



QUALIS
A2



USO DE MATRIZES DE COLÁGENO COMO SUBSTITUTOS DE ENXERTOS AUTÓGENOS: REVISÃO INTEGRATIVA¹

USE OF COLLAGEN MATRICES AS SUBSTITUTES FOR AUTOGENOUS GRAFTS: AN INTEGRATIVE REVIEW

Yasmin Monção COSTA

Centro Universitário Santo Agostinho (UNIFSA)

E-mail: yasminmoncao12@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0009-0005-1330-7532>

Matheus Resende Meireles SILVA

Centro Universitário Santo Agostinho (UNIFSA)

E-mail: matheusresendeodonto1509@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0009-0006-9744-9796>

Thais de Oliveira CORDEIRO

Centro Universitário Santo Agostinho (UNIFSA)

E-mail: thaiscordeiro@unifsa.com.br

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0078-715X>

RESUMO

A regeneração tecidual periodontal e óssea representa um desafio relevante na odontologia contemporânea, especialmente diante das limitações associadas aos enxertos autógenos, considerados padrão-ouro, porém relacionados à morbidade e restrições clínicas. Nesse contexto, as matrizes de colágeno têm sido amplamente investigadas como alternativas biomateriais devido à sua biocompatibilidade e potencial regenerativo. O presente estudo teve como objetivo analisar a eficácia das matrizes de colágeno como alternativa aos enxertos autógenos em procedimentos de regeneração tecidual periodontal e óssea. Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, conduzida com base na estratégia PICO. A busca foi realizada nas bases de dados PubMed e Cochrane Reviews, utilizando os descritores “Collagen Matrix” AND “Guided Regeneration” AND “Periodontal Regeneration”. Foram identificados 44 estudos, sendo 27 excluídos após aplicação dos critérios de elegibilidade, resultando na inclusão de 17 artigos. Os resultados evidenciaram que as matrizes de colágeno apresentam melhor desempenho quando associadas a outros biomateriais, promovendo melhora em parâmetros clínicos periodontais e manutenção do volume ósseo. Apesar dos resultados favoráveis, observou-se heterogeneidade metodológica

¹ COMO CITAR: (ABNT): COSTA, Y. M.; SILVA, M. R. M.; CORDEIRO, T. O. Uso de Matrizes de Colágeno como Substitutos de Enxertos Autógenos: Revisão Integrativa. **JNT Facit Business and Technology Journal**. Qualis A2. ISSN: 2526-4281, Mês de Abril de 2026 - Ed. 73. VOL. 01. Págs. 388-400. Disponível: <http://revistas.faculdadefacit.edu.br>. Acesso em: __/__/__.

entre os estudos incluídos, o que limita a comparação direta dos achados. Conclui-se que as matrizes de colágeno constituem uma alternativa viável e menos invasiva, porém não substituem completamente os enxertos autógenos, especialmente em defeitos mais complexos.

Palavras-chave: Colágeno. Regeneração Guiada. Regeneração Periodontal. Enxerto Autógeno. Biomateriais.

ABSTRACT

Periodontal and bone tissue regeneration remains a significant challenge in contemporary dentistry, particularly due to the limitations associated with autogenous grafts, which are considered the gold standard but are linked to morbidity and clinical restrictions. In this context, collagen matrices have been increasingly investigated as alternative biomaterials due to their biocompatibility and regenerative potential. This study aimed to analyze the effectiveness of collagen matrices as an alternative to autogenous grafts in periodontal and bone tissue regeneration procedures. This is an integrative literature review conducted based on the PICO strategy. The search was performed in the PubMed and Cochrane Reviews databases using the descriptors “Collagen Matrix” AND “Guided Regeneration” AND “Periodontal Regeneration”. A total of 44 studies were identified, of which 27 were excluded after applying eligibility criteria, resulting in 17 included articles. The results demonstrated that collagen matrices show better performance when associated with other biomaterials, promoting improvements in periodontal clinical parameters and maintenance of bone volume. Despite the positive findings, methodological heterogeneity among the included studies was observed, which limits direct comparison of the results. It is concluded that collagen matrices represent a viable and less invasive alternative; however, they do not completely replace autogenous grafts, especially in more complex defects.

