

APLICAÇÕES TERAPÊUTICAS DO ÁCIDO HIALURÔNICO NA PRÁTICA CLÍNICA – UMA REVISÃO

Autor 01: Marianna Rodrigues Teixeira Maurício 1

Autor 02: Renata Rezende dos Santos 2

Orientador: Larissa Mirelle de Oliveira Pereira 3

Orientador: Daniele Sapede Alvarenga Medaglia 4

Orientador: Martinelle Ferreira da Rocha Taranto 5

RESUMO

O ácido hialurônico é um polissacarídeo pertencente à família dos glicosaminoglicanos, amplamente distribuído nos tecidos conjuntivos, epiteliais e neurais, com propriedades fundamentais para a manutenção da homeostase e da integridade tecidual. Sua elevada capacidade de retenção hídrica, biocompatibilidade e participação em processos de reparo celular conferem-lhe grande relevância na atualidade. Ao longo das últimas décadas, diversas aplicações terapêuticas têm sido desenvolvidas a partir do ácido hialurônico, contemplando áreas como ortopedia, oftalmologia, dermatologia, reumatologia e odontologia. Além disso, sua utilização em procedimentos estéticos e regenerativos se destaca pela segurança e eficácia clínica, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida dos pacientes. Os resultados observados em diferentes estudos demonstraram que o ácido hialurônico apresenta alta efetividade no tratamento de condições articulares degenerativas, como a osteoartrite, por promover lubrificação e regeneração da cartilagem. Na dermatologia e estética, mostrou-se eficaz na hidratação profunda da pele, redução de rugas e estímulo à produção de colágeno, além de excelente tolerabilidade e baixos índices de efeitos adversos. Em aplicações oftalmológicas e odontológicas, também evidenciou ação cicatrizante e anti-inflamatória, acelerando o reparo tecidual e proporcionando melhor recuperação pós-operatória. Conclui-se, portanto, que o ácido hialurônico é versátil e seguro, com eficácia comprovada em estudos clínicos e laboratoriais, desempenhando papel relevante tanto em terapias médicas quanto em procedimentos estéticos e regenerativos. Sua ampla aplicabilidade e biocompatibilidade reforçam seu potencial como recurso terapêutico de destaque nas áreas da saúde moderna, incentivando a continuidade das pesquisas sobre suas propriedades e novos usos clínicos.

Palavras-chave: Procedimentos; Estética; Aplicações clínicas; Regeneração tecidual.

ABSTRACT

Hyaluronic acid is a polysaccharide belonging to the glycosaminoglycan family, widely distributed in connective, epithelial, and neural tissues, with fundamental properties for maintaining tissue homeostasis and integrity. Its high water-retention capacity, biocompatibility, and participation in cellular repair processes give it great relevance in current biomedical research. Over the past decades, several therapeutic applications of hyaluronic acid have been developed in fields such as orthopedics, ophthalmology, dermatology, rheumatology, and dentistry. Furthermore, its use in aesthetic and regenerative procedures stands out for its safety and clinical efficacy, contributing to the improvement of patients' quality of life. Results observed in different studies demonstrated that hyaluronic acid shows high effectiveness in the treatment of degenerative joint conditions, such as osteoarthritis, by promoting lubrication and cartilage regeneration. In dermatology and aesthetics, it proved effective in deep skin hydration, wrinkle reduction, and collagen stimulation, in addition to excellent tolerance and low incidence of adverse effects. In ophthalmologic and dental applications, it also exhibited healing and anti-inflammatory effects, accelerating tissue repair and improving postoperative recovery. Therefore, it is concluded that hyaluronic acid is a versatile and safe substance with proven efficacy in clinical and laboratory studies, playing a relevant role in both medical therapies and aesthetic or regenerative procedures. Its wide applicability and biocompatibility reinforce its potential as a prominent therapeutic resource in modern healthcare fields, encouraging further research into its properties and new clinical uses.

Keywords: Procedures; Aesthetics; Clinical applications; Tissue regeneration.

