



DESAFIOS NA IMPLANTODONTIA: BIOMATERIAIS E SUA CONTRIBUIÇÃO NA REABILITAÇÃO DE MAXILAS ATRÓFICAS

CHALLENGES IN IMPLANT DENTISTRY: BIOMATERIALS AND THEIR CONTRIBUTION TO ATROPHIC MAXILLAE REHABILITATION

Anderson José Campos da SILVA¹, Farid Jamil Silva de ARRUDA¹

¹Programa de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Implantodontia, Faculdade Ensin.E, Juiz de Fora, Brasil

Autores correspondentes:

Farid Jamil Silva de Arruda

arruda-odonto@hotmail.com

Como citar: Silva AJC, Arruda FJS. Desafios na implantodontia: biomateriais e sua contribuição na reabilitação de maxilas atróficas. *Biosciences and Health*. 2025; 03:1-7. <https://doi.org/10.62331/2965-758X.v3.2025.71>

RESUMO

A reabilitação de maxilas atróficas representa um desafio na implantodontia, devido à perda de volume e qualidade óssea, que compromete a estabilidade e o sucesso na instalação de implantes dentários. Este estudo teve como objetivo analisar, de forma integrativa, o desempenho de diferentes biomateriais aplicados em enxertos ósseos na reabilitação de maxilas atróficas, destacando suas contribuições e limitações. Realizou-se uma revisão integrativa seguindo diretrizes PRISMA, com busca nas bases PubMed e BVS. Dos 382 estudos identificados, 19 foram incluídos. Enxertos autógenos mantêm-se como padrão-ouro, porém com limitações de morbidade. Biomateriais xenógenos e aloplásticos preservam volume ósseo, mas com integração mais lenta. Compósitos destacam-se por equilibrar propriedades biológicas e mecânicas. Conclui-se que a escolha do biomaterial deve considerar as condições clínicas do paciente, e avanços em scaffolds bioativos prometem superar limitações atuais.

Palavras-chave: Biomateriais; Atrofia maxilar; Enxerto ósseo; Implante dentário.

ABSTRACT

The rehabilitation of atrophic maxillae represents a challenge in implant dentistry due to the loss of bone volume and quality, which compromises the stability and success of dental implant placement. This study aimed to integratively analyze the performance of different biomaterials applied in bone grafts for the rehabilitation of atrophic maxillae, highlighting their contributions and limitations. An integrative review was conducted following PRISMA guidelines, with searches in PubMed and BVS databases. Of the 382 studies identified, 19 were included. Autogenous grafts remain the gold standard, though they are limited by morbidity. Xenogeneic and alloplastic biomaterials preserve bone volume but exhibit slower integration. Composites stand out by balancing biological and mechanical properties. It is concluded that the choice of biomaterial should align with the patient's clinical conditions, and advancements in bioactive scaffolds hold promise for overcoming current limitations.

Keywords: Biomaterials; Atrophic maxilla; Bone graft; Dental implant.

1. Introdução

A atrofia maxilar representa um desafio na implantodontia, principalmente após a perda dentária. Esse processo desencadeia remodelação óssea, resultando em perda de volume e qualidade óssea, o que compromete a estabilidade para implantes dentários [1]. Segundo Malevez et al. [2], a reabsorção óssea no maxilar posterior, associada à pneumatização do seio maxilar, reduz a altura óssea disponível para implantes. Casos de atrofia severa exigem abordagens que combinem técnicas cirúrgicas e biomateriais inovadores para restaurar função e estética [3].

Biomateriais como enxertos autógenos, xenógenos e aloplásticos são amplamente utilizados, cada um com vantagens e desvantagens. Enquanto os autógenos oferecem osteogênese direta, materiais sintéticos como hidroxiapatita destacam-se pela biocompatibilidade [4-6].

O avanço na engenharia de biomateriais tem permitido o desenvolvimento de soluções personalizadas e menos invasivas, com ênfase na redução de complicações pós-operatórias e no aumento da previsibilidade clínica. Estudos recentes demonstram que biomateriais como hidroxiapatita, fosfato de cálcio e compósitos sintéticos possuem alto potencial osteogênico, sendo uma alternativa eficaz ao enxerto ósseo autógeno, que envolve menor morbidade ao paciente [7-9].