Keywords: Collagen. Guided Regeneration. Periodontal Regeneration. Autogenous Graft. Biomaterials.

INTRODUÇÃO

A regeneração tecidual periodontal e óssea representa um dos principais desafios da odontologia contemporânea, especialmente em casos de perda significativa de estruturas de suporte dental, como ligamento periodontal, cimento e

osso alveolar. Esse processo envolve mecanismos biológicos complexos, dependentes da interação entre células, matriz extracelular e mediadores bioquímicos, sendo diretamente influenciado por fatores locais e sistêmicos (Liang et al, 2022; Wang et al, 2022).

Nesse contexto, os enxertos autógenos são amplamente reconhecidos como o padrão-ouro para procedimentos regenerativos, devido às suas propriedades osteogênicas, osteoindutoras e osteocondutoras. No entanto, sua utilização apresenta limitações importantes, como a necessidade de uma área doadora, aumento do tempo cirúrgico e morbidade pós-operatória, o que tem impulsionado a busca por alternativas terapêuticas menos invasivas (Bhagat et al, 2025; Raj et al, 2022).

Dentre os biomateriais disponíveis, as matrizes de colágeno têm se destacado como uma opção promissora, em virtude de sua elevada biocompatibilidade, capacidade de integração aos tecidos e atuação como arcabouço para migração e proliferação celular. Além disso, estudos clínicos indicam que seu uso pode estar associado à melhora de parâmetros periodontais e à manutenção do volume ósseo, especialmente quando utilizado em associação com outros biomateriais (Subhadarsanee et al, 2023; Kim et al, 2024).

Adicionalmente, avanços na engenharia tecidual têm possibilitado o desenvolvimento de novas abordagens regenerativas, incluindo o uso de derivados da matriz do esmalte, biomateriais sintéticos e técnicas de regeneração óssea guiada. Essas estratégias têm demonstrado resultados clínicos favoráveis, reforçando o caráter multifatorial da regeneração tecidual e a necessidade de abordagens terapêuticas combinadas (Gerova-Vatsova, 2024; Merli et al, 2022).

Apesar dos avanços observados, ainda existem lacunas na literatura quanto à eficácia das matrizes de colágeno quando utilizadas de forma isolada, bem como sua capacidade de substituir completamente os enxertos autógenos, especialmente em defeitos mais complexos. Adicionalmente, observa-se heterogeneidade metodológica entre os estudos disponíveis, incluindo variações nos protocolos clínicos, nos biomateriais associados e nos desfechos avaliados, o que dificulta a comparação direta dos resultados e a consolidação de evidências clínicas mais robustas.

Diante do exposto, o presente estudo tem como objetivo analisar, por meio de uma revisão integrativa da literatura, a eficácia das matrizes de colágeno como alternativa aos enxertos autógenos em procedimentos de regeneração tecidual periodontal e óssea.

MATERIAL E MÉTODO

Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, conduzida com o objetivo de avaliar a eficácia das matrizes de colágeno como alternativa aos enxertos autógenos em procedimentos de regeneração tecidual periodontal e óssea.

A questão norteadora da pesquisa foi estruturada com base na estratégia PICO, na qual a população (P) correspondeu a pacientes com defeitos ósseos ou periodontais; a intervenção (I) ao uso de matrizes de colágeno; a comparação (C) aos enxertos autógenos ou outras abordagens regenerativas; e os desfechos (O) envolveram parâmetros clínicos relacionados à regeneração tecidual, como ganho ósseo, recobrimento radicular, estabilidade tecidual e melhora dos parâmetros periodontais.

A busca bibliográfica foi conduzida de forma sistemática nas bases de dados PubMed e Cochrane Reviews, abrangendo o período de março de 2021 a março de 2026. A pesquisa foi realizada entre os meses de fevereiro e março de 2026, incluindo artigos publicados nos idiomas inglês, português e espanhol. A estratégia de busca foi padronizada em ambas as bases por meio de descritores controlados (MeSH/DeCS), combinados pelo operador booleano AND: “Collagen Matrix” AND “Guided Regeneration” AND “Periodontal Regeneration”.

