

Biomateriais para reconstruções ósseas

Biomaterials for bone reconstruction

Biomateriales para la reconstrucción ósea

Marcos Bernal de Moraes 

Endereço para correspondência:

Marcos Bernal de Moraes

Rua Augusto Guimarães, 1122

Centro

85555-000 - Palmas - Paraná - Brasil

E-mail: marcosbm20@hotmail.com

RECEBIDO: 02.02.2024

ACEITO: 07.03.2024

RESUMO

A perda óssea alveolar originada por fatores como perda dentária, doenças periodontais e traumas, ressalta a importância de enxertia óssea para procedimentos como a colocação de implantes. O planejamento cirúrgico é crucial, onde o profissional pode escolher entre enxertos autógenos, aloplásticos e xenógenos, considerando suas propriedades osteoindutoras e osteocondutoras. Com a redução do uso de enxertos autógenos devido a complicações na área doadora, é necessária a compreensão do modo de ação e da biocompatibilidade dos biomateriais substitutos. Ganham destaque os biomateriais com maior biocompatibilidade e estabilidade durante a aplicação, como a hidroxiapatita, o beta-fosfato tricálcico e as cerâmicas bioativas (aloplásticos) além do Bio-Oss derivado de osso bovino (xenógeno). Contudo a escolha do biomaterial depende das necessidades clínicas, do defeito ósseo e da preferência profissional.

PALAVRAS-CHAVE: Implantes dentários. Osseointegração. Materiais biocompatíveis.

ABSTRACT

Alveolar bone loss caused by factors such as tooth loss, periodontal diseases and trauma highlights the importance of bone grafting for procedures such as implant placement. Surgical planning is crucial, where the professional can choose between autogenous, alloplastic and xenogeneic grafts, considering their osteoinductive and osteoconductive properties. With the reduction in the use of autogenous grafts due to complications in the donor area, it is necessary to understand the mode of action and biocompatibility of substitute biomaterials. Biomaterials with greater biocompatibility and stability during application stand out, such as hydroxyapatite, beta-tricalcium phosphate and bioactive ceramics (alloplastics) in addition to Bio-Oss derived from bovine bone (xenogeneic). However, the choice of biomaterial depends on clinical needs, the bone defect and professional preference.

KEYWORDS: Dental implants. Osseointegration. Biocompatible materials.

RESUMEN

La pérdida de hueso alveolar causada por factores como la pérdida de dientes, enfermedades periodontales y traumatismos resalta la importancia del injerto óseo para procedimientos como la colocación de implantes. Es crucial la planificación quirúrgica, donde el profesional puede elegir entre injertos autógenos, aloplásticos y xenogénicos, considerando sus propiedades osteoinductivas y osteoconductoras. Con la reducción del uso de injertos autógenos por complicaciones en la zona donante, es necesario comprender el modo de acción y biocompatibilidad de los biomateriales sustitutos. Destacan los biomateriales con mayor biocompatibilidad y estabilidad durante la aplicación, como hidroxapatita, beta-fosfato tricálcico y cerámicas bioactivas (aloplásticos), además del Bio-Oss derivado de hueso bovino (xenogénico). Sin embargo, la elección del biomaterial depende de las necesidades clínicas, el defecto óseo y la preferencia profesional.

PALABRAS CLAVE: Implantes dentales. Osseointegración. Materiales biocompatibles.

INTRODUÇÃO

A perda óssea é uma condição comum na odontologia, resultante de diversos fatores, como perda dentária, a qual pode levar à reabsorção do osso alveolar, doenças periodontais, doenças sistêmicas, traumas (quedas e/ou acidentes), tabagismo, entre outros fatores. Em situações em que a perda óssea inviabiliza procedimentos odontológicos, como a colocação de implantes dentários, a enxertia óssea surge como uma solução para restaurar a estrutura óssea e permitir a realização desses procedimentos. As técnicas de enxertia óssea são avaliadas de acordo com o grau da perda óssea, do planejamento cirúrgico-protético e das condições gerais do paciente¹.

Após a colocação do enxerto ósseo, a área passa por um processo de coagulação sanguínea, desencadeando um estímulo essencial para a regeneração óssea. Durante esta fase, novos vasos sanguíneos começam a se desenvolver, fornecendo oxigênio e nutrientes, isso, por sua vez, atrai células como células-tronco e osteoblastos, que iniciam a formação de novo tecido ósseo. Esse processo, conhecido como osteogênese, é fundamental para a restauração do osso perdido. Posteriormente, ocorre a fase de remodelação, na qual osteoclastos entram em ação, reabsorvendo o tecido ósseo antigo e substituindo-o por um osso novo e mais robusto. A eficácia desse processo depende de vários fatores, incluindo a qualidade do material de enxerto, a técnica cirúrgica aplicada e a saúde geral do paciente².

