

# COMPARAÇÃO ENTRE ENXERTOS ÓSSEOS AUTÓGENOS, XENÓGENOS E ALOPLÁSTICOS UTILIZADOS NA RECONSTRUÇÃO ÓSSEA NA IMPLANTODONTIA

## COMPARISON OF AUTOGENOUS, XENOGENEIC, AND ALLOPLASTIC BONE GRAFTS USED IN BONE RECONSTRUCTION IN IMPLANT DENTISTRY

JOÃO VITOR FERRO MILESKI<sup>1\*</sup>, MARCELO VINÍCIUS LUTZ KUNST<sup>1</sup>, EDENILSON MAZZARDO<sup>2</sup>

1. Cirurgião-dentista graduado pela Universidade do Oeste de Santa Catarina (UNOESC); 1. Acadêmico do curso de odontologia da Universidade do Oeste de Santa Catarina (UNOESC); 2. Professor Mestre da disciplina de Clínica odontológica do curso de odontologia da Universidade do Oeste de Santa Catarina (UNOESC).

Rua Felício Soubihe 1-46, Jardim Planalto, Bauru, São Paulo, Brasil. CEP: 17012-623. [mileski.j@unoesc.edu.br](mailto:mileski.j@unoesc.edu.br)

Recebido em 16/05/2026. Aceito para publicação em 12/06/2026

### RESUMO

Analisar por meio de revisão integrativa da literatura, as características biológicas, indicações clínicas, vantagens e limitações dos enxertos ósseos autógenos, xenógenos e aloplásticos utilizados em procedimentos de regeneração óssea na implantodontia. Realizou-se busca nas bases de dados PubMed/MEDLINE e MDPI, utilizando descritores dos sistemas MeSH e DeCS relacionados a enxertos ósseos, reconstrução óssea e implantodontia, combinados pelos operadores booleanos AND e OR. Foram incluídos artigos em português e inglês que comparassem diferentes tipos de enxertos e apresentassem desfechos clínicos, histológicos ou radiográficos. Foram excluídos artigos duplicados, relatos de caso, revisões narrativas sem metodologia definida. Os estudos analisados indicam que o enxerto autógeno permanece como padrão-ouro devido às propriedades osteogênicas, osteoindutoras e osteocondutoras. Enxertos xenógenos apresentam elevada estabilidade volumétrica e resultados clínicos previsíveis, enquanto biomateriais aloplásticos demonstram boa biocompatibilidade e disponibilidade ilimitada, com potencial regenerativo variável. A escolha do biomaterial deve considerar características do defeito ósseo, condições clínicas do paciente e objetivos do tratamento, podendo incluir combinações entre diferentes enxertos para otimizar a regeneração óssea.

**PALAVRAS-CHAVE:** Implantes Dentários; Enxertia óssea; Biomateriais; Regeneração Óssea; Aumento do Rebordo Alveolar.

### ABSTRACT

To analyze, through an integrative literature review, the biological characteristics, clinical indications, advantages, and limitations of autogenous, xenogeneic, and alloplastic bone grafts used in bone regeneration procedures in implant dentistry. An integrative literature review was conducted using the PubMed/MEDLINE and MDPI databases. Descriptors from the MeSH and DeCS systems related to bone grafts, bone reconstruction, and implant dentistry were used and combined with the Boolean operators AND and OR. Articles published in English and Portuguese that compared

different types of bone grafts and reported clinical, histological, or radiographic outcomes were included. Duplicate articles, case reports, narrative reviews without a defined methodology. The analyzed studies indicate that autogenous bone grafts remain the gold standard due to their osteogenic, osteoinductive, and osteoconductive properties. Xenogeneic grafts demonstrate high volumetric stability and predictable clinical outcomes, while alloplastic biomaterials show good biocompatibility and unlimited availability, although presenting variable regenerative potential. The selection of the graft material should consider the characteristics of the bone defect, the patient's clinical condition, and the rehabilitation objectives, and may include combinations of different biomaterials to optimize bone regeneration.

**KEYWORDS:** Dental Implants; Bone Grafting; Biomaterials; Bone Regeneration; Alveolar Ridge Augmentation.

### 1. INTRODUÇÃO

Os implantes dentários constituem uma das principais modalidades terapêuticas para a reabilitação de perdas dentárias, principalmente devido à elevada taxa de sucesso e previsibilidade a longo prazo. Entretanto, o sucesso dessa forma de reabilitação depende de um sítio receptor que possibilite adequada osseointegração da superfície do implante<sup>1</sup>.

