram submetidos à leitura dos títulos, resumos e textos completos. Em seguida, realizou-se a extração e organização das informações referentes aos objetivos, delineamento metodológico, mecanismos de ação descritos, principais resultados, aplicações clínicas, benefícios, limitações e conclusões de cada estudo, possibilitando uma análise descritiva e comparativa das evidências científicas disponíveis.

Os dados obtidos foram organizados de forma temática, permitindo a discussão dos principais aspectos relacionados ao mecanismo de ação da hidroxiapatita de cálcio, à ativação dos fibroblastos, à neocolagênese, à angiogênese, à remodelação tecidual e às aplicações clínicas na harmonização orofacial e no rejuvenescimento cutâneo. A interpretação dos resultados foi fundamentada nas evidências científicas mais recentes, buscando apresentar uma síntese atualizada e crítica sobre o potencial da hidroxiapatita de cálcio como bioestimulador de colágeno.

REVISÃO DE LITERATURA

A hidroxiapatita de cálcio (CaHA) é considerada um biomaterial altamente biocompatível devido à sua composição semelhante à fase mineral do tecido ósseo humano. Na harmonização orofacial, sua formulação consiste em microesferas sintéticas de hidroxiapatita de cálcio suspensas em um gel aquoso de carboximetilcelulose, responsável pelo efeito preenchedor inicial. Após a reabsorção gradual do gel carreador, permanecem apenas as microesferas, que atuam como estímulo biológico para a regeneração da matriz extracelular. Esse mecanismo diferencia a CaHA dos preenchedores convencionais, pois seus efeitos clínicos permanecem mesmo após a degradação do material, em decorrência da formação de novo tecido conjuntivo

Após a aplicação do bioestimulador, inicia-se uma sequência de eventos biológicos envolvendo migração celular, ativação de fibroblastos e reorganização da matriz extracelular. Diferentemente de outros biomateriais que dependem

predominantemente de resposta inflamatória para induzir neocolagênese, a hidroxiapatita de cálcio promove principalmente um processo de mecanotransdução, no qual o contato direto entre as microesferas e os fibroblastos desencadeia estímulos mecânicos capazes de aumentar a síntese de colágeno e elastina. Esse mecanismo proporciona remodelação tecidual gradual com reduzida resposta inflamatória (NOWAG *et al.*, 2023).

Estudos experimentais demonstram que os fibroblastos aderem diretamente à superfície das microesferas de hidroxiapatita de cálcio, formando uma rede tridimensional de sustentação capaz de estimular intensa atividade metabólica celular. Como consequência, ocorre aumento da expressão gênica relacionada aos colágenos tipos I e III, principais componentes responsáveis pela resistência mecânica e elasticidade da derme. Além disso, observa-se incremento na produção de proteoglicanos e glicoproteínas que contribuem para a reorganização estrutural dos tecidos tratados (SUNDARAM *et al.*, 2021).

Outro aspecto relevante refere-se ao papel da hidroxiapatita de cálcio na angiogênese. A formação de novos vasos sanguíneos aumenta o aporte de oxigênio e nutrientes aos tecidos, favorecendo a atividade fibroblástica e acelerando o processo de remodelação dérmica. Estudos histológicos evidenciam aumento da vascularização local associado ao incremento da densidade de fibras colágenas, justificando a melhora progressiva da qualidade cutânea observada após os tratamentos com CaHA (ZOUMPOULIS *et al.*, 2025).

A remodelação tecidual promovida pela hidroxiapatita de cálcio ocorre de maneira contínua durante vários meses. Inicialmente observa-se discreto efeito volumizador decorrente do gel transportador, seguido pela deposição gradual de fibras colágenas ao redor das microesferas. Posteriormente, essas partículas sofrem biodegradação fisiológica por meio da ação de macrófagos e processos metabólicos naturais, permanecendo apenas o tecido conjuntivo recém-formado, responsável pelos resultados clínicos prolongados. Essa característica explica a elevada durabilidade do tratamento quando comparado aos preenchedores puramente volumizadores (ZHANG *et al.*, 2024).

