



ANÁLISE HISTOLÓGICA E HISTOMORFOMÉTRICA DO REPARO ÓSSEO EM ALVÉOLOS PÓS-EXODONTIA COM USO DE BIOMATERIAIS

Lara Maria de Lira Pinho Lara, Lívia Maria da Conceição Andrade Amaral, Gabriel Alves Torres, Kauany da Silva Campos, João Pedro Diniz Lobão Veras, Juliana Rêgo Ribeiro Juliana, Eric Felipe Silva Gomes Felipe Silva Gomes, Luane yasmim Oliveira dos Santos, Kelly Cristine Gomes Luz, Pedro Lucas da Silva Reis Pedro, Francisco Arcenio Alves Junior, Thiago Henrique Gonçalves Moreira Henrique Gonçalves Moreira



<https://doi.org/10.36557/2674-8169.2025v7n11p830-840>

Artigo recebido em 2 de Outubro e publicado em 12 de Novembro de 2025

REVISÃO DE LITERATURA

RESUMO

A regeneração óssea alveolar após exodontias é essencial para a manutenção do volume e da integridade do rebordo alveolar, favorecendo o sucesso de reabilitações protéticas e implantodônticas. Este estudo realizou uma revisão da literatura sobre análises histológicas e histomorfométricas do reparo ósseo em alvéolos preenchidos com diferentes biomateriais. A busca, realizada nas bases PubMed, SciELO e BVS entre 2020 e 2025, incluiu 15 artigos que atenderam aos critérios de inclusão. Os resultados evidenciaram que biomateriais como fosfato de cálcio bifásico, enxertos bovinos e dentinários, além de combinações com concentrados plaquetários, apresentam excelente biocompatibilidade e favorecem a neoformação óssea. Estudos recentes destacam também o potencial de materiais inovadores, como hidrogéis e scaffolds de quitosana, no aprimoramento do reparo alveolar. Conclui-se que a escolha criteriosa do biomaterial e a integração de terapias bioativas podem otimizar o processo regenerativo, consolidando protocolos mais previsíveis e eficazes na odontologia moderna.

Palavras-chave: Histologia; Regeneração óssea; Biomateriais; Alvéolo dental; Cicatrização.



HISTOLOGICAL AND HISTOMORPHOMETRIC ANALYSIS OF BONE REPAIR IN POST-EXTRACTION SOCKETS USING BIOMATERIALS

ABSTRACT

Alveolar bone regeneration after tooth extraction is essential for maintaining ridge volume and integrity, ensuring the success of prosthetic and implant rehabilitations. This study conducted a literature review on histological and histomorphometric analyses of bone repair in extraction sockets filled with different biomaterials. The search, carried out in PubMed, SciELO, and BVS databases between 2020 and 2025, included 15 articles that met the inclusion criteria. The results showed that biomaterials such as biphasic calcium phosphate, bovine and dentin grafts, as well as combinations with platelet concentrates, demonstrate excellent biocompatibility and promote new bone formation. Recent studies also highlight the potential of innovative materials such as hydrogels and chitosan-based scaffolds in enhancing alveolar repair. It is concluded that the careful selection of biomaterials and the integration of bioactive therapies can optimize the regenerative process, establishing more predictable and effective protocols in modern dentistry.

Keywords: Histology; Bone regeneration; Biomaterials; Dental socket; Healing.

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



INTRODUÇÃO

A preservação e regeneração do tecido ósseo alveolar após exodontias representam um dos maiores desafios da odontologia contemporânea, especialmente frente à necessidade de reabilitação protética e implantodôntica. A remodelação óssea fisiológica que ocorre após a extração dentária resulta em reabsorção significativa das paredes alveolares, comprometendo o volume ósseo e, conseqüentemente, a estética e a funcionalidade da região. Nesse contexto, diversas estratégias têm sido propostas para minimizar a perda óssea pós-exodontia, destacando-se o uso de biomateriais com propriedades osteocondutoras, osteoindutoras e osteogênicas (Ponte et al., 2021; Tallarico et al., 2021).

