

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
ÁREA DO CONHECIMENTO DE CIÊNCIAS DA VIDA
CURSO DE ODONTOLOGIA**

**EDUARDA ALESSI DE MATTOS
FERNANDA DALLE MOLLE**

**AVALIAÇÃO DA REGENERAÇÃO ÓSSEA EM ENXERTOS SINTÉTICOS: UMA
REVISÃO SISTEMÁTICA**

**CAXIAS DO SUL
2021**

**EDUARDA ALESSI DE MATTOS
FERNANDA DALLE MOLLE**

**AVALIAÇÃO DA REGENERAÇÃO ÓSSEA EM ENXERTOS SINTÉTICOS: UMA
REVISÃO SISTEMÁTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial para a
obtenção do Grau de Bacharel em
Odontologia à Universidade da
Universidade de Caxias do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Roberto
Mattia

**CAXIAS DO SUL
2021**

**EDUARDA ALESSI
FERNANDA DALLE MOLLE**

**AVALIAÇÃO DA REGENERAÇÃO ÓSSEA EM ENXERTOS SINTÉTICOS: UMA
REVISÃO SISTEMÁTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial para a
obtenção do Grau de Bacharel em
Odontologia à Universidade da
Universidade de Caxias do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Roberto
Mattia

Aprovadas em ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr. Paulo Roberto Mattia
Universidade de Caxias do Sul

Prof. Dr. João Lopes Bondan
Universidade de Caxias do Sul

Prof. Me. Celso Ricardo Adami
Universidade de Caxias do Sul

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente por todas as pessoas que estiveram do meu lado durante todo período de graduação, me apoiado e incentivando todos os dias a ir atrás dos meus sonhos.

Agradeço a minha família, que sem ela eu não teria chegado no lugar em que cheguei, foram as pessoas que lutaram dia e noite para que esse sonho se tornasse realidade, em especial à minha mãe, Janete Alessi, que sempre batalhou muito para chegar onde está hoje e me dá forças diárias para seguir essa caminhada, ao meu pai Wilson Jair de Mattos, que sempre me apoiou e ao meu Irmão, Augusto Ary Alessi de Mattos, que além de ser o melhor companheiro que eu poderia ter, é meu maior orgulho, sou muito grata por tudo que ele fez para que eu conseguisse finalizar esse ciclo.

A pessoa que esteve literalmente do meu lado desde o primeiro dia de clínica, recebe meus sinceros agradecimentos, minha grande amiga e colega Fernanda Dalle Molle, que nunca mediu esforços para me ajudar e sempre esteve ao meu lado, compartilhando momentos que ficarão na história, eu sou muito agradecida de poder ter compartilhado esses anos de faculdade com essa pessoa especial.

Ao nosso querido orientador Prof. Dr. Paulo Roberto Mattia, que desde sempre se mostrou um professor comprometido e um grande amante da odontologia, sempre disposto a nos atender, obrigada por ser essa pessoa incrível.

Agradeço ao Vandoir Welchen que sempre esteve disposto a nos ajudar durante todo esse processo de confecção do TCC.

Um enorme agradecimento a todos mestres que nos fizeram chegar onde estamos hoje, com um vasto conhecimento, cultivando amores pela odontologia, a caminhada ainda é grande, mas os passos dados até agora foram graças a vocês, professores, meu muito obrigada.

Agradeço a todos os meus amigos que me apoiaram e estão vibrando esse momento junto comigo, que estiveram ao meu lado não apenas nos melhores momentos, mas sim durante toda essa jornada, sendo compreensivos com as minhas faltas durante os períodos de estudo.

Eduarda Alessi de Mattos

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos que fizeram parte dessa trajetória, em especial aos meus pais José e Zeli Dalle Molle pelo incansável esforço de tornar este momento realidade, à minha irmã Franciele Dalle Molle, que esteve ao meu lado sempre e ao meu cunhado Vandoir Welchen, o qual sempre esteve por perto para me ajudar e tirar minhas dúvidas. Gostaria de agradecer também ao meu namorado Mateus Adami Bastian por acreditar nos meus sonhos e dividi-los comigo e por todo apoio durante a faculdade e durante esse período.