Apesar dos avanços significativos da implantodontia nas últimas décadas, a instalação de implantes dentários em maxilares atroficos ainda representa um desafio clínico, especialmente quando há perda óssea acentuada. Em condições fisiológicas e em pacientes sistemicamente saudáveis, pequenos defeitos ósseos se regeneram espontaneamente. No entanto, defeitos extensos frequentemente requerem o uso de substitutos ósseos para o adequado preenchimento do defeito e a posterior reabilitação do paciente<sup>7,5</sup>.

Nesse contexto, a regeneração óssea guiada tem como objetivo promover o aumento das dimensões do

rebordo alveolar residual, possibilitando condições adequadas para a instalação de implantes dentários<sup>11</sup>.

Entre as opções de enxertia disponíveis, o enxerto ósseo autógeno é considerado o padrão-ouro, pois apresenta propriedades de osteocondução, osteoindução e osteogênese, além de elevada biocompatibilidade. Esse material pode ser obtido a partir de diferentes sítios doadores, tanto intraorais quanto extraorais<sup>7</sup>.

Entre os substitutos ósseos disponíveis destacam-se os enxertos xenógenos, obtidos de espécies geneticamente diferentes dos seres humanos, bem como materiais sintéticos, como cerâmicas, biovidros, polímeros e hidroxiapatita sintética. Os xenoenxertos de origem bovina e suína são amplamente utilizados na odontologia, apresentam propriedades osteocondutoras, além de boa estabilidade e sobrevivência a longo prazo. Já os materiais sintéticos apresentam características osteocondutoras e capacidade de osseointegração. Esses materiais foram desenvolvidos com o objetivo de minimizar respostas imunológicas indesejadas e reproduzir, da forma mais próxima possível, as propriedades biológicas do osso natural<sup>16,5</sup>.

O presente estudo tem como objetivo analisar, por meio de uma revisão integrativa da literatura, as características biológicas, indicações clínicas, vantagens e limitações dos enxertos ósseos autógenos, xenógenos e aloplásticos utilizados em procedimentos de regenerações ósseas na implantodontia, comparando sua eficácia e aplicabilidade no processo de regeneração óssea e instalação de implantes dentários.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A busca bibliográfica foi realizada nas bases de dados eletrônicas PubMed/MEDLINE e MDPI. A estratégia de busca foi elaborada a partir da combinação de descritores controlados dos sistemas Medical Subject Headings (MeSH) e Descritores em Ciências da Saúde (DeCS), associados a termos livres relacionados ao tema da pesquisa. Foram utilizados descritores em português e inglês, incluindo: “enxerto ósseo autógeno”, “enxerto ósseo aloplástico”, “enxerto ósseo xenógeno”, “reconstrução óssea”, “implantodontia”, “substitutos ósseos” e “aumento de rebordo alveolar”, bem como seus correspondentes em inglês: *autogenous bone graft*, *alloplastic bone graft*, *xenograft*, *bone reconstruction*, *dental implants*, *bone substitutes* e *alveolar ridge augmentation*.

Esses termos foram combinados por meio dos operadores booleanos AND e OR, de forma a ampliar a recuperação de estudos relevantes relacionados ao uso de enxertos ósseos em procedimentos de reconstrução óssea associados à implantodontia. Foram incluídos artigos publicados nos idiomas português e inglês que comparassem os diferentes tipos de enxertos abordados neste estudo. Também foram considerados estudos que apresentassem avaliação de desfechos clínicos, histológicos ou radiográficos relacionados aos procedimentos de enxertia óssea. Foram aceitos

diferentes delineamentos metodológicos, incluindo revisões sistemáticas, meta-análises, ensaios clínicos e estudos observacionais, desde que apresentassem metodologia claramente descrita e relevância para os objetivos da pesquisa.

Foram excluídos artigos duplicados, publicados há mais de vinte anos, estudos que não apresentassem comparação direta entre os tipos de enxertos analisados, relatos de caso isolados, revisões narrativas sem metodologia clara, estudos exclusivamente *in vitro* ou realizados apenas em modelos animais sem correlação clínica direta, além de trabalhos com dados insuficientes para análise ou que não se enquadrassem no escopo da pesquisa.

A busca foi realizada entre novembro de 2025 e fevereiro de 2026. Inicialmente foi realizada a leitura dos títulos e resumos dos artigos identificados. Posteriormente, os estudos potencialmente relevantes foram avaliados por meio da leitura do texto completo para aplicação dos critérios de inclusão e exclusão. Após a seleção final, os artigos incluídos foram analisados de forma descritiva e comparativa, com o objetivo de sintetizar as evidências disponíveis acerca do uso de enxertos ósseos autógenos, xenógenos e aloplásticos em procedimentos de reconstrução óssea na implantodontia.