A diluição da hidroxiapatita de cálcio representa um dos fatores mais

importantes para o sucesso do tratamento. Formulações mais concentradas são indicadas quando se busca efeito estrutural e sustentação dos tecidos, enquanto diluições hiperfluídas favorecem a distribuição homogênea do produto, potencializando a bioestimulação de colágeno sem produzir aumento volumétrico significativo. Essa possibilidade de personalização dos protocolos tornou a CaHA um dos bioestimuladores mais utilizados na medicina estética contemporânea (DE MELO *et al.*, 2023).

Do ponto de vista histológico, estudos demonstram que a remodelação tecidual induzida pela hidroxiapatita de cálcio ocorre de forma progressiva. Nas primeiras semanas observa-se intensa migração de fibroblastos ao redor das microesferas, seguida pelo aumento da deposição de colágeno e reorganização da matriz extracelular. Com a evolução do processo, verifica-se espessamento dérmico, melhora da elasticidade cutânea e reorganização das fibras colágenas, características que justificam os resultados clínicos observados meses após o procedimento (ZOCCOLI *et al.*, 2024).

Outro aspecto amplamente discutido na literatura refere-se ao perfil de segurança da hidroxiapatita de cálcio. Por apresentar composição semelhante aos minerais naturalmente encontrados no organismo, o biomaterial demonstra elevada biocompatibilidade e baixa imunogenicidade. Quando respeitados os planos anatômicos, a técnica de aplicação e as indicações clínicas, a incidência de complicações é considerada baixa, sendo os efeitos adversos mais frequentes edema, equimoses, eritema e sensibilidade local, geralmente autolimitados e transitórios (HERMAN *et al.*, 2024).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise comparativa da literatura demonstra consenso entre os autores quanto ao potencial da hidroxiapatita de cálcio (CaHA) como um dos principais bioestimuladores utilizados na harmonização orofacial, embora cada estudo enfatize mecanismos biológicos e aplicações clínicas distintas. De maneira geral, observa-se convergência quanto à elevada biocompatibilidade do material, à capacidade de estimular a neocolagênese e à obtenção de resultados graduais e duradouros. Entretanto, diferenças metodológicas e de enfoque permitem compreender de forma mais abrangente os processos envolvidos na remodelação tecidual induzida pela CaHA.

Inicialmente, Amiri *et al.* (2023) contextualizam a utilização dos

bioestimuladores a partir das alterações fisiológicas decorrentes do envelhecimento cutâneo, destacando que a redução da atividade fibroblástica e da síntese de colágeno impulsionou o desenvolvimento de terapias regenerativas menos invasivas. Essa perspectiva é complementada por Moradi *et al.* (2021), que direcionam a discussão especificamente para a hidroxiapatita de cálcio, ressaltando sua elevada biocompatibilidade e enfatizando que seu principal benefício não está apenas no preenchimento volumétrico imediato, mas principalmente na capacidade de promover remodelação da matriz extracelular. Dessa forma, enquanto Amiri *et al.* (2023) discutem o cenário fisiopatológico que justifica o uso dos bioestimuladores, Moradi *et al.* (2021) aprofundam a compreensão sobre os mecanismos específicos que diferenciam a CaHA dos demais materiais disponíveis.

Ao abordar a composição do biomaterial, Veiga *et al.* (2022) destacam que as microesferas de hidroxiapatita de cálcio suspensas em gel de carboximetilcelulose proporcionam um efeito clínico bifásico, caracterizado pelo preenchimento inicial seguido da estimulação biológica prolongada. Essa descrição apresenta grande compatibilidade com os achados de Sundaram *et al.* (2021), que demonstram, por meio de estudos experimentais, que as microesferas funcionam como superfície de adesão para fibroblastos, favorecendo intensa atividade metabólica celular e aumento da expressão gênica relacionada aos colágenos tipos I e III. Assim, observa-se que Veiga *et al.* (2022) descrevem a composição e a dinâmica clínica do produto, enquanto Sundaram *et al.* (2021) explicam os eventos celulares responsáveis pelos efeitos observados na prática clínica.