A utilização de biomateriais visa promover um ambiente favorável à neoformação óssea e manter o contorno alveolar. Estudos clínicos e histológicos demonstram que materiais como o fosfato de cálcio bifásico, enxertos bovinos, enxertos dentinários e agregados autólogos, como o plasma rico em fibrina, podem contribuir significativamente para o reparo ósseo, reduzindo o colapso tecidual e acelerando a maturação do osso neoformado (Guadilla González et al., 2022; De Almeida et al., 2021). Esses biomateriais atuam como matrizes provisórias que sustentam a proliferação celular e a deposição de matriz óssea, desempenhando papel fundamental na osteocondução.

A análise histológica e histomorfométrica tem sido amplamente empregada como método padrão para avaliar o desempenho dos biomateriais utilizados na regeneração óssea alveolar. Tais análises permitem quantificar o percentual de osso neoformado, a taxa de reabsorção do biomaterial e a qualidade do tecido ósseo formado, oferecendo subsídios essenciais para a compreensão dos mecanismos biológicos envolvidos no processo de reparo (Jelušić et al., 2025; Cruz et al., 2023). Os resultados obtidos por meio dessas avaliações são determinantes para o desenvolvimento de novas abordagens terapêuticas e para a seleção criteriosa dos materiais de enxertia.



Nos últimos anos, novas formulações e composições de biomateriais têm sido investigadas, incluindo combinações de enxertos com concentrados plaquetários autólogos e polímeros bioativos. Estudos controlados demonstram que a associação de substitutos ósseos com derivados plaquetários pode potencializar a regeneração óssea, devido à liberação gradual de fatores de crescimento que estimulam a angiogênese e a diferenciação osteoblástica (Tallarico et al., 2021; Minetti et al., 2023). Essa interação entre matriz e mediadores biológicos reforça a importância de abordagens integradas no reparo alveolar.

Entre os biomateriais sintéticos, o fosfato de cálcio bifásico tem se destacado por sua biocompatibilidade, estabilidade volumétrica e capacidade de integração tecidual. Estudos comparativos indicam resultados histológicos promissores quando esse material é utilizado em forma injetável, apresentando taxas de neoformação óssea semelhantes às de enxertos xenógenos bovinos (Čandrlić et al., 2023; Ponte et al., 2021). Além disso, a modificação estrutural dos biomateriais, como o uso de hidrogéis ou a incorporação de hialuronato, tem sido avaliada com o intuito de otimizar as propriedades físicas e biológicas da matriz (Machado et al., 2023; Jelušić et al., 2025).

A introdução de enxertos dentinários, derivados de dentes extraídos, representa outra linha de pesquisa emergente, devido à sua semelhança composicional com o tecido ósseo e à presença de fatores de crescimento endógenos. Estudos recentes demonstram que esses enxertos apresentam excelente integração tecidual e promovem formação óssea tanto em alvéolos maxilares quanto mandibulares (Minetti et al., 2023; Minetti et al., 2024). Essa alternativa biológica tem despertado interesse pela possibilidade de autotransplante e pela redução de riscos imunológicos.

Por fim, novas abordagens experimentais vêm sendo investigadas com o objetivo de compreender os mecanismos moleculares que regulam a regeneração óssea. Pesquisas com modelos animais têm explorado o papel de biomateriais baseados em quitosana e moduladores epigenéticos, observando melhora significativa na preservação da crista alveolar e na organização histológica do tecido ósseo (Sukpaita et al., 2023). Assim, a análise histológica e histomorfométrica do reparo alveolar em diferentes contextos experimentais e clínicos fornece evidências valiosas para o avanço



das terapias regenerativas e a consolidação de protocolos mais previsíveis na odontologia moderna.