## 3. REVISÃO DE LITERATURA

### Fundamentos biológicos da regeneração óssea

A perda dentária está frequentemente associada a alterações estruturais do rebordo alveolar, resultando em reabsorção óssea progressiva que pode comprometer a instalação de implantes dentários. Diante dessas situações, procedimentos de reconstrução óssea tornam-se necessários, de modo a restabelecer o volume ósseo adequado e permitir a reabilitação protética com implantes posteriormente. Estudos demonstram que técnicas de aumento do rebordo alveolar podem proporcionar ganho de espessura óssea significativa, permitindo a instalação de implantes em posição tridimensional adequada<sup>3</sup>.

A regeneração óssea corresponde a um processo biológico complexo que envolve uma sequência coordenada de eventos celulares e moleculares responsáveis pela formação de tecido ósseo funcional. Esse processo depende da interação entre células osteogênicas, mediadores moleculares e uma matriz tridimensional que permita a deposição e organização do tecido mineralizado. No contexto da reconstrução óssea associada à implantodontia, esses fenômenos estão relacionados aos mecanismos biológicos de osteogênese, osteoindução e osteocondução, fundamentais para a formação e manutenção da osseointegração<sup>8</sup>.

A osteogênese envolve a formação direta de tecido ósseo através de células osteoblásticas presentes no enxerto. Já a osteoindução corresponde à capacidade de determinados biomateriais estimularem a diferenciação

de células mesenquimais em osteoblastos por intermédio da liberação de fatores de crescimento<sup>15</sup>. Por sua vez, a osteocondução consiste na capacidade do biomaterial atuar como arcabouço tridimensional permitindo a migração celular e a deposição de matriz óssea mineralizada<sup>11</sup>.

A eficácia dos biomateriais utilizados na implantodontia possui relação direta com a presença ou ausência dessas propriedades biológicas. Estudos ressaltam que a interação entre essas propriedades biológicas está diretamente relacionada ao sucesso de procedimentos regenerativos associados à implantodontia<sup>4</sup>.

### Enxertos ósseos autógenos

Os enxertos autógenos são obtidos do próprio paciente e apresentam simultaneamente propriedades osteogênicas, osteoindutoras e osteocondutoras. Por essa razão, continuam sendo considerados o padrão-ouro para regeneração óssea<sup>1</sup>.

Entre os principais sítios doadores intraorais destacam-se o mento, o ramo mandibular e a tuberosidade maxilar. Frente a defeitos extensos, sítios extraorais como a crista ilíaca podem ser utilizados como fonte concessora<sup>6</sup>. Estudos clínicos relatam taxas elevadas de sobrevivência de implantes instalados em áreas previamente reconstruídas com enxertos ósseos autógenos, frequentemente ultrapassando 90% em acompanhamentos de longo prazo<sup>9</sup>.

Entretanto, a necessidade de um segundo sítio cirúrgico doador representa uma das principais limitações dessa técnica, podendo aumentar o tempo cirúrgico e a morbidade pós-operatória<sup>15</sup>.

### Enxertos ósseos xenógenos

Os enxertos xenógenos são oriundos de animais, sendo o osso bovino desproteínizado um dos biomateriais mais frequentemente utilizados em procedimentos regenerativos associados à implantodontia. Esses biomateriais apresentam estrutura mineral semelhante ao osso humano, possuem predominantemente características osteocondutoras que permitem a deposição gradual de tecido ósseo neoformado<sup>2</sup>. Estudos clínicos demonstram resultados previsíveis em procedimentos de preservação alveolar, aumento ósseo horizontal e elevação de seio maxilar utilizando essa modalidade de enxertia<sup>14</sup>.

Contudo, a literatura aponta que a remodelação completa desses biomateriais pode ocorrer de forma relativamente lenta, com possível permanência de partículas residuais do enxerto mesmo após períodos prolongados de cicatrização<sup>12</sup>.

### Enxertos aloplásticos

Os biomateriais aloplásticos correspondem a substitutos ósseos sintéticos desenvolvidos com o objetivo de mimetizar propriedades estruturais da matriz óssea natural, reduzindo desta forma a necessidade de áreas doadoras e minimizando possíveis complicações cirúrgicas. Entre os materiais mais

utilizados destacam-se a hidroxiapatita sintética, fosfato tricálcico e vidros bioativos. Esses biomateriais apresentam elevada biocompatibilidade e atuam predominantemente como arcabouços osteocondutores. Além disso, apresentam vantagens clínicas importantes, como a disponibilidade ilimitada<sup>13</sup>.