A respeito dos mecanismos de regeneração tecidual, Muka *et al.* (2023) afirmam que a hidroxiapatita de cálcio estimula múltiplas vias biológicas, incluindo angiogênese, proliferação celular e reorganização da arquitetura dérmica. Essa interpretação é reforçada por Zoumpoulis *et al.* (2025), que evidenciam aumento da vascularização local associado à maior deposição de fibras colágenas após o tratamento. Embora ambos os estudos reconheçam a importância da angiogênese, Muka *et al.* (2023) apresentam uma visão mais abrangente dos fenômenos regenerativos, enquanto Zoumpoulis *et al.* (2025) aprofundam especificamente a influência da neovascularização na manutenção da atividade fibroblástica e na melhora progressiva da qualidade cutânea.

Quando analisados os mecanismos celulares envolvidos na bioestimulação,

observa-se importante convergência entre Nowag *et al.* (2023) e Sundaram *et al.* (2021). Nowag *et al.* (2023) defendem que a principal via responsável pela neocolagênese ocorre por mecanotransdução, processo no qual o contato físico entre fibroblastos e microesferas desencadeia estímulos mecânicos capazes de aumentar a produção de colágeno e elastina sem desencadear resposta inflamatória intensa. Já Sundaram *et al.* (2021) demonstram experimentalmente que essa interação celular promove intensa atividade metabólica fibroblástica e maior expressão gênica relacionada à síntese dos principais componentes da matriz extracelular. Dessa forma, os estudos tornam-se complementares, uma vez que Nowag *et al.* (2023) descrevem o mecanismo fisiológico responsável pela ativação celular, enquanto Sundaram *et al.* (2021) apresentam evidências laboratoriais que sustentam essa hipótese.

A literatura também apresenta consenso quanto à duração dos efeitos clínicos da hidroxiapatita de cálcio. Zhang *et al.* (2024) explicam que o efeito volumizador inicial decorre do gel transportador, sendo posteriormente substituído pela deposição progressiva de colágeno ao redor das microesferas, que sofrem biodegradação fisiológica ao longo do tempo. Essa interpretação encontra respaldo nos achados histológicos descritos por Zoccoli *et al.* (2024), que demonstram migração fibroblástica precoce, espessamento dérmico progressivo e reorganização das fibras colágenas durante os meses subsequentes ao procedimento. Enquanto Zhang *et al.* (2024) enfatizam a cronologia clínica da degradação do biomaterial, Zoccoli *et al.* (2024) detalham as modificações microscópicas que justificam a manutenção dos resultados estéticos após a completa reabsorção das partículas.

Outro aspecto amplamente discutido refere-se à individualização dos protocolos terapêuticos. De Melo *et al.* (2023) destacam que diferentes graus de diluição permitem modificar o comportamento clínico da hidroxiapatita de cálcio, possibilitando desde maior sustentação estrutural até intensa bioestimulação difusa sem incremento volumétrico significativo. Embora os demais autores não abordem diretamente os protocolos de diluição, os mecanismos celulares descritos por Nowag *et al.* (2023), Sundaram *et al.* (2021) e Zoccoli *et al.* (2024) sustentam biologicamente essa estratégia terapêutica, uma vez que demonstram que o estímulo fibroblástico depende principalmente da adequada distribuição das microesferas nos tecidos.