Ao Prof. Dr. Paulo Roberto Mattia que aceitou nos orientar e dedicar parte do seu tempo a este trabalho. Obrigada pela disponibilidade constante, por todos os ensinamentos dados desde o início da faculdade e pela excelente pessoa que tu é.

À minha amiga, colega e dupla Eduarda Alessi de Mattos, que me inspira todos os dias. A minha gratidão pelos ensinamentos diários, pela sua amizade e pela nossa conexão e parceria.

Por fim, mas não menos importante, gostaria de agradecer a todos os professores que dividiram seus ensinamentos e conselhos durante essa jornada. Aos meus amigos, os quais tive que abdicar de encontros para tornar esse sonho realidade, e sempre se mostraram compreensíveis. E a todos que participaram direta ou indiretamente da minha formação, pois sem vocês esta conquista não seria possível. Muito obrigada!

“Que todos os nossos esforços estejam sempre focados no desafio à impossibilidade. Todas as grandes conquistas humanas vieram daquilo que parecia impossível.”

Charles Chaplin

RESUMO

Introdução: Processos patológicos, produzem, frequentemente, defeitos ósseos alveolares, que impedem que os implantes sejam colocados corretamente ou causam deformidades estéticas e funcionais. Entre os enxertos disponíveis no mercado existem os enxertos autógenos, alógenos, xenógenos e materiais sintéticos. Até então o enxerto autógeno é considerado o padrão ouro, porém não se apresenta em grandes quantidades, e deve ser levado em conta a morbidade no local doador. Como alternativa, há os materiais sintéticos que permitem aumentar a capacidade natural do corpo de regenerar ossos perdidos. Objetivo: Identificar e avaliar estudos que apresentaram a regeneração óssea em casos de enxertos ósseos sintéticos na região de maxila e mandíbula. Metodologia: Revisão sistemática na base de dados do PubMed a partir de artigos que relatem a regeneração óssea em casos de enxertos sintéticos, tais quais: Hidroxiapatita e Fosfato de cálcio. Os artigos escolhidos devem ser dos últimos 10 anos. Resultados: Os enxertos sintéticos estudados neste trabalho demonstraram ser substitutos ósseos de sucesso, biocompatíveis, regeneradores ósseos e com características muito semelhantes ao enxerto xenógeno e autógeno.

Palavras-chave: regeneração; enxerto; fosfato de cálcio; hidroxiapatita; maxila.

ABSTRACT

Introduction: Pathological processes, often, produce alveolar bone defects that prevent implants from being placed correctly or cause aesthetic and functional deformities. Among the grafts available on the market, there are autogenous, allogeneic, xenogeneic and synthetic materials. Until then, the autogenous grafts are considered the gold standard, but they are not available in large quantities, but they cause a morbidity at the donor site. As an alternative, there are synthetic materials that allow the body's natural ability to regenerate lost bones. Objective: To identify and evaluate bone regeneration studies in cases of synthetic bone grafts in the jaw and mandible region. Methodology: Systematic review in the Pubmed database based on articles that report bone regeneration in cases of synthetic grafts, such as: Hydroxyapatite and Calcium Phosphate. The chosen articles must be from the last 10 years. Results: The synthetic grafts studied in this work demonstrated to be successful bone substitutes, biocompatible, bone regenerators and with characteristics very similar to xenogenous and autogenous grafts.

Keywords: regeneration; graft; calcium phosphate; hydroxyapatite; jaw.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação da escolha dos artigos na revisão sistemática 18

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Resumo dos artigos.....	23
------------------------------------	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3D	Tridimensional
AB	<i>Autogenous Bone</i>
ABB	<i>Anorganic Bovine Bone</i>
AH	Ácido Hialurônico
BCP	<i>Biphasic Calcium Phosphate</i>
BCS	<i>Biphasic Calcium Sulphate</i>
BHA	<i>Bovine Hidroxyapatite</i>
DBBM	<i>Deproteinized Bovine Bone Mineral</i>
GBR	<i>Guided Bone Regeneration</i>
HA	Hidroxiapatita
MCBA	<i>Mineralized Cancellous Bone Allograft</i>
PRP	Plasma Rico em Plaquetas
RhPDGF	<i>Recombinant Human Platelet-Derived Growth Factor</i>
TCFC	Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico
β -TCP	<i>β-Tricalcium Phosphate</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	MATERIAIS E MÉTODOS	16
2.1	CRITÉRIOS DE INCLUSÃO	16
2.2	CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO.....	17
3	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	19
4	DISCUSSÃO	26
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
	REFERÊNCIAS.....	33