Estas questões são vistas na fase de planejamento, nesta etapa é de suma importância que o cirurgião-dentista avalie a disponibilidade da quantidade de estrutura óssea do paciente. Em situações envolvendo lesões, perdas ou deficiências de tecido ósseo, torna-se imperativo realizar procedimentos de enxertia para uma reconstrução adequada. Nesses cenários, o profissional deve selecionar cuidadosamente o biomaterial apropriado a ser empregado. Os enxertos ósseos podem ser categorizados de duas maneiras principais. Primeiramente, considerando (1) a origem do material utilizado no enxerto, temos as divisões em autógenos (provenientes do próprio paciente), aloplásticos (compostos por materiais sintéticos biocompatíveis) e xenógenos (derivados de fontes animais). Em adição, há a categorização (2) baseada nas propriedades e funções desses materiais no contexto da regeneração óssea, classificando-os como osteogê-

nicos (contendo células vivas), osteoindutores e osteocondutores³.

Os enxertos autógenos, ou auto enxertos, são aceitos atualmente como padrão e têm sido amplamente utilizados. No entanto estes requerem procedimento cirúrgico adicional no local da colheita de tecido, o que pode resultar em complicações, tais como sangramentos, infecções, inflamações e também um pós-cirúrgico com lesão na área doadora, com morbidade, deformidade e problemas de cicatrização⁴.

Além disso o enxerto ósseo por muitas vezes requer o preenchimento de áreas extensas, e nesses casos o auto enxerto pode não ser uma boa opção visto a dificuldade deste método em cobrir defeitos que necessitem de grande quantidade de osso⁵⁻⁶.

Por conta destas complicações com o doador os enxertos autógenos estão sendo menos usados, e em contrapartida, o uso de enxertos ósseos dos tipos aloplásticos e xenógenos vem aumentando. Sabe-se que o êxito do procedimento de enxertia depende em muito dos biomateriais utilizados, e para uma escolha adequada o profissional da saúde deve entender das características físico-químicas e do mecanismo de ação de cada opção disponível, avaliando critérios como adaptabilidade, biocompatibilidade, não toxicidade e estabilidade durante aplicação⁷.

Os materiais sintéticos do tipo aloplásticos são produzidos em laboratório e imitam a composição mineral do osso natural, sendo projetados para serem bem tolerados pelo organismo humano, não causando reações adversas, e fornecendo condições osteocondutoras e/ou osteoindutoras. Já os enxertos ósseos do tipo xenógenos são derivados de fontes animais, comum entre os ossos bovinos, que passam por processo de desproteinização e esterilização para minimizar os riscos de reações imunológicas⁴.

Considerando que as propriedades dos biomateriais têm impacto significativo nos resultados dos enxertos ósseos, o objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão de literatura para avaliar os diferentes tipos de biomateriais utilizados na área odontológica para enxertia óssea, com enfoque nos biomateriais do tipo aloplásticos e xenógenos.

REVISÃO DE LITERATURA

Os enxertos ósseos são indicados para reconstrução de osso, quando o osso por si só não é capaz de se regenerar, assim, para que um material se adapte corretamente ao osso hospedeiro é necessário que este osso tenha uma alta porosidade, a qual deverá suportar o crescimento de um tecido tridimensional, e que também permita a difusão de nutrientes e a formação de capilares buscando acelerar o crescimento ósseo⁸.

Dado que o procedimento de enxertia óssea visa a reconstrução de defeitos, é importante compreender que não existe um material de encaixe perfeito que possa replicar completamente as características de um osso natural. No entanto, a literatura aponta o osso autógeno como aquele que mais se aproxima do ideal de enxertia, isso se deve à sua composição, visto que são tecidos do próprio indivíduo, contendo células vivas que são imunologicamente compatíveis. Essa característica aprimora os mecanismos de formação óssea, especialmente através da osteogênese, um processo pelo qual novo tecido ósseo é formado a partir de células vivas, incluindo osteoblastos e células-tronco⁹.