Apesar dos avanços significativos, ainda persistem lacunas na literatura quanto à eficácia comparativa dos biomateriais utilizados na reabilitação de maxilas atróficas severas. A busca contínua por materiais mais eficientes e tecnologicamente avançados não apenas visa melhorar os resultados clínicos e a previsibilidade dos tratamentos, mas também promove impactos positivos na qualidade de vida dos pacientes, reforçando a importância do tema para a prática clínica contemporânea. Diante desse cenário, este estudo tem como objetivo analisar, de forma integrativa, o desempenho de diferentes biomateriais aplicados em enxertos ósseos na reabilitação de maxilas atróficas, destacando suas contribuições e limitações.

2. Metodologia

Esta pesquisa adotou o tipo de estudo revisão integrativa, empregando uma abordagem amplamente utilizada para sintetizar conhecimentos disponíveis na literatura e fornecer uma visão abrangente sobre um tema específico [10].

Pergunta de Pesquisa

Qual o desempenho dos diferentes biomateriais utilizados em enxertos ósseos para a reabilitação de maxilas atróficas?

Estratégia de busca e desenvolvimento do estudo

A busca foi realizada nas bases de dados da PubMed e na Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), por meio de combinações de palavras-chave e operadores booleanos, “biomaterials AND maxillary atrophy OR bone graft AND dental implant”. A seleção dos artigos seguiu as etapas descritas nas diretrizes do PRISMA (<http://www.prisma-statement.org/>): 1. Identificação: Todos os artigos encontrados nas bases de dados foram importados para um gerenciador de referências para eliminar duplicatas; 2. Triagem: A leitura dos títulos e resumos foi realizada para verificar a elegibilidade inicial; 3. Elegibilidade: Os textos

completos dos estudos selecionados foram analisados para confirmar se atendiam aos critérios de inclusão; 4. Inclusão: Os artigos elegíveis foram incluídos na análise final.

Critérios de inclusão e exclusão

Os critérios de inclusão abrangeram artigos publicados em português e inglês, com foco em incorporar os avanços mais recentes relacionados ao uso de biomateriais em enxertos ósseos aplicados na reabilitação de maxilas atróficas e disponibilidade de texto completo. Foram excluídos estudos que não tratassem especificamente de biomateriais ou maxilas atróficas, bem como artigos de opinião, editoriais, cartas ao editor, estudos duplicados ou indisponíveis em texto completo.

Análise dos dados qualitativos

A síntese foi realizada de forma qualitativa, categorizando os biomateriais com base em suas propriedades osteogênicas, osteocondutoras e osteoindutoras, além de comparar os resultados clínicos reportados. Os dados foram apresentados de forma descritiva para facilitar a visualização e a discussão.

3. Resultados

A busca nas bases de dados identificou um total de 382 estudos. Após a remoção das duplicatas, restaram 347 estudos, os quais foram analisados com base nos títulos e resumos, resultando na exclusão de 300 estudos. Dos 47 artigos que avançaram para a etapa de análise de elegibilidade, 28 foram excluídos, culminando na seleção final de 19 artigos, em conformidade com as diretrizes PRISMA (Figura 1). Tabela 1 resume as características dos biomateriais analisados.

