

FACULDADE SETE LAGOAS - FACSETE

LEANDRO CÉSAR TREVISAN

**APLICAÇÃO DOS MATERIAIS SINTÉTICOS
E NÃO SINTÉTICOS EM IMPLANTODONTIA**

**SÃO PAULO-SP
2019**

LEANDRO CÉSAR TREVISAN

**APLICAÇÃO DOS MATERIAIS SINTÉTICOS
E NÃO SINTÉTICOS EM IMPLANTODONTIA**

Monografia apresentada ao curso de Especialização
Lato Sensu da Faculdade Sete Lagoas, como requisito
parcial para conclusão do Curso de Especialização em
Implantodontia.

Área de concentração: Implantodontia

Orientador: Dr. Dario Paterno Junior

**SÃO PAULO-SP
2019**

César Trevisan, Leandro
Aplicação dos materiais sintéticos e não sintéticos
em Implantodontia / Leandro César Trevisan. -- São
Paulo, 2019.
41 f.

Orientador: Dario Paterno Junior.
Monografia (Especialização em Implantodontia) --
Faculdade Sete Lagoas (FACSETE), 2019.

1. Implantes Dentários. 2. Enxerto ósseo. 3.
Substituto ósseo. 4. Aumento de Rebordo. I. Paterno
Junior, Dario. II. Título.

FACULDADE SETE LAGOAS - FACSETE

Monografia intitulada "**Aplicação dos materiais sintéticos e não sintéticos em implantodontia**" de autoria do aluno Leandro César Trevisan, aprovada pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

Dr. Dario Paterno Junior – Orientador

Prof.

Prof.

São Paulo, 25 de Março de 2019.

Dedico este trabalho primeiramente a Deus,
por ser essencial em minha vida, e aos meus
pais, Laércio e Leonice.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos professores pelo conhecimento compartilhado, e aos amigos que ganhei nesta jornada.

“Se você quer ser bem sucedido, precisa ter dedicação total, buscar seu último limite e dar o melhor de si mesmo.”

(Ayrton Senna)

RESUMO

Cada vez mais uma alternativa para reabilitação oral de áreas edêntulas, o tratamento com implantes dentários envolve diversos fatores que devem ser avaliados no planejamento. Um dos principais é se o paciente possui bom volume ósseo na região que receberá esses dispositivos. Nas situações em que o osso encontrado é insuficiente, faz-se uso de técnicas para aumento ósseo – como as cirurgias de enxerto, as quais podem ser realizadas através de diferentes técnicas envolvendo biomateriais de diversas origens (natural ou sintética). Reconhecendo o avanço no desenvolvimento dos substitutos ósseos nas últimas décadas, a presente revisão bibliográfica tem como proposição principal realizar um estudo a respeito das variadas técnicas de enxertos ósseos quanto à aplicação dos biomateriais sintéticos e não sintéticos em Implantodontia, avaliando nos estudos comparativos as indicações e eficácia de cada técnica. Foi visto que, mesmo que os enxertos autógenos ainda sejam considerados como o “padrão ouro” na literatura, em especial por causa de suas propriedades osteocondutoras, osteoindutoras, biocompatibilidade e potencial osteogênico, outros biomateriais podem ser aplicados com segurança nas cirurgias para aumento ósseo, tais como os aloenxertos, os xenoenxertos (em especial os originados do osso bovino) e os sintéticos (como o fosfato tricálcio e a hidroxiapatita). Tais alternativas podem trazer algumas vantagens para os procedimentos de enxerto, como a diminuição da dor pós-operatória, morbidade e tempo de cirurgia. Após avaliar a quantidade e qualidade do osso remanescente, cabe ao implantodontista escolher o material (ou a combinação) mais adequado para cada caso.

Palavras-chave: Implantes Dentários; Enxerto Ósseo; Substitutos Ósseos; Aumento do Rebordo.

ABSTRACT

As an increasingly common alternative for oral rehabilitation of edentulous sites, treatment with dental implants involves several factors that must be evaluated at the pre-surgical planning. One of the most important is the presence or absence of good bone volume in the region that will receive the devices. In situations where the bone is insufficient, techniques for bone augmentation are used – such as graft surgeries, which can be performed through different techniques involving biomaterials from different origins (natural or synthetic). Thus recognizing the advances in the development of bone substitutes in the last decades, the aim of this bibliographical review was to conduct a study about the techniques of bone grafts regarding the use of synthetic and non-synthetic biomaterials in Implantology, evaluating through the comparative studies the indications and efficacy of each technique. The findings confirm that, even though the autogenous grafts are still considered the “gold standard”, especially because of their biocompatibility and osteoconductive, osteoinductive and osteogenic potential, other materials can be safely applied in surgeries for bone augmentation, such as allografts, xenografts (especially those originating from bovine bone) and synthetic (such as tricalcium phosphate and hydroxyapatite). Such alternatives may bring advantages to the graft procedures, such as reduction of postoperative pain, morbidity and surgery time. After evaluating the quantity and quality of the remaining bone, it is up to the surgeon the choice of the most appropriate material (or combination) in each case.

Keywords: Dental Implants; Bone Transplantation; Bone Substitutes; Alveolar Ridge Augmentation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - O efeito de diferentes enxertos na osteoindução através de um sistema de escore qualitativo.....	18
Figura 2 - Formação óssea na área da membrana de colágeno após implantes nos defeitos ósseos de tamanho crítico em ratos.....	20
Figura 3 - Reconstrução tridimensional das trabéculas ósseas e espaços medulares oito semanas após extração de molares mandibulares em coelhos.....	22
Figura 4 - Apresentação comercial do substituto ósseo Geistlich Bio-Oss® grânulos pequenos (0,25 mm - 1 mm).....	25
Figura 5 - Radiografias intraorais 12 meses após a inserção do implante.....	28

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PRF: Fibrina Rica em Plaquetas

ROG: Regeneração Óssea Guiada

TCP: Fosfato Tricálcio

FCB: Fosfato de Cálcio Bifásico

RTG: Regeneração tecidual guiada

PAA: Poliaminoácido

HA: Hidroxiapatita

SC: Sulfato de Cálcio

µm: Micrômetro

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação dos biomateriais quanto à origem.....	14
Tabela 2 - Vantagens e desvantagens dos enxertos autógenos.....	15

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. PROPOSIÇÃO.....	13
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	14
3.1 Conceitos relativos aos biomateriais.....	14
3.2 Estudos comparativos dos biomateriais.....	17
4. DISCUSSÃO.....	32
5. CONCLUSÃO.....	37
REFERÊNCIAS.....	38

1. INTRODUÇÃO

Traumas, periodontite e um período prolongado após remoção de um ou mais dentes sem posterior tratamento de reabilitação, estão entre as causas mais comuns para uma considerável perda de volume ósseo na maxila e na mandíbula, levando a grandes desafios na Implantodontia especialmente devido às dificuldades cirúrgicas e limitações anatômicas (SHEIKH; SIMA; GLOGAUER, 2015). De maneira geral, os implantes dentários têm-se mostrado como alternativas de sucesso na recuperação de áreas edêntulas, mas é necessário analisar uma série de aspectos previamente à sua realização.

Um dos fatores mais críticos para se alcançar a osteointegração a longo prazo nos implantes dentários é a presença de bom volume ósseo na região que receberá os mesmos. Nas situações em que tal volume é insuficiente, como, por exemplo, nas mandíbulas atróficas, lança-se mão de técnicas para o aumento do rebordo alveolar. Dessa forma, os enxertos tornam-se necessários para reparação e regeneração do tecido ósseo nessas regiões, conseqüentemente possibilitando os procedimentos de reabilitação oral (ALVAREZ *et al.*, 2018).

Diversas técnicas cirúrgicas para enxertos ósseos, as quais utilizam materiais naturais ou sintéticos, foram desenvolvidas ao longo dos anos, permitindo assim um aumento nos índices de sucesso na colocação de implantes dentários em áreas cujo rebordo alveolar havia sofrido um processo de reabsorção (AL-ALMAIE, 2017). Após um correto planejamento cirúrgico-protético, no qual deverá ser avaliado o grau de perda óssea na área a receber tal implante – bem como a condição sistêmica geral do paciente –, é possível determinar a técnica mais adequada para o procedimento, a qual pode abranger diversos biomateriais, desde os autólogos (aqueles cujo tecido é retirado do indivíduo que será alvo do procedimento) até os sintéticos/aloplásticos (FAVERANI *et al.*, 2014).

Biomateriais podem ser definidos como qualquer substância (ou combinação de materiais) utilizada para substituição sistemas biológicos, interagindo com estes – podendo ainda tratar ou mesmo aumentar qualquer tecido, sendo de origem natural ou não (OLIVEIRA *et al.*, 2010). O material ideal para os enxertos deve seguir alguns principais requisitos, tais como: disponibilidade ilimitada sem comprometimento da área doadora; promover a osteogênese e a osteocondução; rápida revascularização;

evitar a resposta imune por parte do hospedeiro; e substituir o osso em quantidade e qualidade semelhantes à original (GALINDO *et al.*, 2017). Contudo, ainda não existe um material que consiga abranger todas as características, sendo então importante avaliar os diferentes tipos de biomateriais e sua utilização no planejamento de casos em Implantodontia.

2. PROPOSIÇÃO

Entendendo que enxertos têm origens distintas e reconhecendo o significativo avanço no desenvolvimento de substitutos ósseos nas últimas décadas, a presente revisão bibliográfica tem como proposição principal realizar um estudo a respeito das variadas técnicas de enxertos ósseos quanto à aplicação dos biomateriais sintéticos e não sintéticos em Implantodontia, avaliando através dos estudos comparativos as indicações e eficácia de cada técnica.