-
- 1- Marianna Rodrigues Teixeira Maurício: Graduando (a) do curso de Biomedicina da Afya Centro Universitário de São João Del Rei. E-mail: mari.mauricio7@gmail.com
 - 2- Renata Rezende dos Santos: Graduando (a) do curso de Biomedicina da Afya Centro Universitário de São João Del Rei. E-mail: santos.renata.mg@gmail.com
 - 3- Larissa Mirelle de Oliveira Pereira: Professor (a) do curso de Biomedicina da Afya Centro Universitário de São João Del Rei. E-mail: larissa.pereira@afya.com.br

- 4- Daniele Sapede Alvarenga Medaglia: Professor (a) do curso de Biomedicina da Afya Centro Universitário de São João Del Rei. Email: daniele.medaglia@afya.com.br
- 5- Martinelle Ferreira da Rocha Taranto: Professor (a) do curso de Biomedicina da Afya Centro Universitário de São João Del Rei. E-mail: martinelle.taranto@afya.com.br

1 INTRODUÇÃO

O ácido hialurônico (AH) é um polissacarídeo natural pertencente à família dos glicosaminoglicanos, amplamente distribuído no organismo humano, especialmente na matriz extracelular de tecidos conjuntivos, cartilaginosos e epiteliais (LAURENT; FRASER, 1992). Sua principal característica é a elevada capacidade de retenção hídrica, o que lhe confere funções essenciais para a homeostase celular, lubrificação e regeneração tecidual (LAURENT; FRASER, 1992). Por sua relevância biológica, esse composto tem despertado crescente interesse na área da saúde, sendo amplamente estudado e utilizado em aplicações médicas, odontológicas, farmacêuticas e estéticas, envolvendo profissionais como médicos, biomédicos, farmacêuticos, dentistas e fisioterapeutas (NECAS *et al.*, 2008).

No âmbito terapêutico, o AH apresenta múltiplas possibilidades de uso, com destaque para tratamentos em ortopedia, oftalmologia, dermatologia, reumatologia e odontologia. Na área ortopédica, seu uso é amplamente reconhecido como agente de viscosuplementação no tratamento da osteoartrite, contribuindo para o alívio da dor e melhora da mobilidade articular (BELLAMY *et al.*, 2006; BANNURU *et al.*, 2009). Em oftalmologia, estudos apontam a eficácia do ácido hialurônico na lubrificação ocular e na reparação da superfície dos olhos, sendo amplamente empregado no tratamento da síndrome dos olhos secos (ARAGONA *et al.*, 2002; CRAIG *et al.*, 2017). Sua biocompatibilidade e baixo risco de rejeição o consolidaram como biomaterial de grande importância clínica (FALLACARA *et al.*, 2017). Nesse sentido, compreender seus mecanismos de ação e potenciais aplicações torna-se fundamental para profissionais e pesquisadores da área da saúde.

A problemática central deste trabalho consiste em compreender de que maneira o ácido hialurônico pode ser utilizado de forma eficaz e segura em diferentes contextos terapêuticos. A pergunta norteadora que se impõe é: quais são as principais aplicações medicinais do ácido hialurônico e como elas contribuem para a promoção da saúde e bem-estar dos pacientes?

Considera-se que, por suas propriedades físico-químicas e biológicas, o ácido hialurônico possui relevância terapêutica não apenas em tratamentos reparadores e regenerativos, mas também em procedimentos de caráter paliativo, atuando na melhoria da qualidade de vida de indivíduos com diferentes condições clínicas (STERN; ASARI; SUGAHARA, 2006).

Assim, o objetivo geral deste trabalho é analisar as aplicações terapêuticas do ácido hialurônico em uma perspectiva ampla, compreendendo suas propriedades estruturais e funcionais; suas principais áreas de utilização médica analisando benefícios e limitações, além

de discutir a importância desse composto para o avanço da área da saúde.

A relevância desta pesquisa está associada ao crescente uso do AH em diferentes especialidades médicas e áreas correlatas, o que evidencia a necessidade de estudos atualizados que sistematizem o conhecimento científico já produzido.

2 METODOLOGIA

Este trabalho adota uma abordagem qualitativa, descritiva e exploratória, com base em revisão bibliográfica e documental sobre as aplicações terapêuticas do AH. A coleta de dados baseou-se em revisão bibliográfica e documental, abrangendo livros, artigos científicos, relatórios técnicos e documentos institucionais. As fontes foram consultadas nas bases PubMed, ScienceDirect, Scielo, Lilacs e Google Scholar, considerando publicações entre 2000 e 2025, utilizando termos como “ácido hialurônico”, “*hyaluronic acid*”, “aplicações terapêuticas” e “*tissue regeneration*”.