O processo de triagem e seleção dos estudos foi realizado de forma independente por dois revisores, com a resolução de eventuais divergências por meio de consenso, garantindo maior rigor metodológico e minimização de vieses.

Para a análise crítica, os dados foram extraídos por meio de uma planilha padronizada previamente elaborada, contemplando informações como autor/ano, delineamento metodológico, tamanho da amostra (n), intervenção realizada, período de acompanhamento (follow-up) e principais desfechos clínicos observados. A extração dos dados também foi realizada de forma independente por dois revisores, sendo posteriormente comparada e validada por consenso, a fim de garantir a confiabilidade das informações.

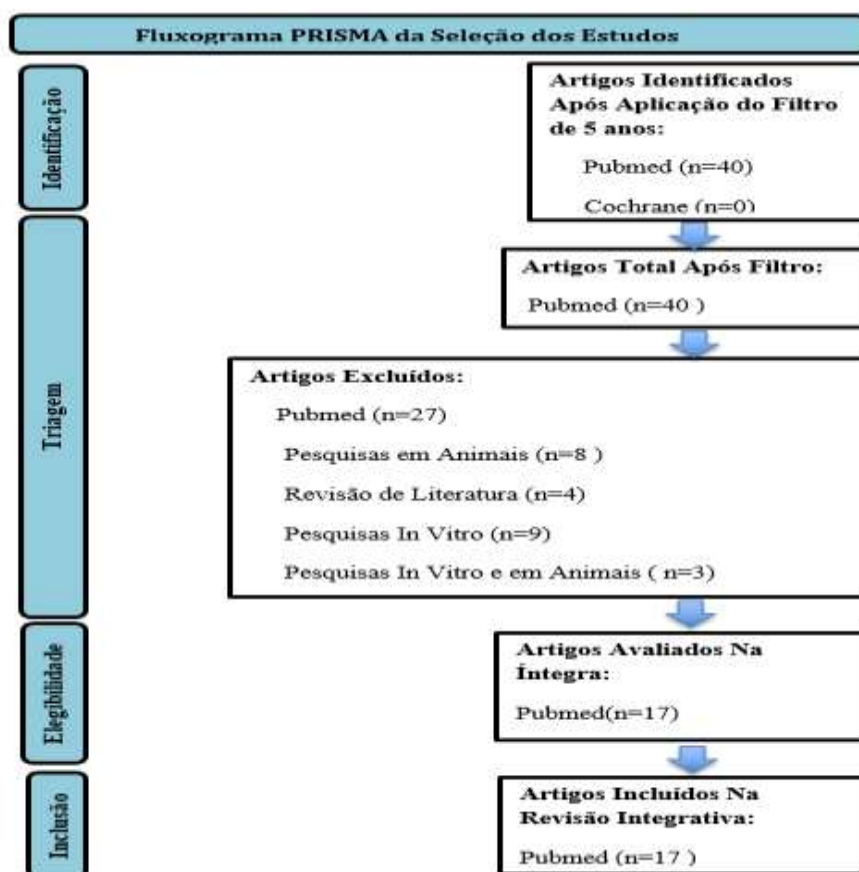
Foram considerados critérios de inclusão estudos clínicos em humanos, incluindo ensaios clínicos randomizados, estudos prospectivos e retrospectivos, séries de casos e relatos de caso com relevância clínica, disponíveis na íntegra e que apresentassem relação com o objetivo proposto. Foram excluídos estudos *in vitro*, estudos em animais, revisões de literatura, artigos duplicados e aqueles que não abordassem diretamente a temática proposta ou não apresentassem relevância clínica.

O processo de seleção dos estudos seguiu as recomendações do PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), sendo realizado em etapas. Inicialmente, foram identificados 44 estudos, sendo 40 provenientes da base PubMed e 4 da Cochrane Reviews. Após a leitura dos títulos e resumos, 27 estudos foram excluídos por não atenderem aos critérios de elegibilidade, incluindo aqueles que não abordavam matrizes de colágeno, apresentavam foco em outros biomateriais sem relação com o objetivo ou não possuíam aplicabilidade clínica.