3. REVISÃO DE LITERATURA

Com o advento das diversas técnicas para a reconstrução do rebordo alveolar em pacientes edêntulos parciais ou totais, os implantes dentários tornaram-se uma realidade cada vez mais segura na reabilitação funcional e estética. O enxerto ósseo tornou-se assim um dos procedimentos mais frequentemente realizados em cirurgias reconstrutivas, aumentando cada vez mais a demanda por grandes quantidades de tecido ósseo doador e novas técnicas que, de maneira segura, possam substituí-las (PAI; M.K.; HOSI, 2017).

Os biomateriais utilizados para procedimentos de reconstrução óssea podem, de forma geral, ser divididos em dois grandes grupos: os enxertos naturais (os quais geralmente possuem vitalidade) e os implantes substitutos ósseos – nos quais são enquadrados todos aqueles biomateriais que não apresentam células vivas. Neste primeiro grupo, estão inclusos os enxertos autógenos e alógenos. Por sua vez, nos substitutos ósseos, podem ser citados os xenógenos e sintéticos (DAL'ALBA *et al.*, 2018). Os biomateriais também podem ser divididos quanto à sua origem (Tabela 1).

Tabela 1: Classificação dos biomateriais quanto à origem

Grupo	Tipo	Origem
Enxertos	Autógenos	Obtidos do próprio paciente
	Alógenos	Obtidos de seres da própria espécie
Implantes (substitutos ósseos)	Xenógenos	Obtido de seres de espécies diferentes
	Sintéticos	Obtidos sinteticamente ou de origem mineral

Fonte: Dal'Alba *et al.*, 2018.

3.1 Conceitos relativos aos biomateriais

Enxertos autógenos, ou seja, aqueles que se compõem de tecidos do próprio indivíduo, trazem vantagens uma vez que ocorre o transplante de células vivas com

capacidade osteogênica. Dentre elas: ausência de resposta imunológica; menor grau de inflamação e infecção se comparado aos demais substitutos ósseos; maior grau de reparação dos tecidos; e diminuição do risco de transmissão de doenças. Assim sendo, a previsibilidade do tratamento com enxertos autógenos fazem com que seja a escolha preferível, uma vez que, no aspecto imunológico, essa técnica fornece ao leito receptor células com capacidade de neoformação óssea – além dos fatores de crescimento e arcabouço ósseo idêntico (MIGUEL JUNIOR *et al.*, 2016).

Contudo, ainda que seja considerada a melhor escolha graças às excelentes propriedades osteocondutoras e osteoindutoras, também são relatadas na literatura algumas desvantagens dos enxertos de natureza autógena. Uma das principais diz respeito à morbidade pós-operatória quando comparado a enxertos provenientes de outras origens, sendo então necessário definir quais dos sítios intrabucais são mais mórbidos e em quais situações podem ser empregados. Objetivando minimizar esse risco, algumas propostas como analgesia preemptiva, anestesia de longa duração e técnicas cirúrgicas mais eficientes têm sido sugeridas, o que pode não somente ser responsável pela diminuição no desconforto do processo cirúrgico, como aumentar as chances de sucesso referente à instalação dos implantes (ALVES *et al.*, 2014).

Outros fatores como um tempo cirúrgico mais longo, necessidade de segundo sítio cirúrgico, riscos de injúrias neurológicas e vasculares e falta de disponibilidade em alguns casos são citadas entre as desvantagens dos autoenxertos, fazendo com que alternativas como enxertos alógenos, xenógenos e aloplásticos sejam cada vez mais estudados e implementados na prática clínica (FAVERANI *et al.*, 2014; WEI *et al.*, 2015). A Tabela 2 exemplifica as vantagens e desvantagens dos autoenxertos.

Tabela 2: Vantagens e desvantagens dos enxertos autógenos

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Biocompatível ▪ Osteoindutor ▪ Osteocondutor ▪ Alto potencial osteogênico ▪ Boa resistência mecânica ▪ Disponível nos tipos cortical e esponjoso 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Necessidade de cirurgia adicional ▪ Morbidade e dor pós-operatória ▪ Aumento no custo e tempo operatório ▪ Aumento do risco de fratura no local doador ▪ Alta variabilidade na qualidade do enxerto ▪ Quantidade limitada de tecido ósseo

Fonte: Sheikh, Sima & Glogauer, 2015.

Os enxertos alógenos (também conhecidos como homólogos) possuem como principais vantagens a grande quantidade de material disponível, fácil manipulação e redução da morbidade cirúrgica – uma vez que não é necessário outro local doador. Além disso, a análise histológica de aloenxertos não revela diferenças significativas em relação aos autoenxertos, ainda que possua como principal desvantagem o fato de não possuir células osteogênicas, perdidas durante sua preparação para evitar a resposta imunológica do hospedeiro (SOUZA *et al.*, 2017). Alguns autores também atentam para o risco de transmissão de doenças infecciosas, dentre elas a síndrome da imunodeficiência adquirida. Entretanto, com o desenvolvimento de novas técnicas de preparação com controle rígido na manipulação dos materiais em todas as fases do processamento (congelamento, desmineralização, liofilização), houve diminuição significativa deste risco (LAKHWANI *et al.*, 2018).

Por sua vez, os enxertos xenógenos (também chamados de heterólogos) são compostos ósseos inorgânicos provindos de outras espécies. Quando comparado a outros biomateriais quanto às características antigênicas, xenoenxertos exigem um tratamento mais rigoroso para prevenir sua rejeição quando implantado. Atualmente, os métodos para processamento de tais enxertos permitiram a completa remoção de componentes orgânicos do osso bovino, o material de predileção para Odontologia. Além destes, os ossos de cavalo e outros animais, bem como o carbonato de cálcio (aragonita) proveniente de corais *Porites* também têm sido estudados como matéria-prima para enxertos. Uma das vantagens desses biomateriais é um maior potencial osteocondutor se comparados a derivados sintéticos (SHEIKH; SIMA; GLOGAUER, 2015).

De maneira geral, os biomateriais de origem sintética têm recebido cada vez mais atenção, uma vez que a escolha por estes materiais acarreta na diminuição ou até mesmo eliminação do uso de autoenxertos, aloenxertos e xenoenxertos, não tão disponíveis quanto os sintéticos. O aprimoramento dos derivados inorgânicos (como vidros bioativos) faz com que sejam amplamente utilizados como substitutos ósseos em diversas lesões graças às características de bioatividade e biocompatibilidade. O fosfato de cálcio (incluindo a hidroxiapatita), em especial, tem tido destaque graças às propriedades osteocondutoras e osteointegradoras, possuindo similaridade com a fase mineral do tecido ósseo natural (SOUZA *et al.*, 2016).

3.2 Estudos comparativos dos biomateriais

Sbordone *et al.* (2010) avaliaram as alterações ósseas em torno de implantes posicionados após o aumento do volume ósseo maxilar com enxertos autógenos ou de materiais provenientes do osso bovino. Foi conduzido um estudo retrospectivo a partir da análise de uma série de casos tratados num período de oito anos, com pelo menos dois anos de acompanhamento pós-cirúrgico para cada paciente. Um total de 118 procedimentos de enxertos (vindos de 93 pacientes) foram incluídos, resultando em 282 implantes dentários. Quanto à taxa de sucesso, os achados mostraram que de 136 implantes posicionados nas regiões dos enxertos autógenos, apenas 6 não foram bem sucedidos. Já no grupo dos xenoenxertos de osso bovino, todos os 146 implantes posicionados obtiveram sucesso. Dos 282 implantes, 138 foram de carga imediata (resultado em apenas 1 insucesso) e 144 de mais de uma etapa (dos quais 5 foram perdidos). A partir dos pacientes, um segundo grupo (B) foi criado visando a análise da remodelação óssea; para esse objetivo, só os pacientes com radiografias pré-enxerto, pós-enxerto, pré-implante e de acompanhamento foram incluídos. Para esse grupo, 39 pacientes atenderam aos critérios de inclusão, sendo realizados 83 procedimentos de aumento maxilar nestes (57 xenoenxertos, 26 autoenxertos). 154 implantes foram analisados nessa amostra, sendo 92 posicionados em xenoenxertos e 62 em osso autógeno. De forma geral, a reabsorção óssea foi menor em pacientes que receberam o osso de origem bovina – em comparação àqueles tratados com os autoenxertos. Diferenças entre os grupos quanto volume ósseo foram vistas um ano após os procedimentos, contudo, tal diferença não foi significativa no período de dois anos de acompanhamento. Os pesquisadores observaram que houve remodelação óssea mais lenta (contudo mais prolongada) no grupo dos enxertos de osso bovino, mas que, ao final do período de estudo, o comportamento de ambos os biomateriais foi bastante semelhante.

Nissan *et al.* (2011) avaliaram os efeitos dos aloenxertos em bloco colocados em maxilas atróficas seguido pela fixação de implantes dentários. Para esse objetivo foram selecionados 31 pacientes que totalizaram 46 enxertos (uma vez que 15 deles receberam dois blocos ósseos) e 63 implantes dentários (que foram posicionados 6

meses após o procedimento de enxertos). A marca selecionada para o procedimento foi a ReadiGraft[®] (osso 100% humano que promete diminuir as inconveniências de outros tipos de enxertos), sendo escolhida a forma em blocos, modelados de acordo com as necessidades para cada paciente. Radiografias e tomografias foram tiradas desde a colocação dos enxertos até a cirurgia de implantes dentários, a qual revelou que os blocos ósseos enxertados se encontravam integrados com o osso em torno deles, sendo também realizadas análises quanto à altura e espessura nessa mesma oportunidade. Foi observado um ganho ósseo horizontal de 4 a 6mm (uma média de 5 ± 0.5 mm ou $62.5 \pm 6.3\%$ do comprimento final), o qual superou o ganho vertical, que foi de 0 a 3mm (média de 2 ± 0.5 mm). A reabsorção óssea foi de 0 a 1 mm, ou seja, média de $10 \pm 1\%$ do enxerto ósseo, percentual encontrado na cirurgia para o posicionamento de implantes. Contudo, não houve evidência de perda óssea vertical no período entre a colocação dos implantes e o segundo estágio para o tratamento de reabilitação oral. Dois dos enxertos em bloco foram perdidos por degradação dos tecidos, infecção e perda de fixação, resultando numa taxa de 95,6% de sucesso no estudo. Com acompanhamento de média de 36 ± 16 meses (uma variação de 6 a 59 meses a depender do caso), ao final todos os implantes permaneceram clinicamente osseointegrados, não havendo perda óssea ao redor dos mesmos. Dessa forma, foi possível concluir que, dentro das limitações do estudo, os dados indicaram que os aloenxertos em blocos foram eficazes na recuperação óssea nas maxilas atroficas, resultando em casos bem sucedidos em sua grande maioria.