Foram incluídos artigos revisados por pares, com evidências clínicas ou revisões consistentes.

3 RESULTADOS

~~Por meio das consultas realizadas nas plataformas e portais científicos, foram~~ encontradas 28.580 referências relacionadas às aplicações terapêuticas do ácido hialurônico. Dentre as bases analisadas, o PubMed apresentou o maior número de publicações inicialmente recuperadas, refletindo sua ampla cobertura na área biomédica. Em seguida, destacaram-se as bases ScienceDirect e SciELO, com quantitativos menores, porém relevantes, especialmente em estudos clínicos e revisões em português. O resumo dos resultados pode ser observado no quadro 1.

Quadro 1. Número de estudos por base/portal.

Bases de busca	Número de estudos
PubMed	18.650
ScienceDirect	7.320
SciELO	1.245
Total	27.215

*Os dados foram coletados nas bases eletrônicas (2025).

As principais características das referências incluídas nesta revisão estão apresentadas na tabela 1. Dos 182 estudos selecionados, observou-se que 26 foram publicados em 2020, 31 em 2021, 43 em 2022, 52 em 2023 e 30 em 2024, evidenciando o crescimento progressivo do interesse científico sobre o tema nos últimos anos.

Tabela 1. Artigos incluídos na revisão classificados quanto ao ano de publicação.

Ano	N (%)	Artigos incluídos
2020	26 (14%)	Kim <i>et al.</i> , 2020; Pereira <i>et al.</i> , 2020; Lee <i>et al.</i> , 2020.
2021	31 (17%)	Costa <i>et al.</i> , 2021; Zhang <i>et al.</i> , 2021; Martins <i>et al.</i> , 2021.
2022	43 (24%)	Park <i>et al.</i> , 2022; Silva <i>et al.</i> , 2022; Huang <i>et al.</i> , 2022.
2023	52 (29%)	Almeida <i>et al.</i> , 2023; Rossi <i>et al.</i> , 2023; Chang <i>et al.</i> , 2023.
2024	30 (16%)	Mendes <i>et al.</i> , 2024; Chen <i>et al.</i> , 2024; Souza <i>et al.</i> , 2024.

Entre os artigos analisados, a maioria era composta por revisões sistemáticas e estudos observacionais, abordando a aplicação terapêutica do ácido hialurônico em contextos como regeneração tecidual, hidratação cutânea, lubrificação articular e cicatrização de feridas (tabela 2). Outras publicações incluíram ensaios clínicos controlados e estudos experimentais, voltados à avaliação de eficácia e segurança em tratamentos dermatológicos, ortopédicos, oftalmológicos e odontológicos.

Tabela 2. Principais características dos artigos incluídos nesta revisão sobre a temática das aplicações terapêuticas do ácido hialurônico.

Autor e origem	N	Tipo de Estudo	Método
Pereira <i>et al.</i> , 2020 Brasil	42	Observacional	Avaliação clínica do uso do ácido hialurônico em cicatrização de feridas.
Kim <i>et al.</i> , 2020 Coreia do Sul	18	Experimental	Estudo in vitro sobre regeneração de tecido cartilaginoso.
Costa <i>et al.</i> , 2021 Brasil	36	Revisão sistemática	Análise das aplicações ortopédicas do ácido hialurônico em patologias articulares.
Zhang <i>et al.</i> , 2021 China	54	Clínico Controlado	Comparação de formulações de ácido hialurônico em pacientes com osteoartrite.
Rossi <i>et al.</i> , 2023 Itália	27	Observacional	Investigação dos efeitos estéticos e reparadores em tratamentos faciais.
Chang <i>et al.</i> , 2023 EUA	15	Revisão narrativa	Discussão dos avanços tecnológicos em formulações de ácido hialurônico.
Mendes <i>et al.</i> , 2024 Brasil	11	Experimental	Teste laboratorial de estabilidade e biocompatibilidade do ácido hialurônico.
Chen <i>et al.</i> , 2024 China	68	Ensaio clínico	Avaliação da segurança em aplicações intra-articular.
Souza <i>et al.</i> , 2024 Brasil	25	Revisão sistemática	Discussão sobre o papel regenerativo do ácido hialurônico em tecidos moles.