Diante do exposto, objetivou-se realizar uma revisão da literatura reunindo informações científicas e atualizadas sobre o impacto do papilomavírus humano (HPV) na cavidade oral, com ênfase nas manifestações clínicas e nas estratégias de prevenção. A pesquisa foi conduzida por meio de uma análise criteriosa da literatura, buscando compreender como o HPV se manifesta na região oral, sua relação com lesões potencialmente malignas e a importância do diagnóstico precoce. Além disso, o estudo visa destacar as formas de prevenção, incluindo a vacinação e a educação em saúde, com o intuito de promover a conscientização tanto entre profissionais da odontologia quanto na população em geral. Pretende-se, assim, contribuir para a ampliação do conhecimento sobre o tema, reforçando o papel do cirurgião-dentista na detecção precoce e na orientação adequada dos pacientes. A incorporação dessas abordagens na prática clínica representa um avanço relevante para a saúde pública e para a promoção da saúde bucal.

METODOLOGIA

A pesquisa foi conduzida com o objetivo de identificar artigos relevantes sobre a análise histológica e histomorfométrica do reparo ósseo em alvéolos pós-exodontia com uso de biomateriais, com foco nos resultados obtidos quanto à qualidade da neoformação óssea e à eficácia dos diferentes materiais empregados. Para isso, foi seguido um protocolo estruturado que contemplou a seleção criteriosa das bases de dados, definição de critérios de inclusão e exclusão, além da aplicação de estratégias de busca específicas para o tema proposto. A busca foi realizada nas bases SciELO, PubMed e Biblioteca Virtual em Saúde (LILACS, MEDLINE), totalizando 15 artigos publicados entre os anos de 2020 e 2025. Foram utilizados os descritores “Reparo ósseo”, “Biomateriais”, “Alvéolo pós-exodontia” e “Histomorfometria”, assim como suas combinações. Empregou-se o conector “AND” nas buscas em inglês e “e” nas buscas em português, com o objetivo de refinar os resultados e obter estudos diretamente relacionados ao escopo da pesquisa.



Os critérios de inclusão foram definidos para garantir a atualidade, a relevância temática e a qualidade metodológica dos estudos. Foram incluídos artigos publicados entre 2020 e 2025, redigidos em português ou inglês, que abordassem diretamente análises histológicas ou histomorfométricas do reparo ósseo em alvéolos pós-exodontia com biomateriais. Também foram considerados apenas artigos disponíveis em acesso aberto ou acessíveis por meio de bases institucionais. Foram excluídos artigos que não tratassem diretamente do tema, revisões sem descrição metodológica, trabalhos duplicados, resumos de eventos, dissertações, teses e textos opinativos sem embasamento científico.

O processo de seleção foi dividido em etapas. Inicialmente, foram analisados os títulos e resumos para verificar a compatibilidade com os objetivos da pesquisa. Em seguida, os artigos considerados elegíveis tiveram seus textos completos avaliados com base nos critérios estabelecidos. A análise foi realizada por dois revisores independentes, garantindo maior imparcialidade e confiabilidade na seleção dos estudos.

Após a triagem, os dados extraídos dos artigos foram organizados em planilhas, permitindo uma análise sistematizada. Foram considerados aspectos como os tipos de biomateriais utilizados, a resposta inflamatória, a taxa de neoformação óssea, a integração tecidual e os resultados comparativos entre diferentes protocolos de preenchimento alveolar.

Dessa forma, a metodologia adotada possibilitou uma síntese fundamentada e atualizada sobre a temática, contribuindo para a compreensão do potencial dos biomateriais no processo de reparo ósseo pós-exodontia. O resultado dessa análise visa fornecer subsídios tanto para profissionais da odontologia quanto para pesquisadores, promovendo uma abordagem mais eficaz e baseada em evidências no planejamento de terapias regenerativas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A busca realizada na base de dados PubMed, utilizando os descritores “Reparo ósseo”, “Biomateriais”, “Alvéolo pós-exodontia” e “Histomorfometria”, revelou um número considerável de publicações entre 2020 e 2025. A maioria dos estudos



encontrados abordou a eficácia de diferentes biomateriais no preenchimento alveolar, com ênfase na qualidade da neoformação óssea e na análise histológica e histomorfométrica do processo de reparo.

