



FACULDADE SETE LAGOAS – FACSETE

Escola de Odontologia ABO-RIO CLARO

Especialização em Implantodontia

MARCELY TAUANY PEREIRA

Biomateriais na Implantodontia, revisão de literatura.

RIO CLARO
JULHO/2023

MARCELY TAUANY PEREIRA

TEMA: Biomateriais na Implantodontia, revisão de literatura.

Monografia apresentada à Faculdade Sete Lagoas - Facsete como requisito para obtenção do título de Especialista em Implantodontia.

Orientador: Prof. Marcelo Rial Dias
Co- Orientador: Luciano Lima

RIO CLARO-SP
JULHO/2023

PEREIRA, Marceley T.

TEMA: Biomateriais na Implantodontia, revisão de literatura.

Rio Claro – Brasil

Monografia (Especialização) - Faculdade Sete Lagoas, curso de especialização em Implantodontia 2023

Bibliografia

Número

Apresentação de monografia no dia 23/07/2023 no curso de Especialização em Implantodontia - Faculdade Sete Lagoas - Facsete

Prof.

Prof.

Prof.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por tudo, por me guardar nas idas e vindas, pelas oportunidades e conquistas ao longo de todos esses anos.

Agradeço a minha família, e ao meu noivo, pelo apoio e ajuda durante esse período todo.

Agradeço a ABO-RC, aos professores que são excelentes profissionais, sempre dispostos a nos proporcionar todo conhecimento da melhor forma possível e com muita dedicação, incluindo também os professores convidados que nos auxiliaram durante o curso.

Também a Márcia e a Edivânia que estiveram presentes, nos dando apoio, correndo atrás dos protéticos e resolvendo tudo que precisávamos.

Também à toda a turma, por todos os momentos, ajudas, confraternizações, todos sempre abertos quando precisei de ajuda, meu agradecimento é a cada um de vocês que participaram disso.

RESUMO

O uso dos biomateriais tornou-se cada vez mais frequente como alternativa de viabilizar a instalação dos implantes após a exodontia, possibilitando a reabilitação estética e funcional do paciente com propósito de preservar e recuperar grandes reabsorções ósseas sem causar danos ao leito receptor. Os enxertos autógenos são considerados padrão ouro na literatura, porém muitos biomateriais estão disponíveis para o uso, apresentando-os as suas vantagens e desvantagens e podendo haver combinações entre si. Os biomateriais xenógenos vem se destacado pela similaridade em composição ao osso humano, apresentando bons resultados frente a reabsorções ósseas. Materiais particulados apresentam facilidade e capacidade de penetração celular possibilitando conexão mecânica entre o biomaterial e o tecido ósseo. O objetivo desse trabalho estudar estes e outros biomateriais utilizados na regeneração óssea, a fim de possibilitar a reabilitação através dos implantes dentário, destacando sua composição, suas aplicabilidades, vantagens e desvantagens. É importante destacar que o padrão ouro é o biomaterial autógeno, mas a utilização concomitante de dois ou mais biomateriais oferecem resultados previsíveis. A pesquisa foi realizada através de uma revisão de literatura baseada nas principais fontes de pesquisa: PubMed, Scielo e LILACS.

PALAVRAS-CHAVE: biomateriais, implantodontia, reabsorção óssea, enxerto

ABSTRACT

The use of biomaterials has become more and more frequent as an alternative to enable the installation of implants after tooth extraction, enabling the aesthetic and functional rehabilitation of the patient with the purpose of preserving and recovering large bone resorptions without causing damage to the recipient bed. Autogenous grafts are considered the gold standard in the literature, but many biomaterials are available for use, presenting their advantages and disadvantages and there may be combinations between them. Xenogeneic biomaterials have been highlighted due to their similarity in composition to human bone, showing good results against bone resorption. Particulate materials present ease and capacity for cellular penetration, allowing mechanical connection between the biomaterial and the bone tissue. The objective of this work is to study these and other biomaterials used in bone regeneration, in order to enable rehabilitation through dental implants, highlighting their composition, applicability, advantages and disadvantages. It is important to highlight that the gold standard is the autogenous biomaterial, but the concomitant use of two or more biomaterials offer more reliable results. The research was carried out through a literature review based on the main research sources: PubMed, Scielo and LILACS.

KEY-WORDS: biomaterials, implant dentistry, bone resorption, graft

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	08
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	09
3. CONSIDERAÇÕES SOBRE BIOMATERIAIS.....	11
4. APRESENTAÇÃO COMERCIAL.....	13
5. DISCUSSÃO.....	15
6. CONCLUSÃO.....	17
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	18

1. INTRODUÇÃO

A falta de um ou mais elementos dentários possuem consequências significativas na vida e bem-estar dos indivíduos, desde a reinserção do paciente no convívio social ao reestabelecimento funcional de fala, mastigação, deglutição além de possuir um impacto direto em sua autoestima e qualidade de vida (BELLINI, D. *et al*, 2009; MENDES, V; DAVIES, J. 2016). Desde o antigo Egito até os dias atuais, a ciência busca soluções para recuperar a dentição perdida de forma prática e segura (BECKER, 1995; BECKER, 1999; DAVARPANAH *et al.*, 2013).

A busca por essa recuperação possibilitou que os implantes dentários, cada vez mais alcançasse uma notoriedade considerável. Em virtude da evolução técnico-científica na área odontológica, hoje são excelentes recursos quando bem planejados e executados.