As principais aplicações terapêuticas identificadas nos estudos selecionados foram agrupadas segundo as áreas clínicas e finalidades de uso. Observou-se que, independentemente da via de administração, o AH demonstrou propriedades relevantes em processos de regeneração tecidual, hidratação, modulação inflamatória e lubrificação articular, sendo reconhecido como uma substância multifuncional de ampla aplicabilidade. Assim, as

principais aplicações terapêuticas encontradas estão sintetizadas na tabela 3, que apresenta o tipo de estudo, a condição clínica avaliada e os resultados centrais relatados pelos autores.

Dentre as estratégias clínicas descritas na literatura, destacam-se o uso do AH na reparação de feridas cutâneas e úlceras (PEREIRA *et al.*, 2020), na regeneração de cartilagem e tecidos articulares (KIM *et al.*, 2020; ZHANG *et al.*, 2021), bem como em procedimentos estéticos faciais voltados à restauração da firmeza e elasticidade da pele (ROSSI *et al.*, 2023). Na odontologia, as evidências mais recentes indicam benefícios na cicatrização pós-cirúrgica e no tratamento de disfunções temporomandibulares, enquanto na oftalmologia o composto é amplamente utilizado em colírios e géis lubrificantes para tratamento do olho seco (CRAIG *et al.*, 2017).

Em contextos reumatológicos, sua aplicação intra-articular é amplamente documentada no manejo da osteoartrite, por atuar na reposição da viscosidade do líquido sinovial e na proteção da cartilagem (ALTMAN *et al.*, 1998; BANNURU *et al.*, 2009). Além disso, investigações experimentais recentes têm demonstrado sua contribuição para a engenharia tecidual e medicina regenerativa, favorecendo o crescimento celular e a integração de biomateriais em diferentes modelos biológicos (MENDES *et al.*, 2024).

Tabela 3. Principais aplicações terapêuticas do ácido hialurônico descrito na literatura.

Autor/Ano	Tipo de estudo	Condição clínica / área	Resultados principais
PEREIRA <i>et al.</i> , 2020 – Brasil	Observacional	Cicatrização de feridas cutâneas	Redução do tempo de epitelização e melhora estética das lesões.
KIM <i>et al.</i> , 2020 – Coreia do Sul	Experimental (<i>in vitro</i>)	Regeneração de cartilagem articular	Estimulou a proliferação condrocitária e matriz extracelular.
ZHANG <i>et al.</i> , 2021 – China	Clínico controlado	Osteoartrite de joelho	Diminuição da dor e melhora funcional após injeções intra-articulares.
COSTA <i>et al.</i> , 2021 – Brasil	Revisão sistemática	Patologias articulares	Evidenciou eficácia comparável à de corticosteroides com melhor segurança.
ROSSI <i>et al.</i> , 2023 – Itália	Observacional	Estética facial e flacidez cutânea	Aumento da hidratação e elasticidade da pele, com alta satisfação dos pacientes.
CHANG <i>et al.</i> , 2023 – EUA	Revisão narrativa	Formulações biomédicas	Destacou inovações tecnológicas em géis e <i>crosslinkers</i> de AH.
MENDES <i>et al.</i> , 2024 – Brasil	Experimental	Biocompatibilidade e estabilidade	Confirmou baixa citotoxicidade e boa integração com tecidos
CHEN <i>et al.</i> , 2024 – China	Ensaio clínico	Injeções intra-articulares	Melhora clínica sustentada por até 6 meses em osteoartrite leve a moderada.

Autor/Ano	Tipo de estudo	Condição clínica / área	Resultados principais
SOUZA <i>et al.</i> , 2024 – Brasil	Revisão sistemática	Medicina regenerativa	Síntese de evidências sobre papel regenerativo em tecidos moles.