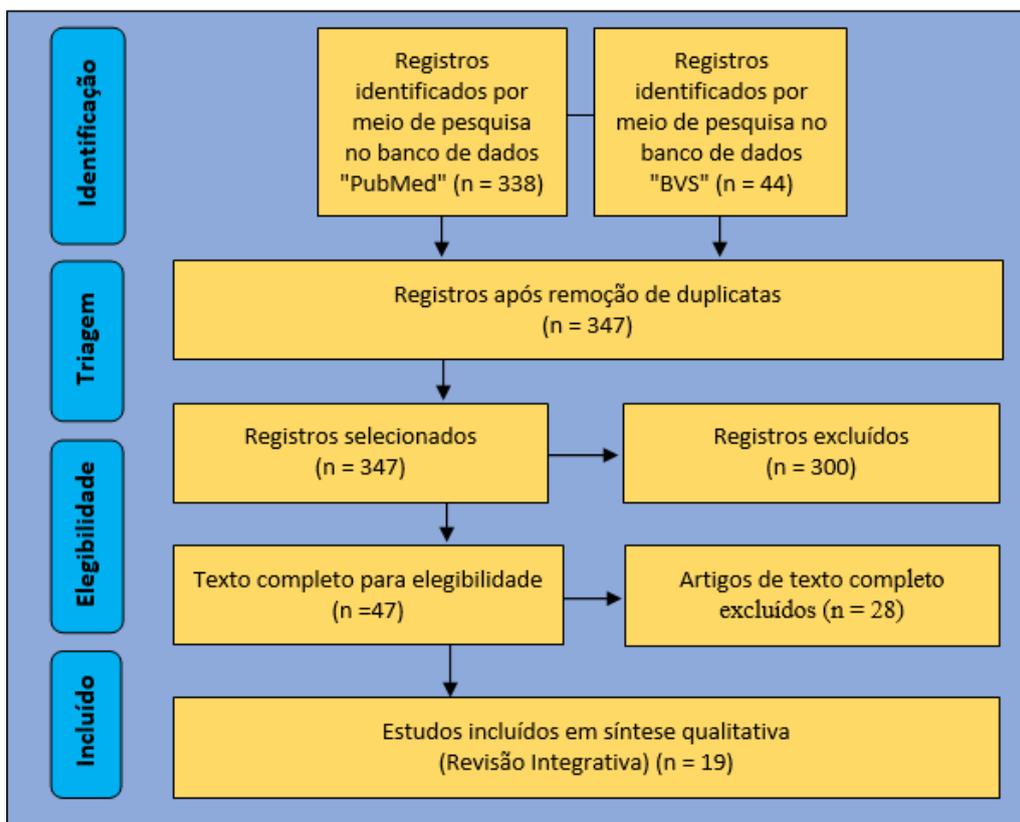


Figura 1. Diagrama PRISMA: Seleção de estudos para revisão integrativa.

Tabela 1. Características dos biomateriais.

Biomaterial	Osteogênese	Integração	Morbidade
Autógeno	Alta	Rápida	Alta
Xenógeno	Média	Lenta	Baixa
Compósitos	Moderada	Moderada	Média

4. Discussão

A atrofia maxilar, caracterizada por perda óssea quantitativa e qualitativa, impõe obstáculos significativos à instalação de implantes dentários. Nesse cenário, estratégias de enxertia óssea ganham relevância, com biomateriais desempenhando papéis distintos na reconstrução tecidual. Entre eles, os enxertos autógenos destacam-se como referência terapêutica, uma vez que sua composição biológica, incluindo células osteoprogenitoras e mediadores bioativos, favorece a osteogênese e a estabilidade do implante.

Conforme destacado por Van Zyl, Hartshorne e Carrasco-Labra [11], os enxertos ósseos autógenos são reconhecidos como a abordagem mais validada na literatura para enxertia óssea em procedimentos de aumento do osso alveolar e tratamento de defeitos alveolares, devido à presença de células viáveis e fatores de crescimento (FC) que potencializam a regeneração óssea. Além disso, o artigo *Autologous bone graft: Is it still the gold standard?* enfatiza que as propriedades fisiológicas do enxerto ósseo autógeno estabeleceram esse método como padrão-ouro, sendo a eficácia de alternativas comparada aos resultados obtidos com o uso de osso autógeno [12]. No entanto, sua morbidade associada e a limitação na quantidade de osso disponível são desvantagens importantes, conforme relatado por Margonar et al. [4]. Essas fontes corroboram a superioridade dos enxertos autógenos em fornecer um ambiente propício para a regeneração óssea, devido à sua capacidade de fornecer células osteogênicas viáveis e FC essenciais.

Por outro lado, os biomateriais xenógenos, como o osso bovino desproteinizado, são amplamente utilizados devido à sua disponibilidade e excelente estabilidade volumétrica. Estudos revisados por Gonçalves Sulzer, Costa Borges e Arcangelo Silva [13] apontam que esses materiais promovem a osteocondução, proporcionando uma matriz estrutural para o crescimento ósseo. Apesar de sua eficácia na preservação do volume ósseo, Bohner et al. [14] enfatizam que esses biomateriais apresentam integração mais lenta quando comparados aos autógenos, devido à ausência de propriedades osteoindutivas, o que pode limitar sua aplicação em algumas situações clínicas.

Além disso, os materiais sintéticos, como hidroxiapatita e fosfato de cálcio, também têm mostrado resultados promissores, especialmente em situações onde o volume do enxerto é limitado. Gonçalves Sulzer, Costa Borges e Arcangelo Silva [13] relatam que esses materiais apresentam excelente biocompatibilidade e capacidade osteocondutiva, promovendo formação óssea adequada em um período médio de tempo. Contudo, a literatura revisada sugere que a ausência de propriedades osteogênicas e osteoindutivas pode limitar sua eficácia em casos de atrofia severa, ressaltando a necessidade de estratégias complementares para otimizar os resultados [15,16].