As conhecidas desvantagens dos autoenxertos e aloenxertos acarretaram no desenvolvimento de enxertos ósseos sintéticos como os compostos de hidroxiapatita reforçada com vidro da marca Bonelike[®], que quando submetidos a um tratamento térmico, dão origem a uma versão modificada com uma matriz secundária de fosfato tricálcio. Visando comparar a influência da forma física, da estrutura e microestrutura das diferentes formulações e granulometrias de Bonelike[®] para regeneração óssea, Atayde et al. (2014) desenvolveram uma nova apresentação do material em forma esférica (contrastando com sua forma poligonal) e, através de um estudo *in vivo* em ovelhas, avaliaram a performance de cada uma. Ao todo, 14 animais foram utilizados – sendo divididos em quatro grupos de acordo com o material aplicado na região do fêmur: grupo controle; grupo BL-esférico 250-500 (o qual utilizou Bonelike[®] esférico com granulometria de 250-500 μ m); grupo BL-esférico 500-1000 (Bonelike[®] esférico

com granulometria de 500-1000 μm); grupo BL-poligonal 500-1000 (o único a utilizar Bonelike[®] poligonal, com granulometria de 500-1000 μm).

Através da análise por difração de raios X, Atayde *et al.* (2014) comprovaram a influência da forma, tamanho e estrutura do substituto ósseo no comportamento do enxerto ósseo. Ambos os grânulos poligonais e esféricos apresentaram propriedades osteocondutoras, entretanto o Bonelike[®] esférico apresentou uma maior porosidade quando comparado ao poligonal, o que favorece a osteointegração e a absorção do biomaterial durante o processo de regeneração. Devido às suas características, o BL esférico também demonstrou maior facilidade de aplicação e melhor injetabilidade, comprovando sua eficácia enquanto composto sintético.

Meloni *et al.* (2015) testaram a hipótese que os implantes dentários instalados após levantamento do seio maxilar com autoenxertos combinados a osso inorgânico de origem bovina (Bio-Oss[®]) apresentavam resultados comparáveis aos instalados apenas com o xenoenxerto bovino. Para tanto, foram selecionados 16 pacientes com necessidade de implantes em regiões de maxila posterior atrófica, sendo que quatro destes necessitaram de implantes bilaterais, totalizando 20 seios maxilares. O grupo 1 foi composto por 10 seios que receberam o autoenxerto combinado a osso bovino (50:50), enquanto que no grupo 2, 10 seios receberam apenas o osso bovino. Sete meses após os procedimentos, tomografias computadorizadas foram realizadas para avaliar a estabilidade dos enxertos – e um total de 32 implantes foram colocados de maneira convencional. Três meses após a cirurgia, os implantes foram avaliados por meio de radiografias e também clinicamente, algo que se repetiu 6 e 12 meses após a implantação (Figura 5). Depois desse período, nenhum dos implantes apresentou mobilidade, infecção ou fraturas, permanecendo estáveis até o fim do estudo. Além disso, nenhuma complicação protética ou biológica foi registrada. Analisados quanto à alteração média na quantidade de osso marginal, não foi vista diferença estatística significativa entre os grupos, com o mesmo ocorrendo na avaliação da profundidade de sondagem das bolsas periodontais. De acordo com tais dados, os pesquisadores concluíram que o uso de osso bovino inorgânico é adequado para os enxertos nos maxilares, e que a adição de osso autógeno ao Bio-Oss[®] não apresentou um efeito benéfico evidente, com desfecho clínico similar entre os grupos.

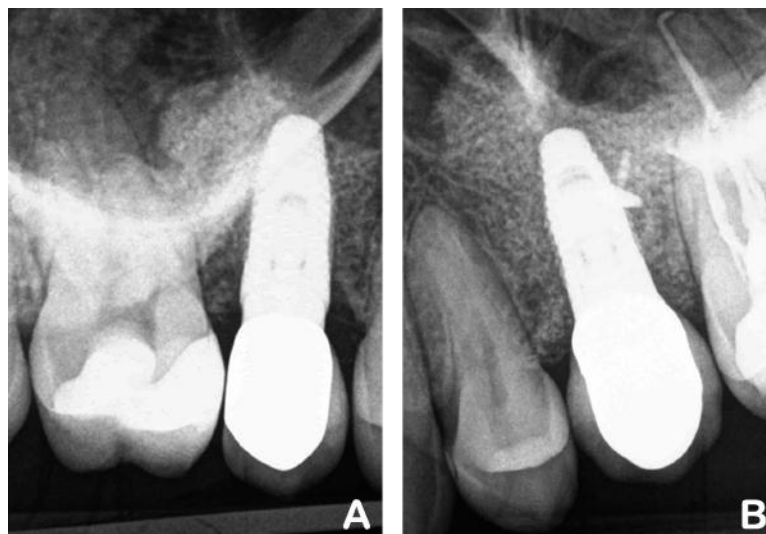


Figura 5: Radiografias intraorais 12 meses após a inserção do implante, sendo A: área enxertada apenas com osso bovino; e B: osso bovino combinado com enxerto autógeno.

Fonte: adaptada de Meloni *et al.*, 2015.

Visando avaliar o potencial osteogênico dos biomateriais, Arantes (2016) fez, em sua tese, a análise microtomográfica e histomorfométrica do processo de reparo de defeitos ósseos em coelhos tratados com diferentes tipos de enxerto. Os animais passaram por procedimento cirúrgico que resultou na criação de 78 defeitos ósseos em seus crânios, sendo divididos em cinco grupos quanto à escolha do biomaterial escolhido para o tratamento: grupo 1, tratados com matriz óssea bovina inorgânica Bio-Oss[®]; grupo 2, matriz óssea bovina inorgânica GenOx[®] Inorg; grupo 3, cerâmica bifásica porosa de hidroxiapatita e fosfato tricálcio (β -TCP) GenPhos[®] XP; grupo 4, osso autógeno proveniente de cada coelho (controle positivo); e grupo 5, coágulo do próprio animal (controle negativo). 30, 60 e 180 dias após a cirurgia (13 coelhos por período), os animais foram sacrificados e houve a coleta na região do defeito ósseo para análise. Nos períodos iniciais, os grupos tratados com Bio-Oss[®], GenOx[®] Inorg e GenPhos[®] XP mantiveram o volume de material enxertado, ainda que a formação óssea tenha sido menor em relação ao grupo do autoenxerto. Já no período de 180 dias, a neoformação óssea foi semelhante entre os grupos, ainda que a matriz óssea bovina inorgânica GenOx[®] Inorg tenha mostrado um tecido ósseo mais organizado. Os resultados confirmaram que o osso autógeno promove rápida maturação óssea, mas que os outros biomateriais analisados são excelentes osteocondutores – com o enxerto GenOx[®] Inorg apresentando o melhor resultado quanto ao preenchimento do defeito e também o menor grau de reabsorção –, sendo assim considerados ótimas

alternativas para as cirurgias envolvendo enxertos.

Belal (2016) analisou através de um estudo randomizado clínico e radiográfico a efetividade da regeneração tecidual guiada (RTG) – vista como uma das principais técnicas no tratamento dos defeitos anatômicos associados à periodontite – com uso de uma membrana de colágeno biorreabsorvível de origem equina associada ou não com um enxerto equino. Para tanto, dez pacientes diagnosticados com periodontite agressiva (com evidência clínica e radiográfica de perda óssea vertical ou angular) foram selecionados, correspondendo a 20 defeitos periodontais intra-ósseos no total. Eles foram então divididos em dois grupos: grupo 1 (controle), que recebeu apenas a membrana colágena biorreabsorvível (Biocollagen[®]) após desbridamento; grupo 2, que além da membrana colágena também recebeu um xenoenxerto de osso equino (Bio-Gen[®]). 18 meses após o procedimento, a análise clínica mostrou que não houve diferenças significativas entre grupos quando comparados nos seguintes aspectos: índice de placa, índice de sangramento e recessão gengival. Contudo, o grupo com o enxerto ósseo teve redução na profundidade das bolsas periodontais à sondagem bem maior (3.80 ± 1.33 mm) quando comparado com o grupo que recebeu apenas a membrana colágena (2.60 ± 1.57 mm). O grupo 2 (enxerto ósseo) mostrou melhores resultados no ganho de nível clínico de inserção (3.60 ± 1.15) em relação ao grupo 1 (2.20 ± 1.26). Quanto à profundidade do defeito ósseo, o grupo 2 também apresentou radiograficamente um maior redução (3.30 ± 0.84 mm) quando comparado ao grupo 1 (2.40 ± 1.09 mm), também demonstrando melhor resultado na análise de densidade óssea. Assim sendo, a combinação da membrana colágena com o enxerto ósseo de origem equina mostrou ser mais eficaz que o uso membrana por si só, uma vez que o tratamento utilizando a combinação de materiais (Biocollagen[®] + Bio-Gen[®]) obteve resultados significativamente melhores nas comparações radiográficas.