Embora os enxertos ósseos autógenos tenham sido amplamente adotados como o padrão para a reparação de defeitos ósseos, há uma crescente evolução nos estudos relacionados aos seus substitutos, isto com o objetivo de reduzir a morbidade associada aos procedimentos cirúrgicos. É conhecido que os materiais osteoindutores, embora desprovidos de células vivas, contêm fatores biológicos, como proteínas de crescimento, capazes de estimular as células do hospedeiro a se diferenciarem em células ósseas, promovendo, assim, a regeneração natural do tecido. Além disso, existem os materiais osteocondutores, que, similarmente aos osteoindutores, não possuem células vivas; entretanto, essa categoria fornece uma estrutura, frequentemente referida como "esqueleto", que propicia um suporte físico para o crescimento das células ósseas, desempenhando um papel fundamental no desenvolvimento do novo osso³.

As características desejáveis para os ossos sintéticos englobam a disponibilidade de matéria-prima em abundância, viabilidade econômica, capacidade de esterilização e facilidade de manipulação. Além disso, é fundamental que esses materiais estejam isentos de propensão à perspectiva de patógenos e não

apresentem propriedades cancerígenas, teratogênicas ou antigênicas, garantindo assim a segurança e eficácia de sua utilização. Até o momento já foram desenvolvidos biomateriais sintéticos capazes de fornecer as condições para adequada adesão, proliferação e expansão celular. Alguns dos principais biomateriais sintéticos, do tipo aloplástico incluem a hidroxiapatita, o beta-fosfato tricálcico e cerâmicas bioativas e do tipo xenógenos incluem o osso bovino ou suíno desproteínizado¹⁰.

A hidroxiapatita, a qual é uma forma cristalina do mineral natural encontrado nos ossos e dentes humanos, é biocompatível e tem uma estrutura semelhante ao mineral ósseo, o que a torna adequada para a formação de novo tecido ósseo. O beta-fosfato tricálcico (β -TCP) é outro material frequentemente usado em enxertos ósseos, ele é biocompatível e tem a capacidade de se degradar gradualmente à medida que o novo osso se forma. Já as cerâmicas bioativas incluem compostos como vidros bioativos e alumina, e são projetados para interagir positivamente com o ambiente biológico, estimulando a identidade óssea, estas contêm propriedades osteocondutoras e osteoindutoras¹¹.

Já os biomateriais naturais do tipo xenógenos são obtidos de fontes animais e servem como um suporte para que células ósseas migrem e um novo osso se forme. Esse tipo de enxerto têm a vantagem de fornecer resistência biomecânica similar à do osso humano e de demonstrarem capacidade de promover uma revascularização mais eficaz fornecendo um arcabouço que favorece a osteocondutividade. Desta classe um dos mais utilizados é o Bio-Oss que é derivado do osso cortical bovino, o qual possui alta concentração de hidroxiapatita e é produzido pela empresa suíça Geistlich Pharma^{9,12}.

DISCUSSÃO

Com base na literatura apresentada, torna-se evidente que o enxerto ósseo autógeno assume uma posição de destaque no contexto da reconstrução de processos alveolares atroficos. Sua ampla aceitação como padrão é justificada pelos aspectos de biocompatibilidade, características funcionais e de integração ao hospedeiro. No entanto, é fundamental reconhecer que o procedimento de colheita do próprio osso para uso como enxerto não está isento de possíveis efeitos adversos ou complicações na área doadora¹³.

Sendo assim, quando se busca procedimentos menos invasivos ao paciente a incerteza está na seleção do biomaterial a ser utilizado. Dentre os artigos pesquisados foram encontradas referências citando, para o caso de enxertos do tipo aloplástico, o uso da hidroxiapatita com promissoras aplicações clínicas¹⁴.

Isso se dá pela semelhança estrutural (física e química) desse biomaterial com a matriz óssea e por causar danos inflamatórios mínimos. A hidroxiapatita já é um biomaterial bastante conhecido visto que tem sido produzida desde o início dos anos 80, apresentando boa adesão ao tecido dental, e atualmente é apresentada em forma de cerâmicas, comercializadas como formas densas ou porosas, em blocos ou grânulos¹¹.

No entanto a hidroxiapatita apresenta uma baixa capacidade de atividade biológica e uma taxa de degradação relativamente lenta. Essas características podem ser consideradas limitantes para sua aplicação, uma vez que a reabsorção é uma qualidade desejável em biomateriais, visto que o processo de degradação ocorre ao mesmo tempo que o osso novo está se formando¹⁴.

Além disso como costumeiramente o enxerto ósseo é combinado com a colocação de um implante dentário há a necessidade de estabilidade e resistência mecânica, porém a implantação de hidroxiapatita é indicada em situações de baixas tensões ou apenas de tensões de compressão¹⁵.