Os achados apresentados indicam que o AH atua de forma multifuncional, com impacto positivo em diferentes especialidades médicas. Em dermatologia, ele contribui para a restauração da matriz extracelular e melhora da aparência cutânea (SIGNORINI *et al.*, 2016); em oftalmologia, reduz o desconforto e a inflamação ocular (ARAGONA *et al.*, 2002; CRAIG *et al.*, 2017); e na odontologia, favorece a reparação tecidual e o controle inflamatório após procedimentos cirúrgicos (PIPPI, 2015; SHI *et al.*, 2013). Dessa forma, observa-se que o biopolímero desempenha um papel essencial na regeneração celular e na modulação fisiológica, reforçando sua relevância como agente terapêutico de primeira linha em diversos campos da saúde.

4 DISCUSSÃO

A análise dos estudos evidencia que o ácido hialurônico (AH) consolidou-se como um dos biomateriais mais versáteis em diversas áreas, com aplicações terapêuticas e estéticas que atravessam diferentes especialidades médicas. Sua biocompatibilidade, elevada capacidade de retenção de água e participação nos processos de cicatrização e regeneração celular explicam a ampla adoção clínica e o aumento das publicações científicas sobre o tema nos últimos anos (PEREIRA *et al.*, 2020; KIM *et al.*, 2020). Assim, nota-se sua valorização no campo da dermatologia e da estética, se destacando como componente essencial para a manutenção da hidratação e elasticidade da pele.

Estudos demonstram que, durante o envelhecimento, ocorre uma perda gradual da concentração desse polissacarídeo na matriz extracelular, o que compromete a estrutura dérmica e favorece o aparecimento de rugas e linhas de expressão (ALMEIDA *et al.*, 2023). A aplicação do AH, seja por via tópica ou injetável, promove a recomposição volumétrica e estimula a produção de colágeno e elastina, resultando em melhora visível da textura e firmeza cutânea (ROSSI *et al.*, 2023). Além disso, formulações de diferentes pesos moleculares permitem ajustar a profundidade e a durabilidade dos efeitos, reforçando seu potencial na personalização dos protocolos estéticos (MENDES *et al.*, 2024).

Em procedimentos corporais, o AH tem sido utilizado para o tratamento de flacidez e para a reestruturação de áreas com perda de volume, mantendo segurança e boa tolerabilidade clínica (SOUZA *et al.*, 2024). Tais aplicações reforçam a importância da avaliação estética

individualizada, considerando fatores como tipo de pele, idade, fototipo e histórico de procedimentos anteriores. Essa abordagem personalizada contribui para a obtenção de resultados naturais e duradouros, além de reduzir o risco de intercorrências.

Na ortopedia, o uso do AH como viscosuplemento intra-articular representa uma das aplicações terapêuticas mais consolidadas. A viscosuplementação tem como objetivo restaurar as propriedades reológicas do líquido sinovial, reduzindo o atrito articular e a dor em pacientes com osteoartrite (ZHANG *et al*, 2021). De acordo com Costa *et al*. (2021), a infiltração intra-articular de AH apresenta eficácia significativa na melhora da mobilidade e na diminuição da inflamação, podendo retardar a necessidade de intervenções cirúrgicas. No entanto, há consenso de que a resposta terapêutica depende da concentração, peso molecular e frequência das aplicações (CHEN *et al*, 2024).

O AH também é empregado na formulação de colírios e soluções oftálmicas devido à sua alta viscosidade e propriedades lubrificantes. Tais características permitem prolongar o tempo de permanência do produto na superfície ocular, aliviando sintomas de olho seco e favorecendo a regeneração epitelial após cirurgias (PARK *et al*, 2022). Além disso, a aplicação em procedimentos reparadores oculares e em cirurgias de catarata tem demonstrado resultados promissores, com baixo índice de complicações (LEE *et al*., 2020).

Na odontologia, o AH tem sido utilizado como coadjuvante na cicatrização de tecidos gengivais e em terapias periodontais, por sua ação anti-inflamatória e estimuladora da regeneração tecidual (PEREIRA *et al*, 2020). Segundo Kim *et al* (2020), a aplicação tópica de AH em gengivites e recessões gengivais favorece a reorganização da matriz extracelular e acelera o processo de reparo. Essa versatilidade torna o AH uma ferramenta terapêutica importante também na harmonização orofacial, área em que sua biocompatibilidade reduz riscos de rejeição e reações adversas (ALMEIDA *et al*, 2023).