Partindo do fato que aloenxertos frescos congelados, geralmente disponíveis em bancos de tecidos musculoesqueléticos, são citados como alternativa viável para substituir as técnicas com autoenxertos na reconstrução alveolar, Deluiz *et al.* (2016) relataram os achados histológicos e tomográficos desse biomaterial na sustentação de implantes num longo período de acompanhamento. Para tanto, quatro pacientes com implantes instalados durante aproximadamente 4 anos foram selecionados – os quais haviam sido submetidos a procedimentos com aloenxertos em bloco na maxila

antes da instalação dos mesmos. Amostras da área do enxerto foram coletadas uma vez que tais pacientes necessitavam de alguma cirurgia mucogengival ou de novos implantes próximos à crista previamente enxertada. Durante a biópsia óssea, todos os enxertos encontravam-se clinicamente sólidos e estreitamente unidos à região de exposição, também exibindo sangramento quando penetrados por uma broca trefina, como é de se esperar em tecidos ósseos com vitalidade (e demonstrando evidências clínicas de vascularização). Em todos os implantes próximos aos enxertos, foi visto a presença de tecido ósseo e mucosa saudáveis. Análise do percentual de reabsorção dos aloenxertos foi possível pela comparação de imagens tomográficas do início do tratamento, mostrando variação de 2,1 a 7,7% nos casos. Mesmo com a redução no volume, nenhum implante foi exposto e apresentou fenestração óssea. Por sua vez, a avaliação histológica demonstrou enxertos bem incorporados com diferentes graus de remodelação. Ainda que os dados apresentados nesse estudo não permitam uma conclusão definitiva visto sua pequena amostra, eles estão em conformidade com os resultados previamente relatados no campo ortopédico.

Em relato de caso, Ferreira Filho *et al.* (2016) fizeram o uso de um aloenxerto desmineralizado proveniente de bancos de tecidos musculoesqueléticos, mostrando as aplicações, técnicas e viabilidade do mesmo. Para tanto, um paciente de 46 anos com maxila atrófica foi selecionado, uma vez que o mesmo solicitou uma avaliação para reabilitação com implantes. Após o planejamento cirúrgico, dois blocos de osso alógeno foram posicionados nas áreas com extensa reabsorção óssea e espessura óssea insuficiente, sendo realizada a cirurgia para colocação dos implantes 7 meses depois. Durante o procedimento, foi visto que a maxila se encontrava com espessura suficiente para uma instalação dos implantes com abordagem palatina; além disso, a vestibular possuía altura adequada para manutenção de tecidos moles e da estética gengival. Assim sendo, os autores chegaram à conclusão que, no caso estudado, o enxerto proveniente do banco de tecidos foi uma alternativa viável ao autoenxerto.

Ainda que todos os enxertos ósseos autógenos sejam osteocondutores, nem sempre se encontram as características osteoindutoras nos biomateriais disponíveis comercialmente. Entretanto, uma classe de enxertos sintéticos fabricados a partir de fosfato de cálcio bifásico (FCB) mostrou formação ectópica de osso em regiões não-esqueléticas, levando Miron *et al.* (2016) a compararem o potencial desse grupo de

aloplásticos em relação aos autoenxertos, aloenxertos e xenoenxertos. Para tanto, foram selecionados quatro tipos de biomateriais: um enxerto autógeno, um alógeno (osso liofilizado desmineralizado), um xenógeno derivado de osso bovino mineral, e o BCP. Todos os enxertos foram implantados intramuscularmente em 24 ratos, com posterior análise histológica para verificar sua capacidade de formação ectópica de osso, também sendo quantificada a habilidade osteoindutora de cada um.

Através do uso de microscopia eletrônica de varredura, foi observado que os enxertos de fosfato de cálcio bifásico apresentaram superfícies mais rugosas quando comparados aos demais biomateriais. As amostras ainda foram analisadas de forma histológica para verificar a formação óssea ectópica na região. Mesmo que enxertos autógenos tenham demonstrado formação óssea três semanas após o procedimento dos implantes, todo o osso foi reabsorvido na avaliação feita seis semanas após o mesmo. Já nas amostras do grupo dos alógenos, formação óssea foi observada nos dois momentos, ainda que os resultados tenham variado entre os animais testados. Por sua vez, os enxertos xenógenos de origem bovina não demonstraram sinais de formação óssea, enquanto os sintéticos (FCB) foram capazes de formar osso, tanto na análise de três semanas como na de seis – na qual demonstrou formação óssea adicional (Figura 1).

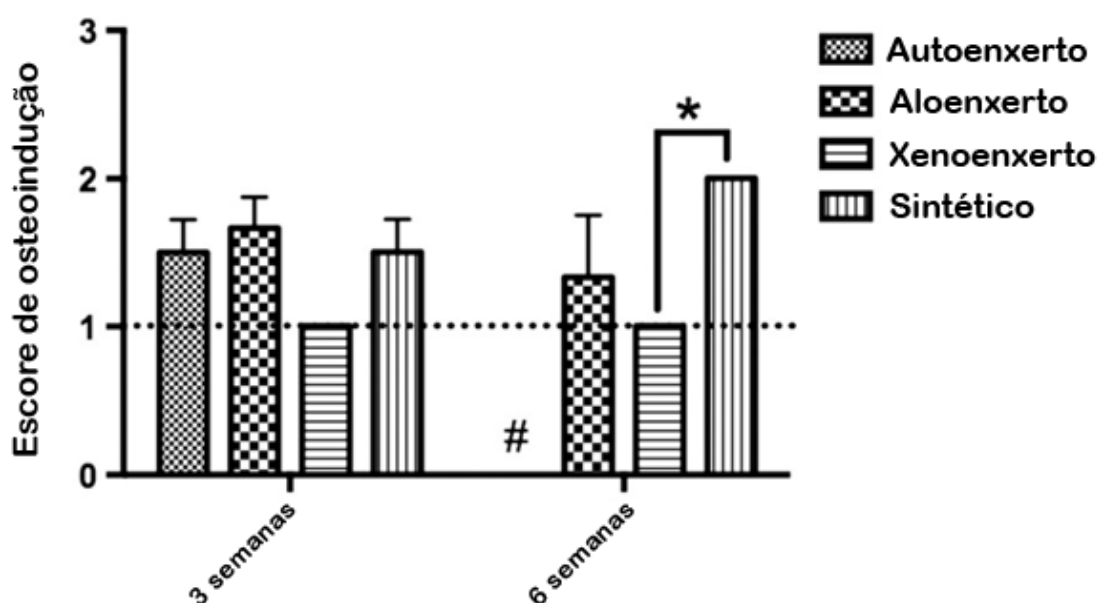


Figura 1: O efeito de diferentes enxertos na osteoindução através de um sistema de escore qualitativo, no qual: 0 = sem evidência de enxerto, 1 = apenas enxerto original presente, 2 = uma região com formação óssea ectópica; 3 = duas ou mais regiões com formação óssea ectópica.

Fonte: adaptada de Miron *et al.*, 2016.

Para Miron *et al.* (2016), o fato que o enxerto de origem bovina não mostrou sinais de formação óssea não foi uma surpresa, visto que os mesmos são utilizados especialmente por sua habilidade de se manter presente com pouca ou nenhuma evidência de reabsorção anos após seu implante – possuindo como desvantagem a limitada capacidade de estimular a formação óssea. Tal formação foi observada tanto no grupo de xenógenos (de forma mais variável na amostra) como nos sintéticos (de forma mais previsível, sendo assim uma vantagem quando comparado aos demais). Os resultados mostram que, mesmo que os enxertos autógenos sejam considerados o “padrão ouro” graças às suas propriedades, enxertos sintéticos de fosfato de cálcio bifásico têm potencial osteoindutor e futuramente podem demonstrar características cada vez mais equivalentes a estes.

Şimşek *et al.* (2016), por sua vez, investigaram o processo de cicatrização em defeitos ósseos criados artificialmente, os quais foram submetidos a três diferentes técnicas de enxertos. Como alternativa aos enxertos autógenos, os pesquisadores testaram a eficácia de três aloenxertos de base óssea desmineralizada e liofilizada, combinados com outros compostos que podem auxiliar a terapia regenerativa. Para tal propósito, 24 coelhos foram separados em três grupos: no primeiro, o aloenxerto foi combinado com salina; no segundo, o enxerto foi implantado com fibrina rica em plaquetas (PRF), considerada eficiente para melhor regeneração óssea; no terceiro grupo, o aloenxerto foi combinado a rifamicina, uma vez que os autores desejavam observar a influência desse conhecido antibiótico na área cirúrgica. Quatro semanas após os procedimentos, as amostras ósseas foram removidas e dissecadas e então feita uma análise histomorfométrica. O percentual de neoformação óssea nos grupos foi o seguinte: aloenxerto + salina = 37.61%; aloenxerto + PRF = 63.09%; aloenxerto + rifamicina = 48.51%. Esses resultados mostram que houve menor formação óssea peri-implantar no grupo do aloenxerto + salina quando comparado aos demais, ainda que o tecido ósseo circundando os implantes sugira que houve a correta cicatrização em todos os grupos. Através desses achados, Şimşek *et al.* (2016) concluíram que a estimulação da regeneração óssea é importante e a aplicação de novos compostos junto aos enxertos pode aumentar a formação óssea. Nesse estudo, a fibrina rica em plaquetas mostrou-se como boa alternativa quanto ao custo-benefício; entretanto, a evidência científica que apoia o uso de antibióticos junto aos aloenxertos (como, por

exemplo, a rifamicina) ainda é insuficiente, sendo necessárias novas pesquisas para avaliar seu potencial e os efeitos na regeneração óssea.