E quanto aos biomateriais do tipo xenógeno, os mais utilizados são os derivados do osso bovino, eles apresentam bons resultados quanto a adesão e biocompatibilidade porém estudos laboratoriais indicam que existe um potencial risco de transmissão do príon patológico associado à Encefalopatia Espongiforme Bovina (BSE), comumente conhecida como "doença

da vaca louca", por meio desses biomateriais. A BSE é uma doença neurodegenerativa causada por uma proteína conhecida como príon e afeta o gado doméstico, podendo ser transmitida aos seres humanos¹⁶.

Porém de acordo com a fabricante Geistlich Pharma o tratamento alcalino usado para preparação do biomaterial Bio-Oss poderia inativar os príons causadores da BSE, porém a eficácia desta inativação não foi comprovada com base na revisão de literatura atual. Mesmo que mínimo há a possibilidade de risco de transmissão de doença por meio de enxertos xenógenos¹⁶.

CONCLUSÃO

A escolha do biomaterial na Odontologia depende das necessidades clínicas, do defeito ósseo e da preferência profissional. Não há um material ideal para engenharia de tecidos ósseos, porém a mais utilizada é a hidroxiapatita, que se destaca entre os sintéticos por ser um material seguro e biocompatível, apesar de limitações na resistência mecânica e absorção lenta. Também os xenógenos mostram resultados promissores, embora careçam de informações detalhadas. Espera-se avanço na compreensão molecular para desenvolver um biomaterial abrangente que atenda a todas necessidades requisitadas.

REFERÊNCIAS

1. Faverani LP, Ramalho-Ferreira G, Santos PHD, Rocha, EP, Garcia Júnior IR, Pastori CM, et al. Técnicas cirúrgicas para a enxertia óssea dos maxilares-revisão da literatura. *RCBC*. 2014;41(1):61-7.
2. Guimarães Neto UG, Bacelar SMA. Implantes dentários com superfície tratada: revisão de literatura. *Braz J Implantol Health Sci*. 2019;1(4):69-83.
3. Toazza LA. Biomateriais para enxertos ósseos na odontologia: uma revisão de literatura. *J Multidiscip Dent*. 2021;11(1):146-50.
4. Haugen HJ, Lyngstadaas SP, Rossi F, Perale G. Bone grafts: which is the ideal biomaterial? *J Clin Periodontol*. 2019;46(Suppl 21):92-102.
5. Ebraheim NA, Elgafy H, Xu R. Bone-graft harvesting from iliac and fibular donor sites: techniques and complications. *J Am Acad Orthop Surg*. 2001;9(3):210-8.
6. St John TA, Vaccaro AR, Sah AP, Schaefer M, Berta SC, Albert T, Hilibrand A. Physical and monetary costs associated with autogenous bone graft harvesting. *Am J Orthop*. 2003;32(1):18-23.
7. Mozafari M, Rajadas J, Kaplan D. Nanoengineered biomaterials for regenerative medicine. Amsterdam: Elsevier; 2019.
8. Hutmacher DW. Scaffolds in tissue engineering bone and cartilage. *Biomateriais*. 2000;21(24):2529-43.
9. Kalil MDV. Enxerto ósseo particulado aplicado à implantodontia. *Rev Fluminense Odontol*. 2012;2(38):33-8.
10. Lindhe JAN, Lang NP, Karring T. Tratado de periodontia clínica e implantologia oral. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2010.
11. Dantas TS, Lelis ÉR, Naves LZ, Fernandes-Neto AJ. Materiais de enxerto ósseo e suas aplicações na odontologia. *Unopar Cient Cienc Biol Saude*. 2011;13(2):131-5.
12. Carmagnola D, Adriaens P, Berglundh T. Healing of human extraction sockets filled with Bio-Oss. *Clin Oral Implants Res*. 2003;14(2):137-43.
13. Sulzer BG, Borges ECC, Silva LFA. Biomateriais aplicados na substituição óssea em procedimentos odontológicos. *PECIBES*. 2022;8(1):30-7.
14. Sinhoreti MAC, Vitti RP, Correr-Sobrinho L. Biomateriais na odontologia: panorama atual e perspectivas futuras. *Rev Assoc Paul Cir Dent*. 2013;67(4):256-61.
15. Rigo ECDS, Oliveira LC, Santos LA, Boschi AO, Carrodeguas RG. Implantes metálicos recobertos com hidroxiapatita. *Rev Bras Eng Biomed*. 1999;15(1-2):21-9.
16. Kim Y, Nowzari H, Rich SK. Risk of prion disease transmission through bovine-derived bone substitutes: a systematic review. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2013;15(5):645-53.