Ao final do processo de triagem, 17 artigos foram selecionados para leitura na íntegra e incluídos na revisão integrativa. Não houve exclusões adicionais após a leitura completa, uma vez que os estudos já haviam sido previamente filtrados conforme os critérios estabelecidos.

Para a análise dos dados, as informações extraídas foram organizadas de forma descritiva e qualitativa, permitindo a comparação entre os estudos e a análise crítica dos resultados. Adicionalmente, destaca-se que não foi realizada avaliação formal do risco de viés dos estudos incluídos, o que constitui uma limitação metodológica desta revisão.

Figura 1: Fluxograma do processo de seleção dos estudos, conforme recomendações do PRISMA.



Fonte: Elaborado por autores (2026).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram incluídos 17 estudos nesta revisão integrativa, selecionados a partir de um total de 44 artigos identificados nas bases de dados PubMed (n=40) e Cochrane Reviews (n=4). Após a aplicação dos critérios de elegibilidade, 27 estudos foram excluídos, resultando na amostra final. O processo de seleção seguiu as recomendações do fluxograma PRISMA.

Quanto ao delineamento metodológico, os estudos incluídos apresentaram diversidade, sendo identificados 3 ensaios clínicos randomizados, 2 estudos experimentais, 2 estudos retrospectivos, 6 séries de casos, 2 relatos de caso e 2 estudos com abordagem metodológica ou indireta relacionada ao tema.

A análise comparativa dos estudos evidencia que os ensaios clínicos randomizados (Bhagat et al, 2025; Raj et al, 2022; Subhadarsanee et al, 2023) apresentam resultados mais consistentes e metodologicamente robustos quando comparados aos demais delineamentos. De forma geral, esses estudos demonstraram melhora significativa nos parâmetros periodontais e na preservação óssea, especialmente em protocolos que associaram matrizes de colágeno a biomateriais como PRF, DBBM e DFDBA. Em contraste, nenhum dos RCTs evidenciou superioridade consistente do uso isolado das matrizes de colágeno, sugerindo que seu desempenho clínico está diretamente relacionado a abordagens combinadas.

Apesar dos resultados positivos, os estudos apresentam heterogeneidade significativa quanto aos protocolos clínicos, tipos de defeitos tratados, biomateriais associados e tempos de acompanhamento, o que limita a comparação direta entre os achados e a consolidação de evidências definitivas.

Os estudos experimentais (Liang et al, 2022; Wang et al, 2022) corroboram parcialmente os achados clínicos ao demonstrar que as matrizes de colágeno favorecem a regeneração tecidual por meio da modulação celular e estímulo à formação de estruturas periodontais. No entanto, diferentemente dos RCTs, esses estudos apresentam caráter mecanístico, o que limita sua aplicabilidade clínica direta e impede comparação equivalente com estudos em humanos.

As séries de casos (MacBeth et al, 2024; Kim et al, 2024; Tietmann et al, 2024; Tabanella, 2022; Merli et al, 2022; Hussein et al, 2025) demonstraram resultados favoráveis quanto à estabilidade tecidual, manutenção do volume ósseo e melhora estética. Entretanto, quando comparadas aos RCTs, essas evidências apresentam menor rigor metodológico e maior risco de viés, especialmente pela ausência de grupos controle e randomização. Além disso, enquanto os RCTs apresentam

desfechos clínicos mensuráveis e padronizados, as séries de casos tendem a relatar resultados mais descritivos e menos comparáveis.

Observa-se, ainda, que os melhores desfechos nas séries de casos estão associados ao uso combinado das matrizes de colágeno com outras abordagens terapêuticas, como retalhos pediculados, ácido hialurônico e técnicas de regeneração óssea guiada em múltiplas camadas. Em contrapartida, estudos que avaliaram o uso menos associado ou indireto do colágeno apresentaram resultados mais variáveis e menos previsíveis, reforçando a dependência de estratégias combinadas para otimização dos resultados clínicos.