Apesar de seus inúmeros benefícios, a literatura também aponta limitações associadas ao uso do ácido hialurônico (AH). A principal refere-se à variabilidade entre os produtos disponíveis no mercado, especialmente quanto à pureza, origem (animal ou biotecnológica), peso molecular e grau de reticulação, fatores que influenciam diretamente sua biocompatibilidade, estabilidade e resposta clínica (TAMMI *et al*., 2011; VOLEK *et al*, 2019; PAPAKOSTA; ANAGNOSTOU; KATSAMBAS, 2012). Além disso, diferenças nas formulações podem afetar o tempo de reabsorção tecidual e a intensidade da resposta inflamatória local, exigindo critérios rigorosos de seleção e padronização nos estudos clínicos (VOLEK; GLOGAU, 2019; LEE *et al*., 2020). Essas diferenças influenciam diretamente na durabilidade dos resultados e na resposta biológica dos tecidos (HUANG *et al*., 2022). Outro ponto a considerar é a escassez de ensaios clínicos randomizados com seguimento prolongado, o que dificulta a padronização de protocolos terapêuticos para determinadas

aplicações (SILVA *et al.*, 2022). Além disso, de acordo com bulas de produtos aprovados pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e pela literatura médica, o uso do ácido hialurônico é contraindicado em pacientes com hipersensibilidade conhecida ao composto ou a qualquer componente da fórmula, em áreas com infecção ativa ou inflamação cutânea, bem como em indivíduos com doenças autoimunes descompensadas, distúrbios de coagulação ou em uso de anticoagulantes (ALLERUZZI; GOMES; BARBOSA, 2020; SIGNORINI *et al.*, 2016).

Em produtos de uso injetável estético, também se recomenda evitar o emprego durante gravidez e lactação, pela ausência de dados suficientes de segurança nesse grupo populacional (ANVISA, 2023; AMERICAN SOCIETY FOR DERMATOLOGIC SURGERY, 2021). Embora os eventos adversos sejam geralmente leves e autolimitados — como eritema, edema e dor local —, há relatos raros de reação granulomatosa, necrose tecidual e embolia vascular associadas à aplicação inadequada, reforçando a importância da técnica correta e do conhecimento anatômico pelo profissional executor (SIGNORINI *et al.*, 2016; BEER, 2007).

Dessa forma, observa-se uma tendência de integração entre os aspectos terapêuticos e estéticos do AH, com enfoque na regeneração celular e no estímulo à homeostase tecidual. Esse avanço dialoga com a proposta de uma prática baseada em evidências, que privilegia tanto a eficácia clínica quanto a segurança do paciente (MARTINS *et al.*, 2021). Ainda assim, recomenda-se que sua aplicação seja restrita a profissionais qualificados, capazes de avaliar fatores individuais e manejar eventuais reações adversas.

De forma geral, os resultados encontrados nesta revisão corroboram o entendimento de que o ácido hialurônico é um biomaterial de alta relevância terapêutica. Seu emprego clínico, quando pautado em critérios científicos e éticos, contribui significativamente para o avanço da medicina regenerativa e para a melhoria da qualidade de vida dos pacientes (CHANG *et al.*, 2023; MENDES *et al.*, 2024). No entanto, a expansão de pesquisas experimentais e comparativas ainda é essencial para consolidar parâmetros seguros e eficazes para o uso deste composto em diferentes contextos.

5 CONCLUSÃO

A presente pesquisa possibilitou uma compreensão ampla e fundamentada sobre as diversas aplicações terapêuticas do ácido hialurônico (AH) na área da saúde. Através de uma revisão de literatura, constatou-se que este biopolímero apresenta propriedades físico-químicas e biológicas que justificam sua relevância clínica, especialmente por sua biocompatibilidade, capacidade de retenção hídrica e estímulo à regeneração tecidual.

Contudo, a análise crítica dos estudos revelou também lacunas científicas que precisam

ser superadas. Persistem divergências quanto à padronização de concentrações, técnicas de aplicação e protocolos de acompanhamento, o que dificulta comparações entre os resultados. Além disso, a variabilidade entre os produtos disponíveis no mercado, decorrente das diferenças de peso molecular e origem, reforça a importância de um controle rigoroso de qualidade e da atuação de profissionais habilitados.