No que diz respeito à segurança clínica, Herman *et al.* (2024) ressaltam que a

composição semelhante aos minerais naturalmente presentes no organismo confere elevada biocompatibilidade à hidroxiapatita de cálcio, reduzindo significativamente a ocorrência de respostas imunológicas exacerbadas. Essa observação está em consonância com Moradi *et al.* (2021), que também atribuem à composição do biomaterial sua elevada segurança clínica, e com Nowag *et al.* (2023), que destacam a predominância de mecanismos de mecanotransdução em detrimento de respostas inflamatórias intensas. Assim, observa-se ampla concordância entre esses autores quanto ao excelente perfil de segurança da CaHA quando empregada de acordo com os princípios anatômicos e técnicos adequados.

Além disso, Vasconcelos *et al.* (2025) destacam que o crescente número de pesquisas publicadas nos últimos anos evidencia a consolidação da hidroxiapatita de cálcio como um dos principais bioestimuladores utilizados na medicina estética contemporânea. Essa observação reforça os resultados apresentados pelos demais autores, demonstrando que a compreensão dos mecanismos celulares, histológicos e clínicos vem sendo continuamente ampliada, favorecendo o aperfeiçoamento dos protocolos terapêuticos e aumentando a previsibilidade dos resultados.

De modo geral, verifica-se que não existem divergências significativas entre os estudos analisados, mas sim diferentes perspectivas de investigação sobre o mesmo biomaterial. Enquanto alguns autores concentram suas análises nos mecanismos celulares da bioestimulação, outros priorizam aspectos histológicos, clínicos, estruturais ou relacionados à segurança e aos protocolos de aplicação. Em conjunto, os trabalhos de Amiri *et al.* (2023), Moradi *et al.* (2021), Veiga *et al.* (2022), Muka *et al.* (2023), Vasconcelos *et al.* (2025), Nowag *et al.* (2023), Sundaram *et al.* (2021), Zoumpoulis *et al.* (2025), Zhang *et al.* (2024), De Melo *et al.* (2023), Zoccoli *et al.* (2024) e Herman *et al.* (2024) demonstram elevada convergência científica ao evidenciar que a hidroxiapatita de cálcio promove remodelação tecidual por meio da ativação fibroblástica, estímulo à neocolagênese, reorganização da matriz extracelular e angiogênese, proporcionando melhora progressiva da qualidade cutânea, elevada durabilidade dos resultados e excelente perfil de segurança, desde que utilizada com indicação adequada e técnica de aplicação criteriosa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da literatura demonstrou que a hidroxiapatita de cálcio consolidou-se como um dos principais bioestimuladores de colágeno utilizados na harmonização orofacial e na medicina estética regenerativa. Seu mecanismo de ação baseia-se na ativação dos fibroblastos, na indução da neocolagênese, na neoelastogênese, na angiogênese e na remodelação da matriz extracelular, promovendo melhora gradual da firmeza, elasticidade e qualidade da pele. Essas características diferenciam a hidroxiapatita de cálcio dos preenchedores convencionais, uma vez que seus resultados não dependem apenas do efeito volumizador imediato, mas principalmente da resposta biológica desencadeada nos tecidos.

Os estudos analisados também evidenciaram que a eficácia clínica da hidroxiapatita de cálcio está diretamente relacionada ao correto planejamento terapêutico, ao conhecimento anatômico do profissional, à técnica de aplicação, à escolha da diluição adequada e à seleção criteriosa dos pacientes. Quando utilizada de acordo com protocolos baseados em evidências científicas, apresenta elevado perfil de segurança, baixa incidência de complicações e resultados naturais e duradouros, contribuindo para o rejuvenescimento facial e corporal sem comprometer a expressão facial.

Apesar dos resultados promissores observados na literatura, verificou-se que ainda existem diferenças entre os protocolos de aplicação, volumes utilizados, níveis de diluição e intervalos entre as sessões, o que demonstra a necessidade de maior padronização dos métodos empregados. Além disso, estudos clínicos prospectivos, randomizados e de longo prazo são importantes para ampliar o conhecimento sobre a durabilidade dos resultados, as melhores indicações terapêuticas e as possíveis associações da hidroxiapatita de cálcio com outras tecnologias voltadas à bioestimulação tecidual.