Os estudos retrospectivos (Tietmann et al, 2021; Alrmali et al, 2023) indicaram estabilidade dos resultados regenerativos, especialmente a longo prazo, o que representa um achado relevante quando comparado aos RCTs, geralmente limitados a períodos mais curtos de acompanhamento. No entanto, a ausência de randomização e controle de variáveis nesses estudos reduz a capacidade de estabelecer relações causais, diferindo substancialmente do nível de evidência observado nos ensaios clínicos.

Os relatos de caso (Cuesta Román et al, 2025; Salviano et al, 2021), embora demonstrem sucesso clínico em situações específicas, não permitem inferências generalizáveis e não são comparáveis aos demais delineamentos incluídos, representando o nível mais baixo de evidência científica.

Adicionalmente, o estudo metodológico de Zhao et al. (2026) reforça uma limitação transversal observada entre os estudos incluídos: a ausência de padronização nos critérios de avaliação da regeneração óssea. Essa variabilidade metodológica contribui para a heterogeneidade dos resultados e dificulta a comparação direta entre os diferentes estudos.

De forma geral, observa-se que os RCTs apresentam evidências mais confiáveis e consistentes, enquanto estudos com menor nível de evidência tendem a relatar resultados mais favoráveis, porém com maior risco de viés. Em síntese, embora as matrizes de colágeno apresentem resultados promissores, sua eficácia é mais evidente quando utilizadas em associação com outros biomateriais, não havendo evidência consistente que sustente sua substituição isolada aos enxertos autógenos, especialmente em defeitos de maior complexidade.

Tabela 1: Síntese dos estudos incluídos na revisão integrativa.

Autor/Ano	Tipo de Estudo	Amostra (n)	Intervenção Principal	Follow-up	Principais Resultados
Bhagat et al, 2025	RCT	30 pacientes	Colágeno + PRF + DBBM	6 meses	Melhora em parâmetros periodontais.
Liang et al, 2022	Experimental	N/A	Matriz Biomimética	N/A	Indução de fibras periodontais.
MacBeth et al, 2024	Série de Casos	20 pacientes	Preservação Alveolar	6 meses	Manutenção do volume ósseo.
Wang et al, 2022	Experimental	N/A	Células-tronco + Fatores	N/A	Estímulo à regeneração periodontal.
Raj et al, 2022	RCT	20 sítios	Membrana Colágeno + DBM	4 meses	Preservação do rebordo alveolar.
Subhadarsanee et al, 2023	RCT	26 defeitos	Colágeno + DFDBA vs PRF	9 meses	Redução de defeitos de furca.
Alrmali et al, 2023	Retrospectivo	26 pacientes	Dentina + PRF	32 meses	Alternativa viável em aumento ósseo.
Kim et al, 2024	Série de Casos	10 pacientes	Matriz de Colágeno	12 meses	Estabilidade em defeitos peri-implantares.
Gerova-Vatsova, 2024	Estudo Clínico	18 defeitos	EMD	6 meses	Regeneração em defeitos verticais.
Tietmann et al, 2024	Série de Casos	12 pacientes	Cirurgia + Ortodontia	12 meses	Melhora em periodontite avançada.
Tabanella, 2022	Série de Casos	40 casos	Colágeno + Retalho	24 meses	Estabilidade tecidual a longo prazo.
Merli et al, 2022	Série de Casos	12 pacientes	GBR Multicamadas	12 meses	Sucesso em defeitos horizontais.
Husseini et al, 2025	Série de Casos	15 pacientes	Colágeno + Ácido Hialurônico	12 meses	Melhora estética e volumétrica.
Cuesta Román et al, 2025	Relato de Caso	1 paciente	Reimplante Intencional	12 meses	Manutenção dentária.
Salviano et al, 2021	Relato de Caso	1 paciente	Biomaterial Sintético	6 meses	Formação óssea em seio maxilar.

Autor/Ano	Tipo de Estudo	Amostra (n)	Intervenção Principal	Follow-up	Principais Resultados
Tietmann et al, 2021	Retrospectivo	45 pacientes	Cirurgia + Ortodontia	10 anos	Regeneração periodontal estável.
Zhao et al, 2026	Metodológico	50 exames	Sistema de Classificação	N/A	Proposta de avaliação da regeneração.

Fonte: Elaborado por autores (2026).