Um bom planejamento depende de diversos fatores, exames de imagem, saúde geral do paciente, hábitos, materiais, alcance da união física entre a superfície do implante e a base óssea receptora, que por vezes encontra-se limitada quanto a altura e espessura. Visto que isso inviabiliza o resultado e frequentemente a instalação dos implantes quanto ao posicionamento e estabilidade, manifestou-se a necessidade de solucionar essa questão através do desenvolvimento de biomateriais.

Sabemos que o osso autógeno é o biomaterial mais compatível na formação óssea, mas existem outras limitações, com isso um material ideal para substituí-lo vem sendo buscado e ainda é um desafio para a odontologia moderna além de existir controversas quanto seu uso.

Outros tipos de biomateriais são encontrados no mercado, sendo ele xenógenos, homogêneos ou sintéticos, podem ser usados de forma isolada ou em conjunto a fim de complementar e alcançar os resultados desejados de acordo com o caso de cada paciente.

Este trabalho propõe argumentar sobre o que são os biomateriais, suas funcionalidades e alguns tipos utilizados na odontologia mostrando suas vantagens e limitações quanto ao uso.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Como podemos perceber, a necessidade de reposição dos elementos dentários sempre fora de suma importância já que a sociedade sofreu e até hoje sofre, com os impactos funcionais e principalmente emocionais, que a falta dos dentes proporciona. Isso colaborou para o desenvolvimento de técnicas e tentativas para minimizar esses impactos até chegarmos aos implantes que temos hoje.

Ainda assim são encontradas muitas dificuldades no estabelecimento dos implantes nas bases ósseas, em virtude do processo de reabsorção que altera o rebordo alveolar de pacientes após exodontias traumáticas, patologias maxilo-mandibulares, trauma dentoalveolar, infecções, cargas protéticas mal adaptadas, doenças periodontais e até razões fisiológicas (TOLEDO FILHO, J. L. 2001; MENDES V.C. 2000; FARDIN A. C. *et al*, 2010).

O processo de reabsorção óssea é contínuo e cumulativo, sofrendo uma perda considerável já no primeiro ano após remoção de um elemento dentário. A condição interfere no estabelecimento dos implantes sendo necessário um ganho na espessura óssea. (MAZZONETTO *et al.*, 2012; CONZ, *et al* 2010)

Decorrente disso, a engenharia tecidual desenvolveu diversos tipos de biomateriais, para repor e incentivar o crescimento do tecido adjacente, propiciando uma adesão, proliferação, diferenciação celular e assim constituindo um novo tecido ósseo capaz de receber os implantes dentários (O'BRIEN, F. J; 2011)

Apesar de sua utilização ser antiga, os biomateriais como conhecemos atualmente, só passaram a ser desenvolvidos a partir dos anos 60. Ficou classificado que "Biomaterial é uma substância inerte farmacologicamente e sistemicamente projetada para implantação dentro ou incorporado a um sistema vivo" (CLEMSON, SC, April 20-24, 1974). Em outras palavras, biomaterial é toda substância que interage com o sistema biológico com intuito de tratar, melhorar ou substituir qualquer tecido, órgão ou funcionalidade; e devem ser inertes, ou seja, não devem agredir ou provocar alergias, irritações ou causar danos ao organismo (BUSER, *et al*, 2010; DALAPICULA, 2008; VON RECUN, A.F; LABERGE, M., 1995; TRINDADE, 2014).

Eles podem adquirir uma vertente de classificação: naturais e naturais modificados, ou então natural e sintético, devem ser escolhidos de acordo com sua origem, mecanismo de ação e comportamento fisiológico. Um bom exemplo disso são os implantes de titânio, que são produzidos enquanto outros biomateriais são incorporados a fim de auxiliar na capacidade de regeneração tecidual, sendo eles enxertos autógenos (removido do paciente), xenógenos (animal), homogêneos (doadores), e os sintéticos (metais, cerâmicos e polímeros) (BUSER, *et al.* 2010; DELAPICULA, 2008; CONZ *et al.*, 2010; DESTERRO *et al.*, 2014).

Em termos de composição, os enxertos autógenos, são considerados padrão ouro na Implantodontia, pois são removidos e transplantados do local doador para o local receptor no mesmo indivíduo (BARONE, A *et al.*, 2009; PELTONIEMI *et al.*, 2002; PALLESEN *et al.* 2002). Sua principal vantagem é a possibilidade de interação entre si, pois apresentam células ósseas vivas imunocompatíveis, importantes nas fases iniciais de osteogênese, custo-benefício considerável, ausência de rejeição, além de possuir todos os mecanismos necessários para a formação óssea, regeneração e cicatrização, se tornando eficaz no processo de neoformação. (DESTERRO *et al.*, 2014; JENSEN J.; SINDET-PETERSEN, S. 1991; TABATA, Y. 2009; PALLESEN *et al.* 2002)

Tradicionalmente, o enxerto ósseo precisa ser osteogênico, osteocondutor e osteoindutor. A osteogênese é a capacidade de formação óssea através dos odontoblastos surgindo através de células transplantadas. Osteoindução se dá a partir da diferenciação de células mesenquimais indiferenciadas, normalmente fibroblastos do tecido conjuntivo em odontoblastos aumentando crescimento ósseo. E a osteocondução é promovida através de aposição de tecido ósseo pré-existente, geralmente inorgânica, que fixa células osteoprogenitoras atuando juntamente com vasos sanguíneos trazendo a nutrição necessária, agindo como um elo para formação óssea (DESTERRO *et al.*, 2014; TRINDADE, 2014; LINDHE ET. AL, 2005; KIRKPATRIC, C. J.; MITTERMAYER, 1990; MARX, 2007; MASTERS, D.H,1988; URIST MR, 1965; URIST MR *et al.*, 1984).