### Síntese das propriedades e aplicações dos biomateriais em reconstrução óssea para implantes

Considerando as diferenças estruturais, biológicas e clínicas entre os biomateriais empregados na regeneração óssea, torna-se relevante estabelecer uma análise comparativa que permita compreender suas principais características e indicações terapêuticas. Nesse contexto, a Tabela 1 apresenta uma síntese comparativa entre os enxertos ósseos autógenos, xenógenos e aloplásticos, destacando aspectos relacionados à origem do material, propriedades biológicas, comportamento de reabsorção, estabilidade volumétrica, morbidade cirúrgica e principais aplicações clínicas em implantodontia. Essa comparação permite visualizar de forma sistematizada as vantagens e limitações de cada classe de biomaterial, contribuindo para uma tomada de decisão clínica mais fundamentada no planejamento de procedimentos regenerativos.

**Tabela 1** – Comparação das principais características biológicas e clínicas dos enxertos ósseos autógenos, xenógenos e aloplásticos utilizados em procedimentos de reconstrução óssea associados à implantodontia.

| Característica                  | Enxerto autógeno                          | Enxerto xenógeno   | Biomaterial aloplástico                                   |
|---------------------------------|---|--|---|
| <b>Origem</b>                   | tecido ósseo do próprio paciente          | origem animal (geralmente bovina)                                    | materiais sintéticos                                      |
| <b>Propriedades biológicas</b>  | osteogênese, osteoindução e osteocondução | principalmente osteocondução   | predominantemente osteocondução, com mínima osteoindução  |
| <b>Potencial regenerativo</b>   | elevado                                   | baixo a moderado potencial regenerativo                              | variável  |
| <b>Estabilidade volumétrica</b> | moderada                                  | elevada  | moderada  |
| <b>Morbidade cirúrgica</b>      | alta (segundo sítio doador)               | baixa  | mínima  |
| <b>Disponibilidade</b>          | limitada                                  | ampla  | ilimitada   |
| <b>Reabsorção</b>               | variável                                  | lenta  | dependente do material                                    |
| <b>Aplicações clínicas</b>      | reconstruções extensas, enxertos em bloco | preservação alveolar, levantamento de seio, regeneração óssea guiada | defeitos pequenos, associação em regeneração óssea guiada |
| <b>Vantagens</b>                | maior potencial biológico                 | boa estabilidade volumétrica   | ausência de área doadora                                  |
| <b>Limitações</b>               | morbidade cirúrgica                       | remodelação lenta  | menor potencial osteoindutor                              |

## 4. DISCUSSÃO

A reconstrução óssea é uma etapa fundamental para o sucesso da implantodontia atual. A escolha do

biomaterial mais adequado depende de diversos fatores clínicos, incluindo extensão do defeito ósseo, qualidade do tecido receptor e objetivos protéticos do tratamento. Os enxertos autógenos continuam sendo considerados o padrão-ouro em regeneração óssea devido à presença de células osteogênicas viáveis e fatores de crescimento presentes na matriz óssea. Características essas que conferem ao enxerto autógeno elevada capacidade regenerativa, especialmente em defeitos ósseos extensos<sup>1</sup>.

Entretanto, o aumento da morbidade ao paciente, por necessitar de sítio doador e a disponibilidade limitada de tecido ósseo representam limitações importantes. Devido à isso, biomateriais sintéticos têm sido amplamente utilizados como alternativas terapêuticas. Os enxertos xenógenos apresentam elevada estabilidade volumétrica e demonstram resultados clínicos previsíveis em diversos procedimentos regenerativos. A baixa taxa de reabsorção característica desses biomateriais, pode favorecer a manutenção da arquitetura do rebordo alveolar a longo prazo<sup>2</sup>.

Por outro lado, biomateriais aloplásticos apresentam vantagens relacionadas à disponibilidade praticamente ilimitada e à ausência de morbidade associada à área doadora. Contudo, seu potencial regenerativo depende fortemente de suas propriedades físico-químicas e da associação com as técnicas regenerativas adequadas<sup>13</sup>.