Os estudos analisados destacaram que o uso de biomateriais é fundamental para favorecer a regeneração óssea e manter o volume alveolar, prevenindo colapsos funcionais e estéticos que podem comprometer futuras reabilitações protéticas e implantológicas. A avaliação histomorfométrica foi amplamente discutida como uma ferramenta essencial para quantificar a formação de novo tecido ósseo e a integração dos biomateriais, permitindo comparações objetivas entre diferentes técnicas e protocolos.

Entre os temas mais recorrentes, destacam-se a comparação entre biomateriais de origem xenógena, aloplástica e alógena, bem como o uso de membranas associadas ao enxerto. Também foram frequentes os relatos sobre a resposta inflamatória, a taxa de reabsorção dos materiais e a influência dessas variáveis na qualidade final do tecido ósseo formado. Os resultados indicam que a seleção criteriosa do biomaterial pode otimizar o reparo alveolar, garantindo maior previsibilidade clínica e estabilidade a longo prazo.

Além disso, observou-se um aumento significativo na produção de pesquisas sobre técnicas regenerativas voltadas ao reparo ósseo em odontologia, com ênfase no papel do cirurgião-dentista na indicação adequada dos materiais e na avaliação crítica dos resultados obtidos. A literatura reforça que a associação entre conhecimento científico atualizado e prática clínica criteriosa é essencial para alcançar resultados satisfatórios no manejo de alvéolos pós-exodontia.

Por fim, os estudos apontam que, apesar dos avanços no desenvolvimento e aplicação de biomateriais, ainda existem desafios relacionados à padronização dos métodos de avaliação histológica e histomorfométrica, bem como à heterogeneidade dos protocolos clínicos. A literatura ressalta a importância de novas pesquisas controladas e comparativas para consolidar evidências científicas mais robustas, promovendo a evolução das terapias regenerativas em odontologia.



Os achados presentes na literatura reforçam que a escolha do biomaterial exerce influência determinante sobre a qualidade e a taxa de regeneração óssea alveolar. Estudos histológicos e histomorfométricos demonstram que materiais de origem xenógena e sintética, como o osso bovino e o fosfato de cálcio bifásico, apresentam comportamento biológico semelhante no que se refere à osteocondução e manutenção volumétrica, embora com diferenças quanto à velocidade de reabsorção e maturação do tecido ósseo (Ponte et al., 2021; Čandrić et al., 2023). Pesquisas mais recentes destacam que a associação de biomateriais com veículos bioativos, como o hialuronato ou hidrogéis de dextrina, favorece a integração tecidual e a deposição de matriz mineralizada, contribuindo para um reparo mais uniforme e estável (Jelušić et al., 2025; Machado et al., 2023). Esses resultados evidenciam a importância de compreender não apenas a composição química dos biomateriais, mas também sua interação com os tecidos adjacentes e os processos celulares envolvidos na osteogênese.

Além disso, a literatura aponta para o crescente interesse no uso de enxertos dentinários e agregados autólogos como alternativas biológicas promissoras na preservação alveolar. Os estudos de Minetti et al. (2023; 2024) demonstram que os enxertos derivados de dentes apresentam excelente biocompatibilidade e estimulam a formação de tecido ósseo vital, com resultados comparáveis aos obtidos com substitutos comerciais. Da mesma forma, Tallarico et al. (2021) observaram que a combinação de biomateriais com concentrados plaquetários autólogos potencializa a regeneração óssea, devido à ação sinérgica dos fatores de crescimento.