Apesar dos seus benefícios, apresenta algumas desvantagens: baixa disponibilidade, maior tempo cirúrgico com procedimento mais invasivo, riscos cirúrgicos, eventualmente pode causar uma hipersensibilidade local pós-operatória,

e potencial reabsorção principalmente nos primeiros meses de enxertia (CASTRO-SILVA; ZAMBUZZI; GRANJEIRO, 2009; MAIORANA *et al.*, 2011). As áreas doadoras podem ser extrabucais removidas de ossos ilíacos e área calvária, sendo necessário uso de centros cirúrgicos; ou de regiões intrabucais como: mento, ramo mandibular, região de túber, podendo ser realizado em consultório (LIN, KY, *et al* 1990).

Levando em consideração as propriedades dos enxertos autógenos, os biomateriais carecem das mesmas características para minimizar as morbidades cirúrgicas e cumprirem seu papel. Deste modo, os estudos mostram que ossos homogêneos e xenógenos possuem características semelhantes dos enxertos autógenos, proporcionando resultados positivos, e com menos tempo cirúrgico; porém torna-se mais lento para a revascularização e osseointegração, uma vez que não possuem células vivas. (ELLIS E 3rd, SINN DP; 1993; DESTERRO *et al.*, 2014; SOUZA *et al.*, 2016)

A dificuldade de escolha dos biomateriais existe por causa das propriedades requisitadas, as empresas têm buscado desenvolver materiais sintéticos mais confiáveis e compatíveis; ainda não existe um biomaterial que possua todas as propriedades exigidas, porém a literatura tem preconizado o uso concomitante de dois ou mais biomateriais para obter um resultado mais assertivo (FONSECA, RJ; DAVIES WH, 1995; BUSER *et al.*, 2010)

3. CONSIDERAÇÕES SOBRE OS BIOMATERIAIS

Os biomateriais atualmente possuem os mais diversos formatos como: esponjas, lâminas, blocos, géis, entre outros, variando seu tempo de ação composições químicas, sendo produzidos a partir de: metais, cerâmicas, biocerâmicas, polímeros e os xenógenos, de origem animal bovino ou suíno. (SOUZA *et al.*, 2016; GIANNOUDIS; DINOPOULOS; TSIRIDIS, 2005; ABUKAWA *et al* 2006).

Os metais possuem um excelente desempenho mecânico e alta resistência a corrosão e fraturas, sendo submetidas as áreas que necessitam de altas cargas de tração e compressão, fáceis de serem esterilizados, com boa superfície de

polimento, além de serem utilizados diferentes tipos de matéria prima, sendo o principal exemplo o implante dentário feito de Titânio (PIRES, *et al*, 2015). Vale ressaltar que as desvantagens também são muito presentes nesses biomateriais, há uma perda dos estímulos mecânicos na região receptora, que por sua vez pode acarretar reabsorção óssea local (HUISKES *et al.*, 1992; BAUER & SCHILS, 1999).

Os biocerâmicos e cerâmicos são frequentemente utilizados em próteses, já se sabe que possuem propriedades biocompatíveis, temos de exemplo as zircônias e das aluminas, que são toleradas pelo organismo e não provocam reações aos tecidos (HENCH, L.L, 1986). Destacamos aqui também a hidroxiapatita sintética, pode ser extraída de diversas maneiras, esse material possui uma similaridade com as composições da hidroxiapatita humana, não causando danos inflamatórios, elevando os níveis de osteointegração e biocompatibilidade devido ao seu sal fosfato e cálcio (KIM *et al.*, 2017; MEDINA, 2018). Sua aplicabilidade é indicada para preencher alvéolos após exodontias, levantamento de seio maxilar, correção de cirurgias, estéticas entre outras (SOUZA *et al*, 2016; KIM *et al.*, 2017).

Tem sido um dos materiais mais estudados pela liberação de diversos compostos, atuando também em outras áreas como hormônios, vacinas e antibióticos. As suas limitações são devido a partículas quebradiças e que cedem a fratura por ser um material poroso, não utilizadas em regiões de tensão mecânica e não podem ser fixadas no leito receptor (PAUL, W.; SHARMA, C. P. 2001; WAN *et al.*, 2006 RUBIN, P.J; YAREMCHUCK, M.J, 1997).

No caso dos polímeros, são materiais fáceis de serem produzidos em diversas formas, tem um custo mais acessível, possui uma certa biocompatibilidade. Os mais conhecidos são os PMMA, as fibrinas de colágeno e de seda, ácido hialurônico. Esse grupo possui baixa resistência mecânica, sofrendo com a rápida reabsorção, aqui encontramos membranas sintéticas de colágenas bastante utilizadas nos processos de reparação tecidual (JACOB *et al.*, 2017; MEDINA, 2018; ABUKAWA *et al.*, 2006; OH *et al.*, 2006; PRECHEUR, 2007).