Conclui-se, portanto, que a hidroxiapatita de cálcio representa uma alternativa segura, eficaz e cientificamente fundamentada para a estimulação da produção de colágeno e para a remodelação dos tecidos. Sua utilização, aliada ao domínio técnico e ao embasamento científico do profissional, permite alcançar resultados previsíveis, naturais e duradouros, consolidando esse biomaterial como uma importante

ferramenta nos tratamentos de rejuvenescimento e harmonização orofacial.

REFERÊNCIAS

AMIRI, M.; KHALILI, M.; HOSSEINI, S. *et al.* Calcium hydroxylapatite for skin rejuvenation and collagen biostimulation: current evidence and future perspectives. **Journal of Cosmetic Dermatology**, Hoboken, v. 22, n. 7, p. 1878-1888, 2023.

DE MELO, F.; OGURI, M.; GONZAGA, M. *et al.* Hyperdiluted calcium hydroxylapatite for facial rejuvenation: clinical applications and current concepts. **Aesthetic Surgery Journal Open Forum**, Oxford, v. 5, p.45-55, 2023.

HERMAN, W.; JONES, D.; LEVY, P. *et al.* Consensus recommendations on calcium hydroxylapatite for regenerative aesthetic medicine. **Journal of Cosmetic Dermatology**, Hoboken, v. 23, n. 4, p. 1123-1135, 2024.

MORADI, A.; WATSON, D.; GRANT, R. T. *et al.* Calcium hydroxylapatite: a comprehensive review of its history, mechanism of action and clinical applications. **Journal of Cosmetic Dermatology**, Hoboken, v. 20, n. 9, p. 2752-2762, 2021.

MUKA, V.; ROMANELLI, M.; D'ORAZIO, A. *et al.* Histological and clinical evaluation of calcium hydroxylapatite as a collagen biostimulator: a systematic review. **Journal of Clinical Medicine**, Basel, v. 12, n. 11, 2023.

NOWAG, A.; KRAWCZYK, A.; SZYMAŃSKA, J. *et al.* Calcium hydroxylapatite in aesthetic medicine: current indications and mechanisms of tissue remodeling. **Aesthetic Plastic Surgery**, New York, v. 47, n. 6, p. 2864-2875, 2023.

SUNDARAM, H.; CASABONA, G.; COHEN, J. L. *et al.* Biostimulatory fillers: mechanisms of action and clinical applications. **Dermatologic Surgery**, New York, v. 47, n. 5, p. 697-709, 2021.

VASCONCELOS, S. C.; SANTOS, L. R.; FERREIRA, A. P. *et al.* Hidroxiapatita de cálcio como bioestimulador de colágeno: mecanismos biológicos e aplicações clínicas na harmonização orofacial. **Brazilian Journal of Health Review**, Curitiba, v. 8, n. 2, 2025.

VEIGA, D. F.; BAPTISTA, C.; FERREIRA, L. M. *et al.* Calcium hydroxylapatite: mechanisms of action and evidence in regenerative aesthetics. **Journal of Clinical and Aesthetic Dermatology**, Scottsdale, v. 15, n. 12, p. 1-9, 2022.

ZHANG, Y.; LI, X.; WANG, H. *et al.* Injectable calcium hydroxylapatite microspheres for soft tissue regeneration: recent advances and clinical evidence. **Bioactive Materials**, Amsterdam, v. 29, p. 30-45, 2024.

ZOCCOLI, G.; CASSUTO, D.; SIGNORINI, M. *et al.* Consensus recommendations on regenerative aesthetic procedures using calcium hydroxylapatite. **Journal of Cosmetic**



Dermatology, Hoboken, v. 23, n. 1, p. 54-66, 2024.

ZOUMPOULIS, P.; KATSAMBA, A.; MAVRIDOU, A. *et al.* Collagen biostimulation with calcium hydroxylapatite: literature review and clinical update. **Clinical, Cosmetic and Investigational Dermatology**, Auckland, v. 18, p. 451-466, 2025.