1 INTRODUÇÃO

O enxerto ósseo tornou-se um campo importante dentro da Odontologia, principalmente dentro da Implantodontia, para o tratamento de defeitos do rebordo alveolar devido a trauma, doença periodontal, infecção ou perda de dentes, que segundo NAPPE et. al., produzem a perda de volume ósseo horizontal e vertical, dificultando e, até mesmo impedindo, a instalação de implantes osseointegrados (NAPPE et al., 2016)

Ao longo dos anos, diferentes biomateriais foram usados para preencher e regenerar defeitos ósseo, na forma de blocos ou particulados, sozinhos ou em conjunto com membranas, possibilitando aumento da densidade óssea, bem como aumento do volume ósseo e, assim, permitindo uma reconstrução protética, como por exemplo, a colocação de implantes (MIHATOVIC et al., 2020).

Processos patológicos como a reabsorção do osso alveolar após a perda do dente (devido à falta de carga mecânica), doença periodontal, lesões traumáticas, cistos e tumores, produzem, frequentemente, defeitos ósseos alveolares, que impedem que os implantes sejam colocados corretamente ou causam deformidades estéticas e funcionais (MANGANO et al., 2019a).

Entre as técnicas de enxertia para recuperar a dimensão óssea, as que mais se destacam são: os enxertos autógenos (AB, do inglês *Autogenous bone*), que são retirados e implantados do mesmo indivíduo, o que não causa resposta imune; alógenos, que são transplantados entre indivíduos da mesma espécie, mas geneticamente diferentes; xenógenos, que são retirados e transplantados de espécies diferentes, como enxerto bovino, e materiais sintéticos, que são materiais compatíveis com o sistema biológico, como fosfato de cálcio bifásico (SOARES, 2015).

O enxerto autógeno, é considerado o padrão ouro, visto que, contém todos os componentes necessários para regeneração, bem como, osteocondutividade, osteoindutividade, potencial osteogênico e não tem potencial de transmitir doenças infecciosas (GIANNOUDIS; DINOPOULOS; TSIRIDIS, 2005). Porém, a regeneração óssea após o enxerto é variável, provavelmente causada pelas diferenças dos locais de coleta do osso enxertado. Além disso, a coleta de osso autógeno (geralmente de osso ilíaco) resulta em morbidade do local doador, que pode incluir infecção, dor e perda de função, algo que afeta em torno de 8% dos pacientes (MANGANO et al., 2013).

Também, é válido ressaltar que o AB não se apresenta em grandes quantidades, visto que, não é viável retirar demasiada quantidade de osso de uma única parte do corpo para implantar em outra. Da mesma forma, outro ponto negativo é a necessidade de uma segunda cirurgia no indivíduo, em outra parte do corpo, para a retirada de osso, com isso, aumentando o tempo de recuperação do paciente adicionado ao risco de infecção (FAVERANI et al., 2014).

Como consequência disso, o material sintético surgiu como um novo substituto ósseo, oferecendo uma estrutura para regeneração e cicatrização do osso hospedeiro, bem como para a formação de vasos sanguíneos, como a osteogênese e angiogênese, processos acoplados a regeneração óssea (HELDER et al., 2018). Os biomateriais (materiais sintéticos) podem ser uma solução para o substituto ósseo, aumentando a capacidade natural do corpo de regenerar ossos perdidos (MANGANO et al., 2019b).