Ainda na categoria de polímeros temos membranas não reabsorvíveis como a de PTFE, comumente utilizada pela capacidade de promover uma barreira e uma rápida regeneração, impedindo a invaginação de tecido mole na região que irá

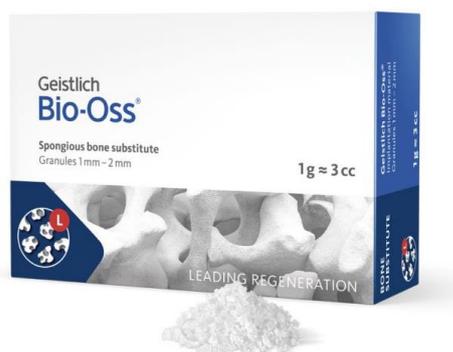
formar osso. A sua maior desvantagem é a necessidade de uma segunda cirurgia para a remoção (MONTEIRO, A.S.F. *et al* 2008; BORNSTEIN, M.M, 2007).

Nos biomateriais xenógenos encontramos a hidroxiapatita bovina, que é bastante utilizada devido a sua lenta reabsorção e degradação pelos osteoclastos, sendo vantajosa pela disponibilidade em grande volume, sua desvantagem é não ser osteogênica e nem osteoindutora, temos como referência o Bio Oss®. Esse material apresenta também uma superfície porosa possibilitando a ação capilar nutrindo e secretando proteínas ideais para a regeneração óssea, possuindo uma alta capacidade de osteocondução semelhante a hidroxiapatita humana. (MAIORANA *et al* 2011; FERREIRA *et al.*, 2007)

Para complementar os biomateriais e auxiliar na neoformação, utilizada isolada a matriz óssea desmineralizada, as proteínas possuem a capacidade de osteoindução. Quando aplicada aos ossos particulados sintéticos ou bovinos, são totalmente reabsorvíveis. Além disso, as proteínas morfogenéticas são capazes de realizar o reparo ósseo de forma natural, não sendo necessária a existência local de células osteoprogenitoras. A sua utilização não é essencial, mas possui vantagens na sua utilização, e a desvantagem é o alto custo. (LEE, 1997; SILVA, J.J *et al* 2002).

3.1- Apresentação comercial de alguns biomateriais:

Figura 1- Bio-Oss (Geistlich)



Fonte: <https://shop.geistlich.com.br/>

Figura 2 – Bio-Gide (Geistlich)



Fonte: <https://shop.geistlich.com.br/>

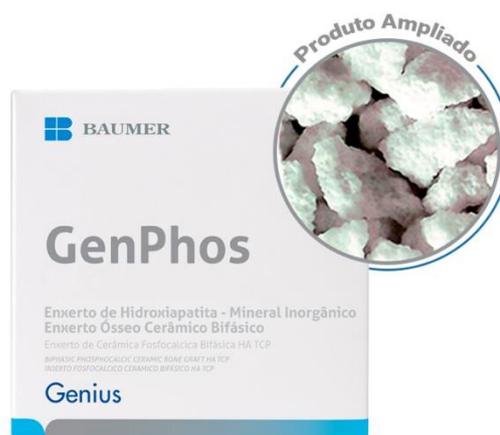
Bio-Oss é um exemplo de substituto ósseo de origem bovina material mineralizado, apresentado em diversos tamanhos de partículas.

Bio-Gide também apresentada em diversos formatos, cada um para uma indicação, é a marca comercial de uma membrana de colágeno suíno, existem das mais diversas membranas no mercado, utilizada normalmente para impedir a permeabilização do tecido mole em área enxertada ou que precisa de formação óssea.

Figura 3 – Bone Heal



Figura 4 – GenPhos (Baumer)



Fonte: <https://boneheal.com.br/>

Fonte: https://www.baumer.com.br/produtos/genphos_ha_tcp

A Bone Heal é uma barreira não reabsorvível, um exemplo de uma PTFE, desenvolvida também para impedir permeabilização do tecido conjuntivo no interior de alvéolos, e competir com tecidos ósseos. Precisa ser removida em uma segunda sessão.

GenPhos é um outro exemplo de enxerto ósseo, mas sintético, produzido através de cerâmicos bifásicos e hidroxiapatita. A empresa que fabrica esse material possui muitos materiais sintéticos para reposição óssea, além de membranas e alguns xenógenos.

4. DISCUSSÃO

No dia a dia muitos pacientes preferem a reabilitação oral através dos implantes, e para o estabelecimento deles é necessário um osso sadio, com altura e espessura óssea apropriada. A maioria dos casos necessitam do uso dos biomateriais e para preservar ou devolver essas condições, sem causar danos ao leito receptor. A sua escolha deve ser com base nas vantagens e desvantagens que podem oferecer ao tratamento, uma vez que possui uma ampla variedade (CONZ *et al.*, 2010; DESTERRO *et al.*, 2014; SOUZA *et al.*, 2016)

Após as exodontias, existe eficácia no uso de membranas de proteção como PTFE como meio de preservação do coágulo sanguíneo, promover a angiogênese, além de impedir o crescimento das células de tecido gengival no interior do alvéolo (ELGALI *et al.*, 2017; YAMADA; EGUSA, 2018) possuindo como ponto negativo a possibilidade de deiscência gengival após a cicatrização, e posterior remoção da membrana como observado no estudo de TROMBELLI, *et al.*, 2008.

Após a existência das membranas de PTFE não-reabsorvíveis, surgiram as membranas de colágeno que são reabsorvíveis, que se mostrou eficaz na formação óssea com potencial nas reconstruções alveolares pelas características atóxicas, anti-inflamatórias e compatíveis com organismo (CHEN *et al.*, 2018).

O uso da membrana de PRF tem apresentado eficácia em reconstrução e elevação do seio maxilar, principalmente quando há rompimento da membrana sinusal, os resultados foram favoráveis, semelhante aos que não tiveram perfuração (BARBU, H.M, *et al.*, 2018).