Salmen *et al.* (2017) investigaram os fatores preditivos para falha em enxertos ósseos para aumento do rebordo alveolar em cirurgia de implante através da análise dos prontuários de 166 pacientes que se submeteram a ao menos um procedimento de enxerto durante um período de 30 anos numa clínica privada em Santos-SP. Os pacientes apresentavam edentulismo parcial ou total, sendo realizadas 248 cirurgias de enxerto para colocação de 269 implantes dentários no período avaliado. Todos os procedimentos realizados na mandíbula foram realizados com um enxerto autógeno, enquanto que para maxila os enxertos foram autógenos, xenógenos (através do uso de Bio-Oss[®]) ou uma combinação destes. A partir dos dados coletados, foi visto que os enxertos autógenos corresponderam à grande maioria dos pacientes (219 casos ou 88.31%). O uso do Bio-Oss[®] correspondeu apenas a 14 casos (5.64%), ao passo que a combinação desse biomaterial com o enxerto autógeno foi a escolha para 15 casos (6.05%). Avaliando à eficácia dos procedimentos, foi visto uma perda de um total de 15 enxertos, sendo a maior parte deles na maxila (seis na região anterior, e sete na posterior); na mandíbula, dois enxertos foram perdidos (um na anterior e um na posterior). Não houve diferença estatística quanto ao biomaterial utilizado dentre os enxertos que foram perdidos. Quanto ao sucesso no procedimento dos implantes dentários instalados, 13 (4.83%) não conseguiram a correta osteointegração e foram perdidos, enquanto 256 (95.17%) foram bem sucedidos. Ainda que utilizado numa quantidade de casos significativamente menor em relação aos enxertos autógenos, o substituto ósseo Bio-Oss[®] (Figura 4) mostrou resultados semelhantes em relação à taxa de sucesso nos procedimentos.



Figura 4: Apresentação comercial do substituto ósseo Geistlich Bio-Oss® grânulos pequenos (0,25 mm - 1 mm). Estudo retrospectivo de Salmen *et al.* (2017) mostrou uma taxa de sucesso semelhante do Bio-Oss® em relação aos enxertos autógenos.

Fonte: Geistlich Pharma do Brasil, 2019.¹

A regeneração óssea guiada (ROG) é um método utilizado para o tratamento do osso peri-implantar, no qual uma membrana serve como barreira para preservar o sangue e criar uma área fechada em torno do tecido ósseo afetado. Considerando alternativas de biomateriais para tal procedimento em relação a enxertos autógenos, Artas *et al.* (2018) compararam o efeito de quatro materiais na ROG: osso alo gênico derivado de humano; osso bovino desproteinizado; hidroxiapatita e sulfato de cálcio. Para o estudo, 32 ratos foram divididos em quatro grupos – com cada um recebendo um dos biomateriais estudados, além de uma barreira de titânio e um implante deste mesmo componente. Noventa dias após o procedimento cirúrgico, todas as barreiras foram removidas bem como os implantes depois da descalcificação do tecido ósseo. Posteriormente, a análise histológica da regeneração óssea na área peri-implantar revelou os seguintes percentuais para cada material: $45.25 \pm 6.71\%$ para o grupo do enxerto alógeno; $43.63 \pm 6.30\%$ no grupo dos xenoenxertos (osso bovino); $45.38 \pm 4.24\%$ no grupo da hidroxiapatita; e $42.75 \pm 5.7\%$ no sulfato de cálcio. Assim sendo, os pesquisadores não encontraram diferenças estatisticamente significativas entre

¹ Disponível em < <https://www.geistlich.com.br/pt/dentistas/substitutos-osseos/bio-oss/linha-de-produtos/> > Acesso em fev. 2019.

os grupos, uma vez que os achados também exibiram propriedades osteocondutoras em todos os biomateriais.

Partindo do fato que extrações dentárias podem resultar na perda do volume ósseo e remodelação dos tecidos moles, Cantín, Olate & del Sol (2018) analisaram a influência de diferentes biomateriais na preservação da crista óssea pós exodontias. Para tanto, um experimento foi conduzido em 16 coelhos, nos quais foram extraídos os primeiros molares mandibulares. Três substitutos ósseos foram utilizados, sendo um deles um xenoinxerto (osso bovino desproteínizado e liofilizado) e os outros dois aloplásticos – um de fosfato tricálcio (ou TCP) e o outro de fosfato de cálcio bifásico (composto por 60% de hidroxiapatita e 40% de TCP). No grupo controle, os alvéolos foram preenchidos com o coágulo sanguíneo (nenhum material foi implantado). Após quatro, seis ou oito semanas desde os procedimentos, os segmentos de mandíbula foram removidos para análise do local das extrações.

Na análise de volume após 4 semanas, os alvéolos das amostras em todos os grupos mostraram pouca ou nenhuma nova formação óssea, com o grupo controle apresentando apenas granulação e tecidos conjuntivos. Já nas amostras de 6 semanas, a presença de osso trabecular era evidente, ao passo que todos os grupos mostraram uma maior qualidade quanto à formação óssea no período de 8 semanas quando comparados aos anteriores. Uma reconstrução tridimensional do trabeculado ósseo e espaços medulares mostrou diferenças entre os grupos. No grupo controle, observou-se neoformação óssea entre a superfície e a região central do alvéolo. No xenoinxerto com osso bovino liofilizado, o osso estava localizado especialmente na superfície, com alguma formação óssea no centro do alvéolo. No aloplástico 1 (TCP), o trabeculado se encontrava uniformemente distribuído nas regiões central e periférica do alvéolo – enquanto que no aloplástico 2 (fosfato de cálcio bifásico), os alvéolos foram quase que completamente preenchidos pelo osso trabecular (Figura 3). Os resultados do estudo sugerem que os biomateriais sintéticos podem ser úteis para a preservação da crista óssea após extrações dentárias, algo de interesse para o campo da Implantodontia.



Figura 3: Reconstrução tridimensional das trabéculas ósseas e seus espaços medulares oito semanas após extração de molares mandibulares em coelhos

Fonte: adaptada de Cantín, Olate & del Sol, 2018.

Cassino *et al.* (2018), num estudo realizado em ratos, analisaram o potencial terapêutico de diferentes hidroxiapatitas para correção de defeitos ósseos, visto que tal biomaterial pode apresentar propriedades de biocompatibilidade, osteocondução e osteointegração. Para tanto, os animais foram divididos em quatro grupos distintos: no primeiro, 10 ratos receberam hidroxiapatita pura; no segundo, hidroxiapatita com estrôncio (adicionado para aumentar a proliferação de osteoblastos e promover uma melhor osteointegração); e no terceiro, hidroxiapatita com gálio (utilizado graças às suas propriedades anabólicas e poder de reduzir a reabsorção óssea). Após coleta de amostras ósseas para análise histopatológica, foi observado que todos os grupos uma camada mais espessa de trabeculado ósseo em relação ao grupo controle – o qual não recebeu nenhum biomaterial. Nos grupos das hidroxiapatitas com gálio e com estrôncio, foi visto a presença de cartilagem hialina associada ao trabeculado, o que indica a possibilidade de ossificação endocondral. Ao final, todos os grupos que fizeram uso da hidroxiapatita mostraram uma melhora no defeito ósseo inicial, o que fez com que os pesquisadores concluíssem que esse biomaterial tenha comprovado efeito na reparação óssea.

Visando elucidar a adequada seleção de biomateriais para procedimentos de reconstrução óssea em Implantodontia dentre os disponíveis no mercado brasileiro, Dal'Alba *et al.* (2018) selecionaram 18 materiais registrados e regulamentados pela

Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), analisando suas características físicas e biológicas, sendo metade pertencente ao grupo dos aloplásticos (fosfato de cálcio) e o restante ao grupo dos xenógenos (compostos por matriz óssea inorgânica mineralizada). Considerados como alternativas aos enxertos autógenos (em especial quando o volume ósseo necessário para esse tipo de técnica não está presente), os biomateriais avaliados apresentaram como propriedade biológica a osteocondução, geralmente com uma regeneração óssea previsível e amplamente documentada na literatura. Já quanto às características físicas, a maior parte dos materiais tem como forma de apresentação os grânulos – ainda que alguns tenham a opção em blocos. Segundo os autores, a forma granular não só é mais utilizada pela praticidade como também pela maior resistência, uma vez que biomateriais em bloco podem fraturar durante a fixação. Além disso, graças à sua estrutura, também facilitam a migração e proliferação celular. A partir do planejamento cirúrgico no qual serão determinados os procedimentos de reconstrução óssea, é preciso considerar a seleção do biomaterial mais adequado para cada caso. Nesse sentido, pode ser dada prioridade às técnicas menos invasivas e que acarretem menos riscos de complicações, fator importante na escolha dos xenoenxertos ou aloenxertos em relação a autoenxertos, considerando, claro, que os objetivos do tratamento sejam alcançados de maneira efetiva e dentro de um prazo favorável.

Fan *et al.* (2018) testaram as propriedades e efeitos do poliaminoácido (PAA) e de um composto contendo PAA, hidroxiapatita (HA) e sulfato de cálcio (SC) – na forma compacta/porosa – na reconstrução óssea de defeitos produzidos em coelhos. Para isso, 18 animais foram selecionados e passaram pelo procedimento cirúrgico, sendo sacrificados após oito semanas para coleta das amostras. A partir da análise histológica e radiográfica, os resultados mostraram que o composto de PAA/HA/SC possuía excelente biocompatibilidade e osteocondução. Também foi observado que a regeneração óssea guiada apresentou excelente integração entre o osso existente e os implantes, especialmente na forma porosa do composto, a qual teve um melhor desempenho quanto à estabilidade. Assim sendo, os pesquisadores consideram que seja um candidato ideal para substituição óssea graças às propriedades mecânicas, biocompatibilidade, osteocondução e processamento.