Dentre as formas utilizadas dos enxertos sintético, existem as impressas/fresadas ou a utilização em forma de grânulos. Quando em grânulos, o material pode apresentar diversos tamanhos de partículas, promovendo a versatilidade e maleabilidade no uso. De Ruitter et al. (2014) também mostraram que após um ano da colocação do enxerto granuloso micro estruturado obtém-se uma ótima reabsorção do substituto ósseo por osso viável e com aparência histológica normal. Mostrando assim, que o enxerto sintético em grânulos além de ter biocompatibilidade e eficácia, também gera a revascularização, o que é responsável pelo processo de remodelação do substituto ósseo, possibilitando a estabilidade dimensional (DE RUITER et al., 2014).

Com o desenvolvimento de novas tecnologias digitais, tornou-se possível também analisar os defeitos ósseos na forma 3D (tridimensional) e personalizar tais enxertos para que se encaixem perfeitamente no local receptor (MANGANO et al., 2015a). Com o auxílio de um exame de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) torna-se possível avaliar o tamanho e a forma do defeito em 3D antes da cirurgia. Os arquivos de TCFC podem ser transferidos para um *software* de reconstrução específico, obtendo um modelo 3D da maxila / mandíbula do paciente (MANGANO et al., 2015a). Assim, um enxerto ósseo feito sob medida pode ser projetado, e impresso, tudo de maneira virtual (MANGANO et al., 2015b).

Segundo MIHATOVIC (2020) o material de enxerto ideal deve 1) ser osteocondutor para servir como uma matriz para a migração vascular e celular; 2)

apresentar um potencial osteoindutor, estimulando as células mesenquimais a se diferenciarem em osteoblastos formadores de osso; e 3) conter células osteoprogenitoras capazes de produzir nova matriz óssea (MIHATOVIC et al., 2020).

Entre os biomateriais, o fosfato de cálcio e, em particular, a HA e o β -TCP (do inglês *β -tricalcium phosphate*) são os materiais mais estudados devido à sua composição semelhante aos ossos inorgânicos.(GARAGIOLA et al., 2016). Esse biomaterial favorece o crescimento ósseo por meio da fixação, proliferação e diferenciação de osteoblastos e células mesenquimais. Clinicamente, o β -TCP tem uma taxa rápida de degradação em comparação com outros substitutos ósseos. Devido às propriedades β -TCP que facilita a regeneração óssea, vários estudos têm se concentrado nele e em seu uso, principalmente para elevar o assoalho do seio maxilar (ARAGONESES LAMAS et al., 2020).

O fosfato de cálcio bifásico consiste na associação de HA / TCP, sendo assim, produzido por um único processo para evitar agrupamento e definir uma molécula homogênea. A proporção de material é de 60:40 de HA / TCP, sendo duas fases equilibradas de atividade: a fase HA é a mais estável e a TCP a mais solúvel (MANGANO et al., 2013). Sendo assim, o material é solúvel, e consegue se dissolver gradualmente no corpo, liberando íons de cálcio e fosfato no meio biológico, e assim, promovendo a neoformação óssea (MANGANO et al., 2013).

Hidroxiapatita de cálcio (HA) e β -fosfato tricálcio (β -TCP, do inglês *β -tricalcium phosphate*), que pertencem à família da cerâmica de fosfato de cálcio, são os principais materiais osteocondutivos biocompatíveis que fornecem um ambiente químico e uma superfície favorável para a neoformação óssea (GIANNOUDIS; DINOPOULOS; TSIRIDIS, 2005). Esse material é o foco principal para substitutos de enxerto ósseo sintético porque são osteocondutores e fornecem resistência mecânica suficiente (INZANA et al., 2014). O enxerto sintético é projetado de forma com que ele consiga imitar a estrutura óssea a ser substituída, com a devida porosidade, fazendo com que o osso seja formado entre o enxerto de fosfato de cálcio, até que seja alcançada a parcial substituição óssea do próprio hospedeiro (MEMON et al., 2020).

A HA tem sido considerada para o uso no reparo de defeitos ósseos nos últimos 20 anos. Os desenvolvimentos recentes levaram ao interesse no potencial de HA porosa como um enxerto ósseo sintético, já que a porosidade interna dessa estrutura é algo muito relevante para o desempenho da regeneração óssea, visto que, é através da porosidade estrutural que se dá a migração das células que iniciam o

processo de osteocondução e, possivelmente, osteoindução e neovascularização (GIANNOUDIS; DINOPOULOS; TSIRIDIS, 2005; MANGANO et al., 2019b).