O uso da membrana de PTFE associada a enxerto em bloco, teve pouca reabsorção se comparado ao uso dos blocos sem proteção alguma após 6 meses (ANTOUN, *et al.*, 2001), em outros estudos o enxerto em bloco associado a PTFE houve um ganho na espessura, mas mostrou que o uso de xenógeno particulado associado a membrana de colágeno houve um ganho um pouco maior, tornando mais vantajoso o uso do xenógeno, e sem a necessidade de uma área doadora (BUSER, 1996; VON ARX, T; BUSER, D., 2006)

Para as reposições ósseas, os autógenos seguem sendo a melhor opção, são resistentes a infecções, possuem capacidade osteoindutora, osteocondutora, osteopromotora, como desvantagem eles apresentam a quantidade, local de remoção, qualidade encontrada no tecido ósseo do leito doador, além reabsorção óssea severa nos primeiros 3 a 4 meses (MARIORANA, *et al* 2011). Quando removidos de sítios doadores intraorais apresentam taxa de reabsorção reduzida, mantendo o volume ósseo enxertado se comparados com os extraorais; uma vez que possuem rápida vascularização devido a sua origem embriogênica (SMITH, *et al* 1974).

Enxertos autógenos misturados com Bio-Oss exibem bons resultados mediante as reabsorções ósseas após 6 meses, sofrendo pouca ou nenhuma reabsorção (PROUSSAEFS, *et al*, 2006) uma vez que o bio-oss equilibra a redução óssea causada pela remodelação do osso autógeno nos primeiros meses (MAIORANA, *et al*, 2011). Além desse, outros biomateriais associados com autógenos trouxeram bons resultados em rebordos onde foram instalados implantes imediatos (ALKUDMANI, *et al*, 2017).

A apresentação de biomateriais em forma granular porosa, acaba sendo a mais utilizada pela facilidade e pela capacidade de proliferação celular, aporte nutritivo, melhora a conexão mecânica entre o biomaterial e o tecido ósseo (MOORE, 2001), mas como observado em estudo, muitas vezes eles não apresentam a porosidade que informada pelo fabricante (CONZ, *et al*, 2010).

Além disso, biomateriais com hidroxiapatita em sua composição mantem estabilidade na região operada, sendo uma vantagem; ela possui uma lenta reabsorção, mas estudos ainda precisam ser feitos para entender se essa condição atrapalha a neoformação óssea (LINDHE, *et al*, 2014; STAVROPOULOS, A, *et al*; 2004).

Muitas pesquisas têm sido realizadas também sobre os fatores de crescimento, com propósito de reparar grandes defeitos, ou regiões com baixa previsibilidade de formação óssea. As proteínas morfogenéticas (BMP's; rh Bmp-2) como mostram vários estudos, estimulam o crescimento ósseo e podem melhorar o desempenho dos biomateriais, normalmente são associadas a carregadores como esponjas de

colágeno. Ainda possuem um alto custo, se tornando uma desvantagem, e um estudo realizado em 2017 mostrou ineficácia dela associada com enxerto em bloco (KIM *et al.*, 2017; VAHABI *et al.*, 2012; LEE *et al.*, 2013; BENIC *et al.*, 2017).

5. CONCLUSÃO

Com essa revisão de literatura foi possível entender que os biomateriais vêm ganhando uma notoriedade considerável nas reparações ósseas. Todos eles apresentam vantagens e desvantagens, inclusive o osso autógeno considerado o padrão ouro. Os estudos mostram relevância na sua associação com outros biomateriais. Cabe ao cirurgião-dentista analisar o caso de cada paciente e planejar o uso de um ou mais biomateriais, com propósito de alcançar melhores resultados, viabilizando a reabilitação oral do paciente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABUKAWA, H. **The engineering of craniofacial tissues in the laboratory: A review of scaffolds and implant coatings.** Dental Clinics of North American, Philadelphia, v.50, n.2, p.205-216, 2006

ALKUDMANI, H.; JASSER, R. A. L.; ANDREANA, S. **Is bone graft or guided bone regeneration needed when placing immediate dental implants? A systematic review.** Implant Dentistry, v. 26, n. 6, p. 936–944, dec. 2017.

BARBU, H. M. *et al.* **Maxillary Sinus Floor Augmentation to Enable One-Stage Implant Placement by Using Bovine Bone Substitute and Platelet-Rich Fibrin.** BioMed Research International, v. 2018, p. 1-6, aug. 2018.

ANTOUN H, SITBON JM, MARTINEZ H, MISSIKA P. **A prospective randomized study comparing two techniques of bone augmentation: Onlay graft alone or associated with a membrane.** Clin Oral Implants Res 2001; 12: 632-639.

BECKER W. **Immediate implant placement: treatment planning and surgical steps for successful outcome.** Periodontol, v.47, p.79-89, 2000.

BECKER, W.; SCHENK, R.; HIGUCHI, K.; LEKHOLM, U.; BECKER, B. E. **Variations in Bone Regeneration Adjacent to Implants Augmented With Barrier Membranes Alone or With Demineralized Freeze-Dried Bone or Autologous Grafts: A Study in Dogs.** Int J Oral Maxillofac.Implants, Houston, v. 10, n.2, p.143-154, Mar./Apr. 1995.