Gavazzoni, Iwaki Filho & Hernandes (2018) também fizeram uso da técnica de regeneração óssea guiada para comparar dois diferentes biomateriais: um de origem sintética (sulfato de cálcio) e outro de origem xenógena (osso bovino mineral). Para tanto, utilizaram 40 ratos no estudo, os quais foram submetidos a um procedimento cirúrgico que incluiu a formação de um defeito ósseo com posterior preenchimento com os biomateriais analisados, sendo cobertos por uma membrana reabsorvível de colágeno. Amostras do osso foram removidas 15, 30, 45, 60 dias após a implantação dos enxertos, sendo depois descalcificadas para permitir a análise histológica. Nas amostras de 15 e 30 dias, não foi vista regeneração óssea completa em nenhum dos grupos, porém aos 45 dias, foi observado um maior crescimento ósseo no grupo do enxerto de osso bovino mineral, algo que foi mantido após 60 dias. Ao final, o sulfato de cálcio foi quase que completamente reabsorvido e a formação óssea desse grupo foi menor quando comparado ao osso bovino mineral (Figura 2). O grupo de sulfato de cálcio ainda demonstrou a maior porcentagem de membrana remanescente, fato que levou os pesquisadores a concluir que o tipo de biomaterial escolhido pode influenciar não apenas nesse aspecto, mas também na neoformação óssea.

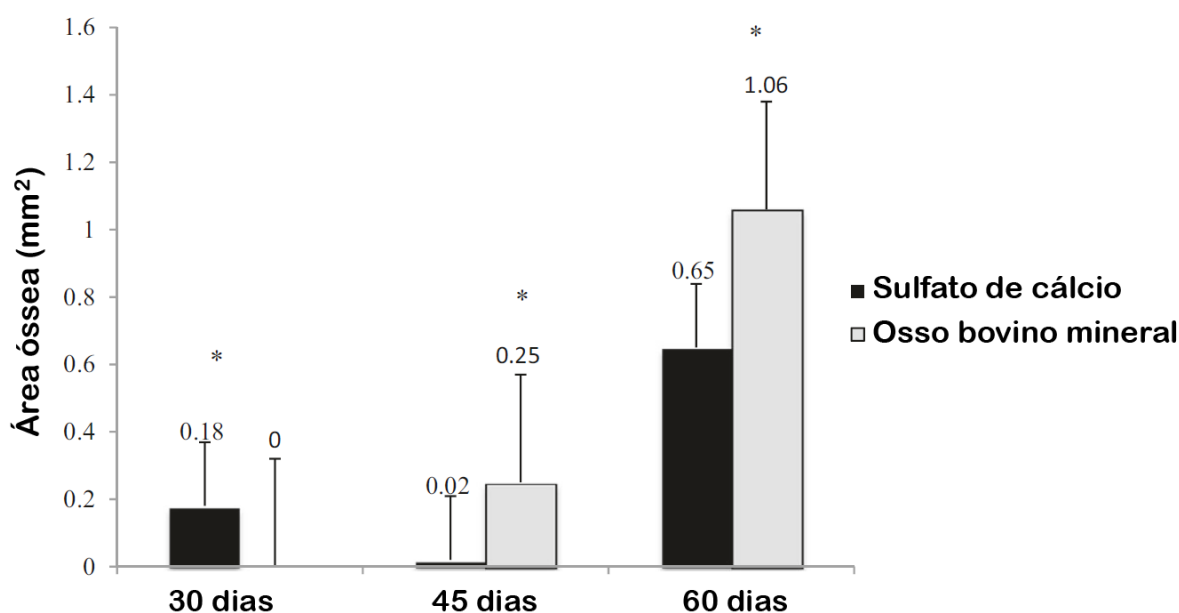


Figura 2: Formação óssea na área da membrana de colágeno após implantes nos defeitos ósseos de tamanho crítico em ratos. As amostras foram coletadas aos 15, 30, 45 e 60 dias após os implantes. No entanto, devido à pequena quantidade de osso formado aos 15 dias de observação em ambos os grupos, a quantificação da amostra não foi possível.

Fonte: adaptada de Gavazzoni, Iwaki Filho & Hernandes, 2018.

Menezes *et al.* (2018) compararam, nas cirurgias de levantamento do seio, a taxa de reabsorção óssea, histomorfometria e achados imuno-histoquímicos entre dois grupos: no primeiro, composto por 9 pacientes ao todo, um enxerto autógeno foi combinado com vidro bioativo (Biogran®) numa proporção de 1:1; já em 12 pacientes do segundo grupo, o enxerto autógeno foi implantado isoladamente. Após 15 dias passados do procedimento, foram realizadas tomografias computadorizadas de feixe cônico para uma posterior comparação de volume ósseo com as tomografias de seis meses – e depois desse período amostras foram biopsiadas durante o procedimento cirúrgico para instalação dos implantes dentários. Resultados semelhantes quanto à neoformação óssea entre os grupos foram observados na análise histomorfométrica, com o grupo 1 (Biogran®) alcançando percentuais levemente maiores que o grupo 2 (porém, sem diferença estatística significativa). Na análise volumétrica, no grupo 1, a taxa de variou de 32.4% a 53.2% (média de 37.9%±18.9), enquanto que no grupo 2 o volume mensurado nas amostras foi de 3.3% a 73.6% (média de 45.7%±18.5), ou seja, novamente sem diferença estatística entre eles – indicando reabsorção similar dos enxertos. De acordo com os pesquisadores, os enxertos combinados com vidro bioativo mostraram, nesse estudo, resultado semelhante àqueles implantados por si só, incluindo reabsorção, neoformação óssea e atividade osteoclástica parecidas.

Também em estudo retrospectivo, Pelegrine *et al.* (2018) avaliaram diferentes enxertos (autógenos, alógenos, xenógenos, sintéticos) e os seus resultados quanto à eficácia na recuperação óssea horizontal e presença de osso esponjoso em áreas que posteriormente receberam implantes dentários. Para tanto, foram selecionados 100 pacientes que passaram por procedimento de implantes a ao menos 1 ano, com todos sendo avaliados a partir de tomografias pré tratamento. Quando analisadas, foi visto que 75 pacientes (Grupo P) possuíam certa quantidade de osso esponjoso no local receptor dos enxertos (i.e., atrofia moderada); em 8 pacientes (Grupo A), houve ausência de osso esponjoso residual (i.e., atrofia severa); enquanto 17 não tiveram necessidade de cirurgia para aumento ósseo. No grupo P (defeito com presença de alguma quantidade de osso esponjoso), os resultados mostraram sucesso de 100% nos pacientes com enxertos autógenos e sintéticos, enquanto que no procedimento com osso alógeno o sucesso foi de 95,6% e com osso xenógeno de 97%. Como era de se esperar, o grupo A (atrofia severa), os resultados não foram tão satisfatórios – ainda que uma taxa de 100% de sucesso para os enxertos tenha sido notada, esse

número caiu para 33,3% nos xenógenos e 0% para os alógenos. Contudo, é preciso notar que o grupo A possuía apenas 8 casos, sendo o grupo P mais abrangente (75 pacientes). Assim sendo, os autores concluíram que, na ausência de osso esponjoso remanescente na região que receberá os implantes dentários, um enxerto com osso autógeno parece ser a opção mais adequada. Contudo, outros biomateriais como os aloenxertos, xenoenxertos e aloplásticos obtiveram resultados satisfatórios na maior parte dos casos analisados, sendo uma opção satisfatória para áreas que possuam certa quantidade de osso esponjoso residual.

4. DISCUSSÃO

Atualmente há uma grande variedade de biomateriais que podem ser usados de forma segura para cirurgias de enxerto. Autoenxertos, aloenxertos, xenoenxertos e materiais aloplásticos (hidroxiapatita, fosfato de cálcio, partículas de vidro bioativo, entre outros) são utilizados individualmente ou mesmo em conjunto para promover a regeneração óssea das regiões que receberão os implantes (GALINDO *et al.*, 2017). Dessa maneira, o presente estudo objetivou uma revisão dos diversos biomateriais e seu uso nas cirurgias de recuperação de áreas desprovidas de osso suficiente para os procedimentos de Implantodontia.

Ainda que Sheikh, Sima & Glogauer (2015) cite algumas desvantagens dos enxertos de osso autógeno, tais como necessidade de cirurgia adicional, morbidade e dor pós-operatória, aumento no custo e tempo operatório e quantidade limitada de tecido ósseo, tais enxertos ainda parecem ser considerados o “padrão ouro” para os procedimentos de recuperação de áreas com uma quantidade insuficiente de osso. Algumas das vantagens incluem o fato que os autoenxertos são osteogênicos, não têm risco de transmissão de doenças e, por fim, são relativamente mais econômicos quando comparados a algumas alternativas (IVIGLIA; KARGOZAR; BAINO, 2019). No seu estudo retrospectivo com 100 pacientes, Pelegrine *et al.* (2018) sugerem que na ausência de osso esponjoso remanescente na região que receberá os implantes dentários, os enxertos com osso autógeno parecem ser a opção mais adequada, em especial graças à previsibilidade do tratamento – afinal, no que se refere ao aspecto imunológico, tal técnica fornece à área receptora células que possuem a capacidade de neoformação óssea.