Os achados desta revisão integrativa demonstram que as matrizes de colágeno apresentam desempenho promissor na regeneração tecidual periodontal e óssea, especialmente quando utilizadas em associação com outros biomateriais. No entanto, a análise crítica dos estudos evidencia que esses resultados devem ser interpretados à luz da heterogeneidade metodológica e do nível de evidência de cada delineamento incluído.

Os ensaios clínicos randomizados (Bhagat et al, 2025; Raj et al, 2022; Subhadarsanee et al, 2023) representam o mais alto nível de evidência desta revisão e demonstram, de forma consistente, melhora nos parâmetros clínicos periodontais e na preservação óssea. Esses achados são convergentes ao indicar que a associação entre matrizes de colágeno e biomateriais como PRF, DBBM e DFDBA potencializa os resultados regenerativos. Entretanto, ao comparar esses estudos entre si, observa-se que nenhum deles demonstrou superioridade consistente do uso isolado das matrizes de colágeno, sugerindo que sua eficácia está diretamente relacionada a abordagens combinadas, e não ao seu uso como substituto independente dos enxertos autógenos.

Em contraste, os estudos experimentais (Liang et al, 2022; Wang et al, 2022) fornecem suporte biológico relevante ao demonstrar que as matrizes de colágeno atuam como arcabouços bioativos capazes de modular a diferenciação celular e favorecer a regeneração periodontal. Esses achados corroboram os resultados clínicos observados nos RCTs, porém diferem quanto à aplicabilidade, uma vez que não refletem integralmente a complexidade dos cenários clínicos humanos. Dessa forma, embora apresentem alta validade interna, possuem limitada validade externa.

As séries de casos (MacBeth et al, 2024; Kim et al, 2024; Tietmann et al, 2024; Tabanella, 2022; Merli et al, 2022; Hussein et al, 2025) demonstraram resultados favoráveis quanto à estabilidade tecidual, manutenção do volume ósseo e melhora estética. Esses achados são consistentes entre si e reforçam a aplicabilidade clínica das matrizes de colágeno. No entanto, quando comparadas aos ensaios clínicos randomizados, essas evidências apresentam maior risco de viés, ausência de controle

de variáveis e menor padronização dos desfechos. Enquanto os RCTs evidenciam ganhos clínicos mensuráveis, as séries de casos tendem a relatar desfechos mais qualitativos, o que limita a comparação direta entre os estudos.

Além disso, ao comparar as séries de casos entre si, observa-se que os melhores resultados estão associados a abordagens combinadas, como o uso de retalhos pediculados (Tabanella, 2022), associação com ácido hialurônico (Husseini et al, 2025) e técnicas de regeneração óssea guiada multicamadas (Merli et al, 2022). Em contrapartida, estudos com menor grau de associação terapêutica apresentam maior variabilidade nos resultados, indicando menor previsibilidade clínica. Esses achados reforçam a tendência observada nos RCTs de que o colágeno atua de forma mais eficaz como parte de uma terapia combinada.

Os estudos retrospectivos (Tietmann et al, 2021; Alrmali et al, 2023) acrescentam uma perspectiva relevante ao demonstrar estabilidade dos resultados a longo prazo, especialmente em casos de periodontite avançada e procedimentos de aumento ósseo. Em comparação com os RCTs, que apresentam períodos de acompanhamento mais curtos, esses estudos sugerem durabilidade dos resultados regenerativos. No entanto, diferentemente dos ensaios clínicos, a ausência de randomização e controle rigoroso de variáveis limita a capacidade de estabelecer relações causais, representando uma importante fragilidade metodológica.

Os relatos de caso (Cuesta Román et al, 2025; Salviano et al, 2021), embora evidenciem sucesso clínico em situações específicas, não permitem generalização dos resultados e apresentam baixo nível de evidência. Quando comparados aos demais delineamentos, sua principal contribuição reside na demonstração de aplicabilidade em cenários clínicos complexos, porém sem capacidade de sustentar conclusões amplas.