BECKER W, GOLDSTEIN M. **Immediate implant placement: treatment planning and surgical steps for successful outcome.** Periodontol; v.47: p.79- 89, 2000

BENIC, G.; HÄMMERLE, C. **Horizontal bone augmentation by means of guided bone regeneration.** Periodontology 2000, v. 66, n. 1, p. 13–40, oct. 2014.

BARONE, A., VARANINI, P., ORLANDO, B., TONELLI, P., & COVANI, U. **Deep-frozen allogeneic onlay bone grafts for reconstruction of atrophic maxillary alveolar ridges: a preliminary study.** Journal of oral and maxillofacial surgery: official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons, 67(6), 1300–1306, 2009.

BAUER, T. W.; SCHILS, J. **The pathology of total joint arthroplasty. Mechanisms of implant failure.** Skeletal radiology, New York, v.28, p.483-497, 1999

BARBU, HORIA MIHAIL ET AL. **“Maxillary Sinus Floor Augmentation to Enable One-Stage Implant Placement by Using Bovine Bone Substitute and Platelet-Rich Fibrin.”** *BioMed research international* vol. 2018 6562958. 13 Aug. 2018

BELLINI, D., DOS SANTOS, M. B., DE PAULA PRISCO DA CUNHA, V., & MARCHINI, L. **Patients' expectations and satisfaction of complete denture therapy and correlation with locus of control.** Journal of oral rehabilitation, 36(9), 682–686, 2009.

BORNSTEIN MM, BOSSHARDT D, BUSER D. **Effect of two different bioabsorbable collagen membranes on guided bone regeneration: a comparative histomorphometric study in the dog mandible.** J. periodontol. 2007;78:1943- 1953.

BRÄNEMARK, P.-I.; ZARB, G. A.; ALBREKTSSON, T. **Tissue integrated prostheses.** In: **Osseointegration in clinical dentistry.** Chicago: Quintessence Publ. Co. Inc. 1985

BUSER D. **Regeneração Óssea Guiada em Implantodontia.** Guintessence editora Ltda 2 ed. 2010.

CARVALHO, P. S. P. *et al.* **Biomateriais aplicados a Implantodontia.** Revista Implant News, v. 7, n. 3, p. 56-65, 2010.

CASTRO-SILVA, I. I., ZAMBUZZI, W. F., GRANJEIRO, J. M. **Panorama atual do uso de xenoenxertos na prática odontológica.** Innov. Implant J. Biomater. Esthet, v. 4, n. 3, p. 70-75, 2009

CLEMSON ADVISORY **Board for Biomaterials**, pamphlet, 2 pages, distributed at Sixth Annual International Biomaterials Symposium, Clemson, SC, April 20-24, 1974

6th Annual International Biomaterials Symposium Held at Clemson Univ., Clemson, S.C., April 20 - 24, 1974

CHEN, P. *et al.* **Fabrication of a silver nanoparticle-coated collagen membrane with anti-bacterial and anti-inflammatory activities for guided bone regeneration.** **Biomedical Materials**, v. 13, n. 6, p. 065014, oct. 2018.

CHIAPASCO M, ABATI S, ROMEO E, VOGEL G. **Clinical outcome of autogenous bone blocks or guided bone regeneration with e-PTFE membranes for the reconstruction of narrow edentulous ridges.** *Clin Oral Implants Res.* 1999;10(4):278-288.

CONZ, M.B.; CAMPOS, C.N.; SERRÃO, S.D.; SOARES, G.A.; VIDIGAL, G.M. **Caracterização físico-química de doze biomateriais utilizados como enxertos ósseos na implantodontia.** Revista Implantnews 2010;7(4): 541-546.

DALAPICULA, S. S.; SONZ, M. B. **Caracterização Físico-Química de Biomateriais para Enxerto Ósseo de Origem Alógena e Xenógena.** REV. implantnews, São Paulo, v. 5, n. 2, p.205-213, mar./abr., 2008

DAVARPANA, M. *et al.* **Manual de Implantodontia Clínica** Tradução: Eunice Gruman e Júlia Gruman Martins. 2. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

DESTERRO, F.P.; SADER, M.S.; SOARES, G.D.; VIDIGAL, G.M. **Can inorganic bovine bone grafts present distinct properties?** Braz Dent J. 2014;25(4):282-8.

DONATH, K.; **Manual de Implantodontia Clínica**. Porto Alegre-RS: Artmed, 2003

ELLIS E 3RD, SINN DP. **Use of homologous bone in maxillofacial surgery**. J Oral Maxillofac Surg. 1993; 51(11):1181-93

FARDIN, A.C; JARDIM, E.C.G; PEREIRA, F.C; GUSKUM, M.H; ARANEGA, A.M; GARCIA JÚNIOR, I.R. **Enxerto ósseo em odontologia: revisão de literatura**. Innov Implant J, Biomater Esthet, São Paulo, v. 5, n. 3, p. 48-52, set./dez. 2010

FERREIRA, J.S.; DALAPICULA, S.S.; CONZ, M.B.; VIDIGAL, G.M. **Enxertos ósseos xenógenos utilizados na implantodontia oral**. Revista Implantnews 2007;4(3):303-6

FRANCISCHONE CARLOS EDUARDO, MENUTI NETO ANGELO. **Bases Clínicas e Biológicas na Implantologia**. São Paulo: Livraria Santos. 2009

FONSECA RJ, DAVIES WH. **Reconstructive preprosthetic oral and maxillofacial surgery**. 2nd ed. New York: W. B. Saunders; 1995.