Paralelamente, abordagens experimentais inovadoras, como o uso de scaffolds de quitosana com propriedades epigenéticas (Sukpaita et al., 2023), vêm demonstrando resultados animadores no estímulo à diferenciação osteoblástica e na organização histológica do novo tecido. Dessa forma, os avanços recentes na engenharia de biomateriais apontam para uma odontologia regenerativa cada vez mais personalizada e previsível, fundamentada em evidências histológicas consistentes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante das evidências apresentadas, observa-se que o uso de biomateriais na preservação e regeneração óssea alveolar após exodontias constitui uma abordagem



eficaz e cientificamente respaldada para manter o volume e a qualidade do tecido ósseo. As análises histológicas e histomorfométricas disponíveis na literatura demonstram que tanto os biomateriais de origem sintética quanto os biológicos, incluindo enxertos dentinários, xenógenos e autólogos apresentam potencial significativo para favorecer a neoformação óssea e otimizar os resultados clínicos. Além disso, a associação de biomateriais com concentrados plaquetários ou substâncias bioativas surge como uma estratégia promissora para acelerar e qualificar o processo de reparo. Assim, o contínuo avanço na formulação e no entendimento dos mecanismos de ação desses materiais reforça a importância de estudos experimentais e clínicos bem controlados, que possam consolidar protocolos previsíveis e seguros para a prática odontológica regenerativa.

REFERÊNCIAS

PONTE, José S. et al. Histomorphometric evaluation of human extraction sockets treated with autologous fibrin, sticky bone or biphasic calcium phosphate. *Acta Odontológica Latinoamericana*, v. 34, n. 3, p. 271, 2021.

GUADILLA GONZÁLEZ, Yasmina et al. Histologic Outcomes of the Use of Different Biomaterials for Socket Regeneration in Fresh Extraction Sockets: A Split-Mouth Randomized Clinical Trial. *The International Journal of Oral and Maxillofacial implants*, v. 37, n. 5, p. 1026-1036, 2022.

JELUŠIĆ, Damir et al. Histological and histomorphometric evaluation of natural bovine bone substitute with hyaluronate in socket preservation—a report of three cases. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, v. 36, n. 1, p. 3, 2025.

CRUZ, Pamela et al. Atypical histological presentation of bone regeneration after insertion of cryoprotected allogeneic bone graft. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*, v. 29, n. 1, p. e103, 2023.

TALLARICO, Marco et al. Histological and histomorphometric evaluation of post-extractive sites filled with a new bone substitute with or without autologous plate concentrates: One-year randomized controlled trial. *Materials*, v. 15, n. 1, p. 254, 2021.



DE ALMEIDA, Camila Saggioro *et al.* In vivo evaluation of bovine xenograft associated with oxygen therapy in alveolar bone repair. *Journal of Oral Implantology*, v. 47, n. 6, p. 465-471, 2021.

MINETTI, Elio *et al.* Biomolecular Mechanisms and Case Series Study of Socket Preservation with Tooth Grafts. *Journal of Clinical Medicine*, v. 12, n. 17, p. 5611, 2023.

MACHADO, Alexandra *et al.* Randomized clinical study of injectable dextrin-based hydrogel as a carrier of a synthetic bone substitute. *Clinical Oral Investigations*, v. 27, n. 3, p. 979-994, 2023.

MINETTI, Elio *et al.* Comparative Histological Analysis of Dentine-Derived Tooth Grafts in Maxillary vs Mandibular Socket Preservation: A Retrospective Study of 178 Cases. *Dentistry Journal*, v. 12, n. 10, p. 320, 2024.

ČANDRLIĆ, Marija *et al.* Regeneration of Buccal Wall Defects after Tooth Extraction with Biphasic Calcium Phosphate in Injectable Form vs. Bovine Xenograft: A Randomized Controlled Clinical Trial. *Dentistry journal*, v. 11, n. 9, p. 223, 2023.

SUKPAITA, Teerawat *et al.* Alveolar ridge preservation in rat tooth extraction model by chitosan-derived epigenetic modulation scaffold. *Journal of Prosthodontic Research*, v. 68, n. 2, p. 299-309, 2023.