Adicionalmente, o estudo metodológico de Zhao et al. (2026) evidencia uma limitação transversal importante: a ausência de padronização nos critérios de avaliação da regeneração óssea. Essa lacuna metodológica é consistente com a heterogeneidade observada entre os estudos incluídos e representa um dos principais fatores que dificultam a consolidação de evidências clínicas mais robustas.

De forma geral, observa-se que os estudos com maior rigor metodológico, como os ensaios clínicos randomizados, apresentam resultados mais consistentes, porém mais conservadores, enquanto estudos com menor nível de evidência tendem a relatar resultados mais favoráveis, embora com maior risco de viés. Essa discrepância evidencia a importância da interpretação crítica dos achados e da consideração do delineamento metodológico na tomada de decisão clínica.

Portanto, embora as matrizes de colágeno apresentem benefícios clínicos relevantes, especialmente na redução da morbidade associada aos enxertos autógenos, não há evidência consistente que sustente sua utilização isolada como substituto completo, sobretudo em defeitos mais complexos. Assim, seu uso deve ser considerado dentro de abordagens terapêuticas combinadas, alinhadas às características clínicas de cada caso.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos achados desta revisão integrativa, conclui-se que as matrizes de colágeno representam uma alternativa promissora e menos invasiva aos enxertos autógenos nos procedimentos de regeneração tecidual periodontal e óssea. Os resultados evidenciam que seu uso está associado à melhora de parâmetros clínicos e à manutenção do volume ósseo, especialmente quando empregadas em associação com outros biomateriais.

Entretanto, apesar dos benefícios observados, as matrizes de colágeno ainda não demonstram capacidade de substituir completamente os enxertos autógenos, sobretudo em defeitos mais complexos, nos quais estes permanecem como padrão-ouro terapêutico.

Além disso, destaca-se a necessidade de estudos clínicos adicionais, com delineamento metodológico mais robusto e maior padronização dos desfechos, a fim de consolidar evidências científicas que permitam uma aplicação clínica mais segura e previsível. Portanto, as matrizes de colágeno devem ser consideradas como parte de uma abordagem terapêutica integrada, contribuindo para a evolução das técnicas regenerativas e para a redução da morbidade associada aos procedimentos cirúrgicos.

REFERÊNCIAS

BHAGAT, S.; JAISWAL, P.; BAJAJ, P.; KOTTECHA, S.; BHANDARI, G. Regenerative evaluation of collagen and an advanced platelet-rich fibrin membranes with deproteinized bovine bone matrix in infrabony defects: a randomized controlled trial. **Journal of Contemporary Dental Practice**, 2025;26(6):573-580. DOI: <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-3908>.

CUESTA ROMÁN, R.; LÓPEZ-GONZÁLEZ, Á. A.; OBRADOR DE HEVIA, J.; ARROYO BOTE, S.; PAUBLINI OLIVEIRA, H.; RIUTORD-SBERT, P. Digitally guided modified intentional replantation for a tooth with hopeless periodontal prognosis: a case report. **Diagnostics**, 2025;15(23):3080. DOI: <https://doi.org/10.3390/diagnostics15233080>.

GEROVA-VATSOVA, T. Initial clinical and cone-beam computed tomography (CBCT) outcomes of enamel matrix derivative-based regenerative therapy in vertical bone defects. **Cureus**, 2024;16(10):e72180. DOI: <https://doi.org/10.7759/cureus.72180>.

HUSSEINI, B.; FRIEDMANN, A.; MOBADDER, M. E.; GHOSN, N.; SENNI, K.; CHAKRA, R. A.; EL SAYEGH, P.; YOUNES, R. The 'hat-trick' technique: a modification of soft tissue grafting using volume stable collagen matrix and cross-linked hyaluronic acid. Part B: clinical applications in the esthetic zone. **Journal of Stomatology, Oral and Maxillofacial Surgery**, 2025;126(4S):102229. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jormas.2025.102229>.

KIM, S.; HAN, H. S.; CHO, Y. D. Application of collagen matrix in peri-implant dehiscence defect: a case series. **Journal of Oral Implantology**, 2024;50(6):605-609. DOI: <https://doi.org/10.1563/aaid-joi-D-24-00130>.