No entanto, para superar as limitações dos biomateriais isolados, os compósitos têm sido desenvolvidos como uma solução alternativa que combina diferentes materiais. Margonar et al. [4] e

Alves et al. [17] relacionam que a combinação de hidroxiapatita com colágeno ou polímeros sintéticos melhora as propriedades osteogênicas e a estabilidade do enxerto, com menor taxa de reabsorção. Bohner et al. [14] reforçam que esses materiais apresentam desempenho superior em comparação aos biomateriais isolados, sendo indicados especialmente para casos clínicos mais complexos e desafiadores.

Quando se analisa a aplicação clínica desses biomateriais, observa-se que, enquanto os enxertos autógenos são superiores em termos de formação óssea inicial e velocidade de integração, os biomateriais xenógenos e aloplásticos oferecem maior estabilidade volumétrica a longo prazo. Nesse contexto, os compósitos emergem como uma solução intermediária, equilibrando propriedades biológicas e mecânicas, o que os torna indicados para pacientes que necessitam de resultados previsíveis sem a morbidade associada aos enxertos autógenos [18; 19]. Essa diversidade de características reforça a necessidade de individualizar a escolha do biomaterial conforme o caso clínico.

Diante disso, perspectivas futuras apontam para o desenvolvimento de biomateriais avançados, como scaffolds bioativos e materiais com liberação controlada de FC, que prometem integrar propriedades osteogênicas, osteoindutivas e osteocondutivas em um único produto. Acredita-se que essas inovações podem superar as limitações atuais, ampliando as possibilidades terapêuticas e melhorando ainda mais os resultados clínicos na reabilitação de maxilas atróficas. Assim, é evidente que os biomateriais desempenham um papel crucial nesse campo, e sua aplicação requer uma análise criteriosa baseada nas necessidades do paciente e nos objetivos do tratamento.

5. Conclusão

A reabilitação de maxila atrófica apresenta uma complexidade técnica resultante da redução progressiva de volume ósseo e alterações na microarquitetura tecidual, exigindo biomateriais que equilibrem propriedades biológicas e mecânicas. Embora amplamente reconhecidos pela eficácia clínica, os enxertos autógenos enfrentam desafios relacionados à morbidade. Os biomateriais xenógenos e aloplásticos mostraram-se eficazes, especialmente na preservação do volume ósseo, enquanto os compósitos combinam vantagens de diferentes materiais, oferecendo maior previsibilidade clínica.

A escolha do biomaterial deve ser individualizada, considerando as condições clínicas do paciente e os objetivos do tratamento. Avanços tecnológicos, como scaffolds bioativos, prometem superar limitações atuais, ampliando as possibilidades terapêuticas. Este estudo reforça a importância da pesquisa contínua para aprimorar as técnicas de reabilitação e os resultados clínicos.

Contribuição dos Autores

SILVA, A.J.C.: Concepção do estudo, revisão bibliográfica, redação do manuscrito e análise crítica do conteúdo. ARRUDA, F.J.S.: Orientação acadêmica, supervisão científica e pedagógica, e revisão crítica do texto. Todos os autores participaram da leitura e aprovação da versão final do manuscrito.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Aprovação Ética

Não aplicável.

Agradecimentos

Não aplicável.