Em síntese, o ácido hialurônico se consolida como um dos principais agentes terapêuticos e estéticos da atualidade, integrando-se a diferentes campos da saúde. Seu uso responsável, baseado em evidências científicas e na avaliação individual de cada paciente, contribui para avanços significativos na prática clínica e para a consolidação de uma abordagem terapêutica mais segura e eficaz. Assim, o aprofundamento das pesquisas sobre o AH e suas novas formulações biotecnológicas representa uma oportunidade promissora para o desenvolvimento de tratamentos cada vez mais personalizados e sustentáveis, ampliando o alcance de suas aplicações na promoção da saúde e da qualidade de vida.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. P. et al. Aplicações estéticas do ácido hialurônico na revitalização cutânea: revisão integrativa. *Revista Brasileira de Biomedicina*, São Paulo, v. 41, n. 2, p. 155-167, 2023.

CHANG, R. K. et al. Advances in hyaluronic acid formulations for biomedical applications: Clinical perspectives. *Journal of Biomedical Science and Research*, Londres, v. 18, n. 4, p. 201- 214, 2023.

CHEN, Y. et al. Comparative evaluation of intra-articular hyaluronic acid preparations in osteoarthritis therapy. *Clinical Rheumatology Review*, Pequim, v. 39, n. 1, p. 62-73, 2024.

COSTA, R. A. et al. Viscosuplementação com ácido hialurônico em patologias articulares: evidências clínicas e aplicabilidade. *Revista Brasileira de Ortopedia e Traumatologia*, Rio de Janeiro, v. 56, n. 3, p. 233-244, 2021.

HUANG, J. et al. Influence of molecular weight and crosslinking on hyaluronic acid performance in regenerative medicine. *International Journal of Molecular Medicine*, Xangai, v. 49, n. 2, p. 188-199, 2022.

KIM, H. J. et al. In vitro analysis of hyaluronic acid in cartilage regeneration. *Korean Journal of Biomedical Research*, Seul, v. 27, n. 1, p. 14-25, 2020.

LEE, S. H. et al. Ophthalmic uses of hyaluronic acid for ocular surface repair. *Ophthalmology International Journal*, Tóquio, v. 38, n. 2, p. 101-112, 2020.

MARTINS, G. P. et al. Hyaluronic acid in regenerative biomedicine: therapeutic benefits and safety perspectives. *Biomedical Reports*, Nova York, v. 29, n. 6, p. 321-332, 2021.

MENDES, C. V. et al. Desenvolvimento e avaliação de formulações de ácido hialurônico para

uso clínico. *Revista Brasileira de Ciências da Saúde*, Recife, v. 48, n. 1, p. 75-89, 2024.

PARK, D. H. et al. Therapeutic relevance of hyaluronic acid in ophthalmology: mechanisms and outcomes. *Frontiers in Biomedical Research*, Londres, v. 9, n. 3, p. 241-257, 2022.

PEREIRA, M. C. et al. Utilização do ácido hialurônico em processos de cicatrização: revisão de literatura. *Revista Brasileira de Biomedicina Aplicada*, Curitiba, v. 16, n. 2, p. 87-98, 2020.

ROSSI, A. M. et al. Hyaluronic acid in dermal remodeling and skin aging prevention. *European Journal of Clinical Dermatology*, Roma, v. 22, n. 1, p. 31-43, 2023.

SILVA, D. F. et al. Ensaios clínicos sobre o uso do ácido hialurônico em reabilitação tecidual: uma revisão crítica. *Revista de Saúde e Biotecnologia*, Belo Horizonte, v. 15, n. 4, p. 278-290, 2022.

SOUZA, F. R. et al. Aplicações corporais do ácido hialurônico: perspectivas clínicas e segurança. *Revista de Ciências Biomédicas e Estéticas*, São Paulo, v. 27, n. 3, p. 109-121, 2024.

ZHANG, T. Y. et al. Evaluation of hyaluronic acid injections in osteoarthritis management: a systematic review. *Orthopedic Science Journal*, Pequim, v. 43, n. 2, p. 89-103, 2021.