GIANNOUDIS, P.V.; DINOPOULOS, H.; TSIRIDIS, E. **Bone substitutes: An update**. Injury, v.36, supl.3, p.S20-27, 2005.

GUASTALDI A. C.; APARECIDA A. H. **Fosfatos de calcio de interesse biológico, importância como biomateriais, propriedades e método de obtenção recobrimento**. Wuim Nova. 2010, 33 (6): 1352-8

HENCH, L. L. **Bioactive materials: the potential for tissue regeneration**. J Biomed Mater Res, v. 41, n. 4, p. 511-518, 1998.

HUISKES, R.; WEINANS, H.; RIETBERGEN, B. V. **The relationship between stress shielding and bone resorption around total hip stems and the effects of flexible materials**. Clinical Orthopaedics and Related Research, Philadelphia, v.274, p.124-134, 1992.

JACOB, S.A.; AMUDHA, D. **Guided Tissue Regeneration: A Review**. J Dent Health Oral Disord Ther 2017, 6(3): 00197.

JENSEN J, SINDET-PETERSEN S. **Autogenous mandibular bone grafts and osseointegrated implants for reconstruction of the severely atrophied maxilla: a preliminary report**. J Oral Maxillofac Surg. 1991;49(12): 1277-87

KIRKPATRIC, C. J.; MITTERMAYER, C. **Theoretical and practical aspects of testing potential biomaterials in vitro**. J Mater Sci Mater Med, v. 1, n. 1, p. 9-13, 1990.

KIM, H.S.; PARK, J.C.; YUN, P.Y.; KIM, Y.K. **Evaluation of bone healing using rhBMP-2 soaked hydroxyapatite in ridge augmentation: a prospective observational study**. Maxillofac Plast Reconstr Surg. 2017 Dec 25;39(1):40.

LEE SS, HUANG BJ, KALTZ SR, *et al.* **Bone regeneration with low dose BMP-2 amplified by biomimetic supramolecular nanofibers within collagen scaffolds.** *Biomaterials.* 2013;34(2):452-459.

LIN, KY, BARTLETT SP, YAREMCHUK MJ, FALLON M, GROSSMAN RF, WHITAKER LA. **The effect of rigid fixation on the survival of onlay bone grafts: an experimental study.** *Plast Reconstr Surg.* 1990;86(3):449-56.

LINDHE, J.; KARRING, T.; LONG, N. P. **Tratado de periodontia clínica e implantologia oral:** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2005.

MAIORANA C, BERRETA M, GROSSI GB, SANTORO F, HERFORD AS, NAGURSKY H, CICCIOU M. **Histomorphometric Evaluation of Anorganic Bovine Bone Coverage to Reduce Autogenous Grafts Resorption: Preliminary Results.** *The Open Dentistry Journal,* 2011; 5: 71-78

MARX, R. E. **Bone and bone graft healing.** *Oral Maxillofac Surg Clin North Am,* v. 19, n. 4, p. 455-66, 2007.

MARZOLA, C.; PASTORI, C. M. **Enxertos em reconstruções de maxilas atróficas.** *Revista da Academia Tiradentes de Odontologia,* ed. 4, p. 298-302, 2006.

MASTERS DH. **Implants. Bone and bone substitutes.** *CDA J.* 1988;16(1):56-65.

MAVROGENIS AF, DIMITRIOU R, PARVIZI J, BABIS GC. **Biology of implant osseointegration.** *J Musculoskelet Neuronal Interact.* 2009 Apr-Jun;9(2):61-71.

MAZZONETTO, R.; NETTO, H.D; NASCIMENTO, F.F. **Enxertos Ósseos em Implantodontia.** In: Kluppel, L. E. **Técnica cirúrgica para remoção de enxertos autógenos intrabuciais.** Nova Odessa: Napoleão; 2012. Cap. 8, p. 272-309.

MEDINA, N.E.M. **Uso de BioOss Collagen em Procedimentos Regenerativos na Odontologia: revisão de literatura.** Monografia (Especialização). Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo – USP. Bauru, 2018.

MENDES, V; DAVIES, J. **Uma nova perspectiva sobre a biologia da osseointegração.** *Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent.,* v. 70, n. 2, p. 166-71, 2016.

MENDES VC. **Influência da matriz de esmalte dentário (Emdogain®) sobre o processo de reparo alveolar: análise histológica e histométrica em ratos** [Dissertation]. Araçatuba: Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista; 2000.

MISCH, C. **The use of ramus grafts for ridg augmentation.** *Dental implantology update.* v.9, n.6, p. 41-44. Jun. 1998.

MONTEIRO ASF, MACEDO NL, MACEDO LGS, VALVA VN, GOMES MF. **Polyurethane and PTFE barriers for guided bone regeneration: A hisormfometric study in rabbits parietal bone.** *Braz. dent. sci.* 2008;11(4):6-12

O'BRIEN, F. J. **Biomaterials & scaffolds for tissue engineering.** *Materials Today*, v. 14, n. 3, p. 88–95, 2011.

OH, S.; OH, NANSIK.; APPLEFORD, M.; ONG, J. **Bioceramics for tissue engineering applications – A review.** *American Journal of Biochemistry & Biotechnology*, New York, v.2, n.2, p.49-56, 2006.

PALLESEN, L.; SCHOU, S.; AABOE, M.; HJORTING-HANSEN, E; NATTESTAD, A.; MELSEN, F. **Influence of particle size of autogenous bone grafts on the early stages of bone regeneration: a histologic and stereologic study in rabbit calvarium.** *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2002; 17:498-506.