Referências

1. Ugurlu F, Yıldız C, Sener BC, Sertgoz A. Rehabilitation of posterior maxilla with zygomatic and dental implant after tumor resection: a case report. *Case Rep Dent*. 2013; 2013:930345. <https://doi.org/10.1155/2013/930345>
2. Malevez C, Daelemans P, Adriaenssens P, Durdu F. Use of zygomatic implants to deal with resorbed posterior maxillae. *Periodontol 2000*. 2003; 33:82-89. <https://doi.org/10.1046/j.0906-6713.2002.03307.x>
3. Kahnberg KE, Henry PJ, Hirsch JM, Ohrnell LO, Andreasson L, Brånemark PI, et al. Clinical evaluation of the zygoma implant: 3-year follow-up at 16 clinics. *J Oral Maxillofac Surg*. 2007; 65(10):2033-2038. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2007.05.013>
4. Margonar R, dos Santos PL, Queiroz TP, Marcantonio E. Rehabilitation of atrophic maxilla using the combination of autogenous and allogeneic bone grafts followed by protocol-type prosthesis. *J Craniofac Surg*. 2010; 21(6):1894-1896. <https://doi.org/10.1097/SCS.0b013e3181f4af65>
5. Fattahian H, Mansouri K, Mansouri N. Biomaterials, substitutes, and tissue engineering in bone repair: current and future concepts. *Comp Clin Pathol*. 2019; 28:879-891. <https://doi.org/10.1007/s00580-017-2507-2>
6. Georgeanu VA, Gingu O, Antoniac IV, Manolea HO. Current options and future perspectives on bone graft and biomaterials substitutes for bone repair, from clinical needs to advanced biomaterials research. *Appl Sci*. 2023; 13:8471. <https://doi.org/10.3390/app13148471>
7. Paiva LGJ, Batista AC, Carvalho LC de, Garcia RR. Avaliação histológica de hidroxiapatita sintética associada a fosfato de cálcio (β -TCP) utilizados em levantamento de assoalho de seio maxilar. *Rev Odontol UNESP*. 2014; 43(2):119-123. <https://doi.org/10.1590/rou.2014.021>
8. Bal Z, Kaito T, Korkusuz F, Yoshikawa H. Bone regeneration with hydroxyapatite-based biomaterials. *Emerg Mater*. 2020; 3:521-544. <https://doi.org/10.1007/s42247-019-00063-3>
9. Kucho SK, Raeman SM, Keenan TJ. Current advances in hydroxyapatite- and β -tricalcium phosphate-based composites for biomedical applications: a review. *Biomed Mater Devices*. 2023; 1:49-65. <https://doi.org/10.1007/s44174-022-00037-w>
10. Hermont AP, Zina LG, da Silva KD, da Silva JM, Martins-Júnior PA. Revisões integrativas em odontologia: conceitos, planejamento e execução. *Arq Odontol*. 2022; 57:3-7. <https://doi.org/10.7308/aodontol/2021.57.e01>
11. Van Zyl A, Hartshorne J, Carrasco-Labra A. The impact of four harvesting techniques on the cell viability and osteogenic behaviour of cells in autogenous bone grafts: a critical appraisal of an experimental study. *Open J Implant Dent*. 2013; 1(1). <http://dx.doi.org/10.4102/ojid.v1i1.6>
12. Schmidt AH. Autologous bone graft: is it still the gold standard? *Injury*. 2021; 52Suppl:S18-S22. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2021.01.043>
13. Gonçalves Sulzer B, Costa Borges EC, Arcangelo Silva LF. Biomateriais aplicados na substituição óssea em procedimentos odontológicos. *PECIBES*. 2022; 21(1):30-37. <https://doi.org/10.55028/pecibes.v8i1.15323>
14. Bohner LO, Mukai E, Mukai S, Tortamano P, Sesma N. Bone defect rehabilitation using lyophilized bone reshaped on a stereolithographic model. *Contemp Clin Dent*. 2016; 7(3):398-400.

<https://doi.org/10.4103/0976-237X.188578>

15. Gallo P, Díaz-Báez D, Perdomo S, Aloise AC, Tattan M, Saleh MHA, et al. Comparative analysis of two biomaterials mixed with autogenous bone graft for vertical ridge augmentation: A histomorphometric study in humans. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2022; 24(5):709-719. <https://doi.org/10.1111/cid.13124>

16. Artas G, Gul M, Scikan I, Kirtay M, Bozoglan A, Simsek S, et al. A comparison of different bone graft materials in peri-implant guided bone regeneration. *Braz Oral Res*. 2018; 32:e59. <https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0059>

17. Alves MAL, Both J, Mourão CF, Ghiraldini B, Bezerra F, Granjeiro JM, et al. Long-term success of dental implants in atrophic maxillae: a 3-year case series using hydroxyapatite and L-PRF. *Bioengineering*. 2024; 11(12):1207. <https://doi.org/10.3390/bioengineering11121207>

18. Sheikh Z, Najeeb S, Khurshid Z, Verma V, Rashid H, Glogauer M. Biodegradable materials for bone repair and tissue engineering applications. *Materials*. 2015; 8(9):5744-5794. <https://doi.org/10.3390/ma8095273>

19. Sapoznikov L, Humphrey M. Progress in dentin-derived bone graft materials: a new xenogeneic dentin-derived material with retained organic component allows for broader and easier application. *Cells*. 2024; 13(21):1806. <https://doi.org/10.3390/cells13211806>

Recebido: 13 Dezembro 2024 | **Aceito:** 13 Março 2025 | **Publicado:** 26 Março 2025



Silva et al. Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da Licença Creative Commons Attribution CC-BY 4.0, que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o trabalho original seja devidamente citado.