LIANG, Y.; SHAKYA, A.; LIU, X. Biomimetic tubular matrix induces periodontal ligament principal fiber formation and inhibits osteogenic differentiation of periodontal ligament stem cells. **ACS Applied Materials & Interfaces**, 2022;14(32):36451-36461. DOI: <https://doi.org/10.1021/acscami.2c09420>.

MACBETH, N.; MARDAS, N.; DAVIS, G.; DONOS, N. Healing patterns of alveolar bone following ridge preservation procedures. **Clinical Oral Implants Research**, 2024;35(11):1452-1466. DOI: <https://doi.org/10.1111/clr.14332>.

MERLI, M.; MERLI, M.; PAGLIARO, U.; FRATINI, A.; LO RUSSO, L.; NIERI, M. The multilayer GBR technique: an alternative approach for one-stage transmucosal implant placement in the presence of horizontal defects: a case series. **International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry**, 2022;42(4):e113-e120. DOI: <https://doi.org/10.11607/prd.6084>.

RAJ, S. C.; PRADHAN, S. S.; MAHAPATRA, A.; KATTI, N.; MOHANTY, D.; RATH, R.; PATNAIK, K.; AGRAWAL, P. Histomorphometric analysis of residual alveolar ridge preserved using collagen cell occlusive membrane alone and along with demineralized bone matrix following tooth extraction: a randomized control trial. **Contemporary Clinical Dentistry**, 2022;13(4):375-382. DOI: https://doi.org/10.4103/ccd.ccd_347_21.

SALVIANO, S. H.; AMORIM LOPES, J. C.; BRUM, I. D. S.; FRIGO, L.; DOS SANTOS, M. J.; CONSONNI, S. R.; DE CARVALHO, J. J. Histomorphometric evaluation of bone-guided regeneration in maxillary sinus floor augmentation using nano-hydroxyapatite/beta-tricalcium phosphate composite biomaterial: a case report. **International Medical Case Reports Journal**, 2021;14:697-706. DOI: <https://doi.org/10.2147/IMCRJ.S315757>.

SUBHADARSANEE, D. C.; DHADSE, D. P.; BAJAJ, D. P.; CHIMOTE, D. M.; SETHIYA, D. K.; BHOMBE, D. K.; HASSAN, D. S.; OZA, D. R. Comparative evaluation of platelet rich fibrin matrix (PRFM) membrane and collagen membrane with demineralized freeze-dried bone allograft (DFDBA) in the treatment of mandibular class II furcation defects: a randomized controlled trial. **Research**, 2023;12:1387. DOI: <https://doi.org/10.12688/f1000research.131974.1>.

TABANELLA, G. Buccal pedicle flap combined with porcine collagen matrix: a follow-up of 2 years on 40 consecutive cases. **Clinical Advances in Periodontics**, 2022;12(2):80-87. DOI: <https://doi.org/10.1002/cap.10161>.

TIETMANN, C.; BRÖSELER, F.; AXELRAD, T.; JEPSEN, K.; JEPSEN, S. Regenerative periodontal surgery and orthodontic tooth movement in stage IV periodontitis: a retrospective practice-based cohort study. **Journal of Clinical Periodontology**, 2021;48(5):668-678. DOI: <https://doi.org/10.1111/jcpe.13442>.

TIETMANN, C.; JEPSEN, S.; KAUER, R.; JEPSEN, K. Clinical effectiveness of regenerative periodontal surgery and orthodontic tooth movement with clear aligners in stage IV periodontitis: a case series. **Quintessence International**, 2024;55(5):348-357. DOI: <https://doi.org/10.3290/j.qi.b5213521>.

WANG, L.; WEI, X.; DUAN, C.; YANG, J.; XIAO, S.; LIU, H.; SUN, J. Bone marrow mesenchymal stem cell sheets with high expression of hBD3 and CTGF promote periodontal regeneration. **Biomaterials Advances**, 2022;133:112657. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.msec.2022.112657>.

ZHAO, S.; LUO, J.; CHEN, F.; ZENG, X.; ZHONG, B.; YU, H. A novel multidimensional classification system for bone graft healing assessment in guided bone regeneration. **Journal of Dentistry**, 2026;167:106568. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2026.106568>.