Evidências recentes sugerem que a combinação entre diferentes biomateriais pode favorecer melhores resultados regenerativos. A associação entre enxertos autógenos e biomateriais xenógenos, por exemplo, permite combinar o potencial osteogênico do enxerto autógeno com a estabilidade volumétrica proporcionada pelos substitutos ósseos. Essa abordagem combinada tem sido amplamente descrita na literatura como estratégia eficaz para reconstrução de defeitos ósseos complexos na implantodontia<sup>15</sup>.

## 5. CONCLUSÃO

A regeneração óssea desempenha papel essencial na implantodontia contemporânea, permitindo maior previsibilidade na instalação de implantes dentários em áreas com defeito volumétrico do rebordo alveolar. Os enxertos autógenos continuam sendo considerados referência em reconstrução óssea devido às suas propriedades biológicas superiores. Entretanto, biomateriais xenógenos e aloplásticos representam alternativas terapêuticas seguras e previsíveis quando utilizados em protocolos regenerativos adequados. Permitindo, inclusive, associação entre diferentes modalidades de enxertos ósseos. A seleção do biomaterial deve ser baseada em planejamento individualizado, considerando características do defeito ósseo, condições sistêmicas do paciente e objetivos reabilitadores do tratamento.

## 6. REFERÊNCIAS

- [1] Al-Nawas B, Schiegnitz E. Augmentation procedures using bone substitute materials or autogenous bone: systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Implants Res.* 2021; 32(Suppl 21):54-78.
- [2] Benic GI, Hämmerle CHF. Horizontal bone augmentation in implant dentistry. *Periodontol* 2000. 2021; 86(1):13-40.
- [3] Carvalho PSP, Pellizzer EP, Verri FR, Santiago JF. Alveolar ridge preservation after tooth extraction: systematic review. *J Oral Implantol.* 2019; 45(3):193-203.
- [4] Costa GS, Silva ALC, Reis RAS, Marçal CW, Lemos DMP, Fonseca AMS, et al. Biomaterials in guided bone regeneration for dental implants: systematic review. *Int J Dev Res.* 2025; 15:29567-29575.
- [5] Ferraz MP. Bone graft materials in dentistry: current concepts and future perspectives. *Materials.* 2023; 16:1-20.
- [6] Jensen T, Terheyden H. Bone augmentation procedures in localized defects in the alveolar ridge: clinical results with different bone grafts and bone-substitute materials. *Clin Oral Implants Res.* 2020; 31(Suppl 21):103-118.
- [7] Kloss FR, Offermanns V, Kloss-Brandstätter A. Comparison of allogeneic and autogenous bone grafts for augmentation procedures in implant dentistry: a systematic review. *Clin Oral Implants Res.* 2018; 29(Suppl 16):197-214.
- [8] Lang, Niklaus P et al. "Early osseointegration to hydrophilic and hydrophobic implant surfaces in humans." *Clinical oral implants research.* 2011; 22(4): 349-56.
- [9] Moraschini V, Barboza ESP. Survival of dental implants in grafted areas: systematic review. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2024; 26(2):210-221.
- [10] Nourah D. Evaluation of Bone Graft Need in Edentulous Posterior Sites: A CBCT Retrospective Study. *J Osseointegr.* 2025 ;17(1):34-9.
- [11] Sanz M, Dahlin C, Apatzidou D, Artzi Z, Bozic D, Calciolari E, et al. Guided bone regeneration: principles and clinical applications. *Clin Oral Implants Res.* 2022; 33(Suppl 23):44-60.
- [12] Sanz-Sánchez I, Ortiz-Vigón A, Sanz-Martín I, Figuero E, Sanz M. Effectiveness of lateral bone augmentation on alveolar crest dimension. *J Dent Res.* 2022; 101(4):391-401.
- [13] Sheikh Z, Sima C, Glogauer M. Bone Replacement Materials and Techniques Used for Achieving Vertical Alveolar Bone Augmentation. *Materials.* 2015; 8(6):2953-2993.
- [14] Troeltzsch M, Troeltzsch M, Kauffmann P, Gruber R, Brockmeyer P, Moser N, Rau A, Schliephake H. Clinical efficacy of grafting materials in alveolar ridge augmentation: A systematic review. *J Craniomaxillofac Surg.* 2016 Oct; 44(10):1618-1629.
- [15] Urban IA, Monje A, Lozada JL. Bone augmentation techniques in implant dentistry. *J Periodontol.* 2021; 92(3):369-382.
- [16] Zhao R, Yang R, Cooper PR, Khurshid Z, Shavandi A, Ratnayake J. Bone grafts and substitutes in dental tissue regeneration: a review. *Molecules.* 2021; 26(19):5611.