Faverani *et al.* (2014) comentam que a escolha de enxertos de osso autógeno também depende do volume requerido, tipo (cortical ou medular) e tipo de defeito a ser corrigido. Para as áreas que necessitam de uma quantidade moderada de osso para os autoenxertos, regiões intrabucais como mento, tuberosidade maxilar e área retromolar podem ser utilizadas como doadoras; já para as reconstruções maiores, é recomendado que o osso seja retirado de áreas externas à cavidade oral, tais como o osso ilíaco, crânio (parietal), tibia ou fíbula. Entretanto, a remoção de osso dessas regiões (em especial o ilíaco) pode acarretar em maior morbidade, até mesmo com a necessidade de internação em determinados casos. Assim, ainda que autoenxertos

possuam grandes vantagens e sejam considerados a melhor escolha por causa das documentadas propriedades osteocondutoras, osteoindutoras e do arcabouço ósseo idêntico (ALVES *et al.*, 2014; MIGUEL JUNIOR *et al.*, 2016), a escolha do adequado enxerto pelo implantodontista deve incluir a avaliação de uma série de fatores, algo esperado dentro de um correto planejamento cirúrgico-protético.

Também pertencentes ao grupo de enxertos provenientes de humanos, porém de outras fontes que não sejam do próprio receptor destes, os enxertos alógenos (ou homólogos) são uma das alternativas aos autoenxertos, podendo limitar as já citadas complicações relacionadas à sua obtenção. Com propriedades osteocondutoras, tais enxertos são apresentados em diferentes estruturas, tais como em forma congelada fresca, desidratado congelado ou desmineralizado liofilizado. Nessa presente revisão alguns autores fizeram o uso do osso alógeno em seus casos, como Ferreira Filho *et al.* (2016), que utilizaram enxerto desmineralizado em forma de bloco proveniente de bancos de tecidos musculoesqueléticos para o aumento do volume ósseo em maxila atrófica, obtendo sucesso. Igualmente, Nissan *et al.* (2011) avaliaram, numa amostra de 31 pacientes, os efeitos dos aloenxertos em bloco colocados em maxilas atróficas seguido pela fixação de implantes dentários. Nesse caso, apenas dois dos enxertos em bloco foram perdidos por causa da degradação dos tecidos, infecção e perda de fixação, o que resultou numa taxa de 95,6% de sucesso – além disso, ao final todos os implantes dentários permaneceram clinicamente osseointegrados, o que levou os autores a concluírem que os aloenxertos foram eficazes na recuperação óssea das maxilas atróficas.

A forma fresca congelada dos aloenxertos proveniente de bancos de tecidos foi utilizada por Deluiz *et al.* (2016), relatando os achados histológicos do biomaterial na sustentação de implantes dentários em um longo período de acompanhamento. Ainda que pouco explorada na literatura, a forma do osso fresco alógeno em blocos foi a escolha para os pacientes analisados e demonstrou enxertos bem incorporados com diferentes graus de remodelação. Mesmo com alguma reabsorção, nenhum dos implantes foi exposto ou apresentou fenestração óssea, com presença de mucosa e tecido ósseo saudáveis nas regiões próximas a eles, estando em conformidade com aquilo relatado por Alvarez *et al.* (2018), os quais citam uma série de vantagens dos aloenxertos em relação aos autoenxertos, tais como a eliminação da morbidade da área doadora, possibilidade de obter tamanhos, formas e quantidade apropriada, e o fato de que podem ser armazenados por um longo período de tempo. Mesmo com o

relato de sucesso em muitos casos, certos autores (tais como DAL'ALBA *et al.*, 2018; e LAKHWANI *et al.*, 2018) atentam para suas desvantagens, sendo a principal delas o risco de transmissão de doenças e possível resposta antigênica, sendo imperativo a manutenção do rigor na coleta, processamento e manutenção destes – condição que, deve ser seguida por todos os bancos de tecidos musculoesqueléticos para a garantia de biomateriais seguros.

Os xenoenxertos podem ser uma boa alternativa dentre os substitutos ósseos que são utilizados quando não há uma quantidade suficiente de osso autógeno – ou outro empecilho que inviabilize o uso deste. Esses enxertos não possuem elementos necessários para a osteogênese e são apenas osteocondutores, uma vez que seus componentes orgânicos são removidos durante o processamento. Os xenoenxertos são especialmente eficazes pois permitem, no material implantado, o crescimento de células osteogênicas provenientes do osso existente, estimulando os osteoblastos na neoformação óssea (GALINDO *et al.*, 2017). Nessa revisão, vários pesquisadores fizeram uso do osso mineral de origem bovina na forma desproteínizada e liofilizada. Nos estudos conduzidos em humanos, Meloni *et al.* (2015) testaram o osso Bio-Oss® em 16 pacientes, alcançando sucesso em todos implantes, os quais permaneceram estáveis por ao menos 12 meses após a pesquisa (sendo observado o relevante fato que a adição de osso autógeno ao bovino na proporção 50:50 não apresentou um efeito benéfico evidente, com desfecho clínico similar entre os grupos). Por sua vez, Sbordone *et al.* (2010) conduziram um estudo retrospectivo no qual observaram que de 146 implantes dentários posicionados nas regiões dos enxertos xenógenos, todos obtiveram sucesso, com comportamento bastante semelhante aos autógenos. Belal (2016), ao contrário dos outros autores, fez uso de um enxerto de origem equina em 10 pacientes com problemas periodontais, obtendo uma redução na profundidade de bolsas à sondagem, bom nível clínico de inserção e redução do defeito ósseo.

Resultados positivos para os xenoenxertos também foram vistos nos estudos conduzidos em animais. Na técnica de regeneração óssea guiada, Gavazzoni, Iwaki Filho & Hernandez (2018) observaram (em 40 ratos) uma maior neoformação óssea no grupo do xenoenxerto bovino se comparado a um biomaterial de origem sintética. Já Arantes (2016) analisou em coelhos a influência dos diferentes materiais para o reparo ósseo, incluindo as matrizes ósseas bovinas inorgânicas Bio-Oss® e GenOx® Inorg. Ainda que a neoformação óssea tenha sido semelhante entre todos os grupos (incluindo os que utilizaram um enxerto autógeno e um composto sintético), a matriz

GenOx[®] Inorg demonstrou um tecido ósseo mais organizado. Ainda que o autor tenha confirmado o fato que o osso autógeno promove rápida maturação óssea, ainda foi visto que outros biomateriais analisados (substitutos ósseos) também são excelentes osteocondutores, em especial o xenoenxerto GenOx[®] Inorg que apresentou o melhor resultado quanto ao preenchimento do defeito e o menor grau de reabsorção. Assim, pode-se dizer que são ótimas alternativas para as cirurgias de Implantodontia.

Outros substitutos ósseos de interesse são os sintéticos (ou aloplásticos), os quais foram desenvolvidos como alternativa aos autoenxertos, possuindo vantagens como a eliminação do risco de transmissão de doenças, baixa antigenicidade e, em especial, o fato que seus materiais são amplamente disponíveis quando comparados aos enxertos naturais. Os aloplásticos estão disponíveis nas mais variadas formas e diferentes níveis de porosidade, sendo primeiramente biomateriais osteocondutores – ou seja, não têm potencial intrínseco para osteogênese ou osteoindução (SHEIKH; SIMA; GLOGAUER, 2015). Como comentado por Dal’Alba *et al.* (2018) na avaliação de marcas disponíveis no mercado brasileiro, a forma granular dos enxertos tende a ser mais utilizada não só por sua praticidade, mas também visando uma redução do possível risco de fratura dos materiais apresentados em blocos, além de facilitam a migração e proliferação celular. Partindo do princípio que a forma do material pode influenciar no resultado, Atayde *et al.* (2014) testaram uma marca de enxerto ósseo sintético (Bonelike[®]), desenvolvendo uma nova apresentação do material em forma esférica (contrastando com sua forma original poligonal). Confirmando o estudo de Dal’Alba *et al.* (2018), foi visto que o Bonelike[®] esférico demonstrou maior facilidade de aplicação (sua forma favoreceu a osteointegração e absorção do material durante o processo de regeneração).

Dos enxertos sintéticos mais comuns, são citados: o fosfato tricálcio, o fosfato de cálcio bifásico, a hidroxiapatita e vidros bioativos. Nessa revisão, tais compostos foram amplamente pesquisados pela literatura, na maior parte em comparação aos enxertos naturais. Comparando o potencial de um grupo de aloplásticos (fosfato de cálcio bifásico) em relação a outros biomateriais, Miron *et al.* (2016) observaram que os enxertos sintéticos não só estimularam a neoformação óssea, como esta também ocorreu de forma mais previsível no contraste com outros grupos. Por tal vantagem e também por seu comprovado potencial osteoindutor, os autores consideram que tais enxertos podem, em longo prazo, demonstrar algumas características cada vez mais equivalentes aos autógenos. Cantín, Olate & del Sol (2018) também viram o grande

potencial do fosfato de cálcio bifásico quando comparados aos outros biomateriais. Avaliando a perda do volume ósseo e remodelação dos tecidos moles pós-extração, os autores viram, através de uma reconstrução tridimensional do trabeculado ósseo e espaços medulares da área de enxerto, que os alvéolos do grupo com o fosfato de cálcio bifásico foram quase que completamente preenchidos pelo osso trabecular – um resultado ainda mais positivo em relação a outro aloplástico (fosfato tricálcio) que também apresentou achados satisfatórios. Assim, foi concluído que os biomateriais sintéticos são úteis para preservar a crista óssea, algo de interesse para o campo da Implantodontia.

Ainda que não tenham sido relatadas diferenças significativas entre os tipos de enxertos analisados em estudo de Artas *et al.* (2018), foi possível observar que a hidroxiapatita apresentou o maior índice de regeneração óssea (45.38%), maior que àqueles apresentados nos grupos dos aloenxertos (45.25%) e xenoenxertos bovinos (43.63), confirmando que todos exibem propriedades osteocondutoras. Cassino *et al.* (2018) também analisaram o potencial terapêutico de diferentes hidroxiapatitas para correção dos defeitos ósseos, observando que esse biomaterial possui comprovado efeito quanto à reparação óssea devido às suas propriedades de biocompatibilidade, osteocondução e osteointegração. Portanto, a hidroxiapatita confirma-se como ótimo componente nos tratamentos que requerem enxertos, seja no levantamento do seio maxilar, nas cirurgias periodontais, ou em reabilitações sobre implantes (PEREIRA; OLIVA, 2014).