PAUL, W.; SHARMA, C. P.; **Trends Biomater.** *Artif. Organs* 2001, 14, 37.

PELTONIEMI, H. *et al.* **The use of bioabsorbable fixation devices in craniomaxillofacial surgery.** *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, v. 94, n. 1, p. 5-14, 2002.

PRECHEUR, H. V. **Bone graft materials.** *Dental Clinics of North American*, Philadelphia, v.51, p.729-746, 2007

PIRES, A.L.R; BIERHALZ, A.C.K; MORAES, A.M. **Biomateriais: tipos, aplicações e mercado.** *Quim. Nova.* Vol. 38, No. 7. 2015

PROUSSAEFS P, LOZADA J, ROHRER MD. **A Clinical and histologic evaluation of a block onlay graft in conjunction with autogenous particulate and inorganic bovine mineral (bio-oss): A case report.** *Int J Periodontics Restorative Dent* 2002; 22: 567-573.

PROUSSAEFS P, LOZADA J. **The use of intraorally harvested autogenous block grafts for vertical alveolar ridge augmentation: A human study:** *Int J Periodontics Restorative Dent* 2005; 25: 351-363.

PROUSSAEFS P, LOZADA J. **Use of titanium mesh for staged localized alveolar ridge augmentation: clinical and histologic-histomorphometric evaluation.** *J Oral Implantol.* 2006;32(5):237-247.

RUBIN PJ, YAREMCHUCK MJ. **Complications and toxicities of implantable biomaterials used in facial reconstructive and aesthetic surgery: a comprehensive review of the literature.** *Plast Reconstr Surg.* 1997;100(5):1336-53.

SANTOS, A. A. DOS, MIRANDA, C. D. O., ALVES, M. T. DE S., & FALOPPA, F. (2005). **O papel da proteína morfogenética óssea na reparação do tecido ósseo.** *Acta Ortopédica Brasileira*, 13(4), 194–195.

SCHROPP L, WENZEL A, KOSTOPOULOS L, KARRING T. **Bone healing and soft tissue contour changes following single tooth extraction: a clinical and**

radiographic 12-month prospective study. Int J Periodontics Restorative Dent. 2003;23(4):313-23.

SMITH, J. D., & ABRAMSON, M. **Membranous vs Endochondral Bone Autografts.** Archives of Otolaryngology - Head and Neck Surgery, 1974;99(3), 203–205.

SOUZA, G.; ELIZAS, F.V.; SOUZA, R.; JOAQUIM, F.L.S. **Hidroxiapatita Como Biomaterial Utilizado Em Enxerto Ósseo Na Implantodontia: Uma Reflexão.** Revista Odontológica de Araçatuba, v.37, n.3, p. 33-39, set/dez, 2016

STAVROPOULOS, A. et al. **Fate of bone formed by guided tissue regeneration with or without grafting of Bio-Oss or Biogran. An experimental study in the rat.** J. Clin. Periodontol., Copenhagen, v. 31, n. 1, p. 30-39, 2004.

TABATA, Y. **Biomaterial technology for tissue engineering applications.** J. R. Soc. Interface, v.6, p. S311- 324, 2009

TOLEDO FILHO JL, MARZOLA C, RODRIGUEZ SANCHES MP. **Os enxertos ósseos e de biomateriais e os implantes osseointegrados.** BCI. 2001;8(30):127-43

TRINDADE R, ALBREKTSSON T, TENGVALL P, WENNERBERG A. **Foreign Body Reaction to Biomaterials: On Mechanisms for Buildup and Breakdown of Osseointegration.** Clin Implant Dent Relat Res. 2016 Feb;18(1):192-203.

TROMBELLI L, FARINA R, MARZOLA A, BOZZI L, LILJENBERG B, LINDHE J. **Modeling and remodeling of human extraction sockets.** Journal of clinical periodontology. 2008;35(7):630-9.

URIST MR. **Bone: Formation by autoinduction.** Science. 1965;150(698):893-9.

URIST MR, HUO YK, BROWN WLL AG, HOHL WM, BUYSKE J, LIETZE A, et al. **Purification of bovine bone morphogenetic protein by hydroxyapatite chromatography.** Proc Natl Acad Sci U S A. 1984;81(2):371-5

VAHABI S, AMIRIZADEH N, SHOKRGOZAR MA, et al. **A comparison between the efficacy of Bio-Oss, hydroxyapatite tricalcium phosphate and combination of mesenchymal stem cells in inducing bone regeneration.** Chang Gung Med J. 2012;35(1):28-37

VERHOEVEN JW, RUIJTER J, CUNE MS, TERLOU M, ZOON M. **Enxertos Onlay em combinação com implantes endósseos em atrofia mandibular severa: resultados de um ano de um estudo radiológico quantitativo prospectivo.** Clin Oral Implants Res 2000; 11: 583-94

VON ARX T, BUSER D. **Horizontal ridge augmentation using autogenous block grafts and the guided bone regeneration technique with collagen membranes: A clinical study with 42 patients.** Clin oral implants Res 2006;17:359-366

VON RECUM, A. F.; LABERGE, M. **Educational goals for biomaterials science and engineering: perspective view.** J. Appl. Biomater., New York, v. 6, n. 2, p. 137-144, summer, 1995.

WAN, D. C.; NACAMULI, R. P.; LONGAKER, M. T. **Craniofacial bone tissue engineering.** Dental Clinics of North American, Philadelphia, v.50, n.2, p.175-190, 2006.