Por fim, em estudo de Menezes *et al.* (2018), um vidro bioativo (Biogran[®]) foi combinado a autoenxertos na proporção de 1:1 e comparados com os autoenxertos sem nenhum composto adicional na aplicação. De acordo com os pesquisadores, os enxertos combinados com vidro bioativo tiveram resultado semelhante (reabsorção, neoformação óssea e atividade osteoclástica) àqueles que foram implantados sem outros compostos. Assim sendo, o vidro bioativo é considerado uma alternativa para complementação do osso autógeno nas possíveis situações que a quantidade obtida deste não for suficiente.

5. CONCLUSÃO

Mesmo que os enxertos autógenos ainda sejam considerados como o “padrão ouro” na literatura – em especial por causa de suas propriedades osteocondutoras, osteoindutoras, biocompatibilidade e potencial osteogênico –, foi visto na presente revisão que vários outros biomateriais, sejam de origem sintética ou não, podem ser aplicados com segurança nas cirurgias para aumento ósseo. Tais alternativas podem trazer algumas vantagens para os procedimentos de enxerto, em especial quanto à diminuição da dor pós-operatória, morbidade e tempo de cirurgia.

Um correto planejamento cirúrgico-protético realizado pelo implantodontista é imperativo, e nele deve ser avaliada uma série de fatores, incluindo a quantidade e qualidade do osso remanescente. Somente a partir disto será possível escolher um biomaterial para cada paciente, ou até mesmo uma combinação entre os materiais. Os aloenxertos, xenoenxertos e enxertos sintéticos podem apresentar características semelhantes àsquelas encontradas nos autoenxertos, tendo como vantagem o fato de estarem amplamente disponíveis no mercado.

REFERÊNCIAS

AL-ALMAIE, S. Minimally invasive tunnel technique, bone grafting for dental implant placement preparation. In: AL-ALMAIE, S. (Ed.). **Bone Grafting**. Hyderabad: Avid Science, 2017. p. 2-52.

ALVAREZ, O.M. *et al.* Injertos óseos y biomateriales en implantología oral. **Avances en Odontoestomatología**, v. 32, n. 2, p. 111-119, 2018.

ALVES, R. T. C. *et al.* Enxertos ósseos autógenos intrabucais em implantodontia: estudo retrospectivo. **Revista de Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Facial**, v. 14, n. 4, p. 9-16, 2014.

ARANTES, R. V. N. **Avaliação microtomográfica e histomorfométrica do processo de reparo de defeitos ósseos em calvária de coelhos tratados com diferentes materiais de enxerto**. 2016. 151 p. Tese (Doutorado em Ciências Odontológicas) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, Bauru, 2016.

ARTAS, G. *et al.* A comparison of different bone graft materials in peri-implant guided bone regeneration. **Brazilian Oral Research**, v. 32, p. 1-8, 2018.

ATAYDE, L. M. *et al.* Morphology effect of bioglass-reinforced hydroxyapatite (Bonelike[®]) on osteoregeneration. **Journal of Biomedical Materials Research Part B**, v. 103, n. 2, p. 292-304, 2014.

BELAL, M. H. Guided tissue regeneration using an equine bio-absorbable collagen membrane with or without equine bone graft in the treatment of intrabony defects in patients with aggressive periodontitis results of 18 month. **Advances in Dentistry & Oral Health**, v. 2, n.1, p. 1-8, 2016.

CANTÍN, M.; OLATE, S.; DEL SOL, M. Mandibular trabecular structures in alveolar ridge preservation using different grafting materials after tooth extraction. **International Journal of Morphology**, v. 36, n. 6, p. 1143-1148, 2018.

CASSINO, P. C. *et al.* Potential of different hydroxyapatites as biomaterials in the bone remodeling. **Acta Cirurgica Brasileira**, v. 33, n. 9, p. 816-823, 2018.

DAL'ALBA, A. *et al.* Biomateriais de substituição óssea para procedimentos de reconstrução alveolar em implantodontia. **Revista de Ciências Médicas e Biológicas**, v. 17, n. 1, p. 102-107, 2018.

DELUIZ, D. *et al.* Histologic and tomographic findings of bone block allografts in a 4 years follow-up: A case series. **Brazilian Dental Journal**, v. 27, n. 6, p. 775-780, 2016.

FAN, X. *et al.* Reconstruction of calvarial bone defects using poly(amino acid) / hydroxyapatite / calcium sulfate composite. **Journal of Biomaterials Science**,

Polymer Edition, v. 29, p. 1-21, 2018.

FAVERANI, L. P. *et al.* Surgical techniques for maxillary bone grafting - literature review. **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões**, v. 41, n. 1, p. 61-67, 2014.

FERREIRA FILHO, M. J. S. *et al.* A utilização de enxertia óssea homogênea proveniente dos bancos de tecidos musculoesqueléticos como alternativa para reconstrução de maxila atrofica. **Ciência e Cultura**, v. 12, n. 1, p. 11-17, 2016.

GALINDO, D. B. *et al.* Main considerations of clinical use of bone grafts: a review. **International Journal of Development Research**, v. 7, n. 7, p. 13573-13577, 2017.

GAVAZZONI, A.; IWAKI FILHO, L.; HERNANDES, L. Analysis of bone formation and membrane resorption in guided bone regeneration using deproteinized bovine bone mineral versus calcium sulfate. **Journal of Materials Science: Materials in Medicine**, v. 29, n. 167, p. 1-8, 2018.

IVIGLIA, G.; KARGOZAR, S.; BAINO, F. Biomaterials, current strategies, and novel nano-technological approaches for periodontal regeneration. **Journal of Functional Biomaterials**, v. 10, n. 3, p. 1-36, 2019.

LAKHWANI, O. P. *et al.* Efficacy of allogenic bone graft per se and when augmented with various adjuvants in fracture healing. **Orthopedics and Rheumatology Open Access Journal**, v. 11, n. 4, p. 1-8, 2018.

MELONI, S. M. *et al.* Grafting after sinus lift with anorganic bovine bone alone compared with 50:50 anorganic bovine bone and autologous bone: results of a pilot randomised trial at one year. **British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 53, n. 5, p. 436-441, 2015.

MENEZES, J. D. *et al.* Bioactive glass added to autogenous bone graft in maxillary sinus augmentation: a prospective histomorphometric, immunohistochemical, and bone graft resorption assessment. **Journal of Applied Oral Science**, v. 26, n. 1, p. 1-9, 2018.

MIRON, R. J. *et al.* Osteoinductive potential of 4 commonly employed bone grafts. **Clinical Oral Investigations**, v. 20, n. 8, p. 2259-2265, 2016.

MIGUEL JUNIOR, H. *et al.* Enxerto ósseo em bloco autógeno na maxila: relato de caso clínico. **Revista da Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas**, v. 70, n. 2, p. 198-203, 2016.

NISSAN, J. *et al.* Cancellous bone block allografts for the augmentation of the anterior atrophic maxilla. **Clinical Implant Dentistry and Related Research**, v. 13, n. 2, p. 104-111, 2011.

OLIVEIRA, L. S. A. F. *et al.* Biomateriais com aplicação na regeneração óssea - método de análise e perspectivas futuras. **Revista de Ciências Médicas e Biológicas**, v. 9, n. 1, p.37-44, 2010.

PAI, U.; M. K., S.; HOSI, R. N. Autogenous bone grafts in implantology. **Karnataka Prosthodontic Journal**, v. 1, n. 2, p. 30-45, 2017.

PELEGRINE, A. A. *et al.* Horizontal bone reconstruction on sites with different amounts of native bone: a retrospective study. **Brazilian Oral Research**, v. 32, p. 1-8, 2018.

PEREIRA, G. A.; OLIVA, M. P. Efecacia de la hidroxiapatita en la cicatrización de injertos óseos e implantes dentales: una revisión sistemática de la literatura. **International Journal of Odontostomatology**, v. 8, n. 3, p. 425-432, 2014.

SALMEN, F. S. *et al.* Bone grafting for alveolar ridge reconstruction. Review of 166 cases. **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões**, v. 44, n. 1, p. 33-40, 2017.

SBORDONE, L. *et al.* Apical and marginal bone alterations around implants in maxillary sinus augmentation grafted with autogenous bone or bovine bone material and simultaneous or delayed dental implant positioning. **Clinical Oral Implants Research**, v. 22, n. 5, p. 485-491, 2011.

SHEIKH, Z.; SIMA, C.; GLOGAUER, M. Bone replacement materials and techniques used for achieving vertical alveolar bone augmentation. **Materials**, v. 8, n. 5, p. 2953-2993, 2015.

ŞİMŞEK, S. *et al.* Histomorphometric evaluation of bone formation in peri-implant defects treated with different regeneration techniques: an experimental study in a rabbit model. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 74, n. 9, p. 1757-1764, 2016.

SOUZA, G. *et al.* Hidroxiapatita como biomaterial utilizado em enxerto ósseo na implantodontia: uma reflexão. **Revista Odontológica de Araçatuba**, v. 37, n. 3, p. 33-39, 2016.

SOUZA, P. C. *et al.* Enxerto ósseo homólogo na reconstrução maxilar para reabilitação de paciente fissurado com implante dentário. **Revista Brasileira de Ciências Médicas e da Saúde**, v. 5, n. 5, p. 1-5, 2017.

WEI, L. *et al.* Osteoinductive and osteopromotive variability among different demineralized bone allografts. **Clinical Implant Dentistry and Related Research**, v. 17, n. 3, p. 533-542, 2015.