Outra questão importante em relação a esse tipo de abordagem de enxertia, é a resistência em áreas de grandes tensões como a mandíbula, já que, ela recebe diversas cargas físicas, como a da mastigação. Sendo assim, o material substituto do osso deve ter a resistência necessária para suportar essas forças. Além disso, o controle de temperatura no momento da produção desse material também é importante, pois ela influencia diretamente na resistência e na porosidade do enxerto (GIULIANI et al., 2020).

O enxerto a base de fosfato de cálcio (BCP, do inglês *Biphasic calcium phosphate*) consegue devolver o volume por meio de uma osteocondução, visto que, o enxerto serve como uma estrutura para crescimento e desenvolvimento do novo osso do próprio receptor. Além disso, o material consegue ser reabsorvido pelo corpo de forma gradual, proporcionando um espaço para formação e regeneração óssea (GARAGIOLA et al., 2016).

Tendo isso em vista, nesta pesquisa objetiva-se identificar e avaliar estudos de regeneração óssea em casos de enxertos ósseos sintéticos, em regiões de maxila e mandíbula. A partir de uma revisão sistemática busca-se também, especificamente, reconhecer estudos que tenham como foco a neoformação óssea e comparação das possíveis consequências e vantagens do enxerto de material sintético.

Dessa forma, este artigo está estruturado em quatro seções além desta introdutória. Na primeira, apresenta-se a metodologia adotada para a execução da revisão sistemática, que inclui pesquisas na base de dados do PubMed, dos últimos 10 anos. Na segunda e terceira, são analisados e discutidos os dados obtidos, articulando-os ao conhecimento teórico sobre o tema. E, na quarta e última, expõem-se algumas considerações finais.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Assim como outras categorias de artigos científicos, os artigos de revisão são “uma forma de pesquisa que utilizam de fontes de informações bibliográficas ou eletrônicas para obtenção de resultados de pesquisas de outros autores, com o objetivo de fundamentar teoricamente um determinado objetivo” (ROTHER, 2007).

Para alcançar o objetivo deste artigo, foi realizada uma revisão sistemática na base de dados do *PubMed*, a partir de artigos que relatem a regeneração óssea em casos de enxertos com cerâmica de fosfato de cálcio bifásica ou trifásica e hidroxiapatita na região de seio maxilar e/ou mandíbula.

Revisões sistemáticas são poderosas em sua capacidade de combinar resultados de pacientes de estudos distintos, mas semelhantes. Portanto, eles têm o potencial de fornecer um número suficiente de pacientes e informações populacionais generalizáveis para tirar conclusões baseadas em evidências mais fortes (HARRIS et al., 2014).

Sendo assim, os artigos escolhidos foram dos últimos 10 anos, e as seguintes palavras chaves foram utilizadas: ("*bone regeneration*" OR "*bone graft*") AND ("*biphasic calcium phosphate*" OR "*tricalcium phosphate*" OR "*hydroxyapatite*" OR "*ceramics*") AND ("*sinus augmentation*" OR "*jaw*" OR "*maxillary sinus*" OR "*maxillary*").

Além disso, como filtro da pesquisa, foi selecionado apenas trabalhos provenientes de *Dental journals*, e com os seguintes tipos de artigos selecionados: *Clinical Trial*, *Meta-Analysis*, *Randomize Controlled Trial*, *Review*, *Systematic Review*. Foram excluídos trabalhos do seguinte tipo: *Books and Documents*.

Além dos trabalhos identificados na revisão com as palavras-chave e os filtros acima, também foram utilizados artigos citados nestes trabalhos, que se encaixavam escopo da pesquisa.

2.1 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

Os seguintes critérios de inclusão foram utilizados:

- a) Artigos publicados de 2011 até 2021;
- b) Regeneração óssea na área de mandíbula ou maxila;
- c) Artigos que relatassem o uso de algum desses biomateriais: Fosfato de cálcio, ou hidroxiapatita;

- d) Artigos na língua Inglesa.

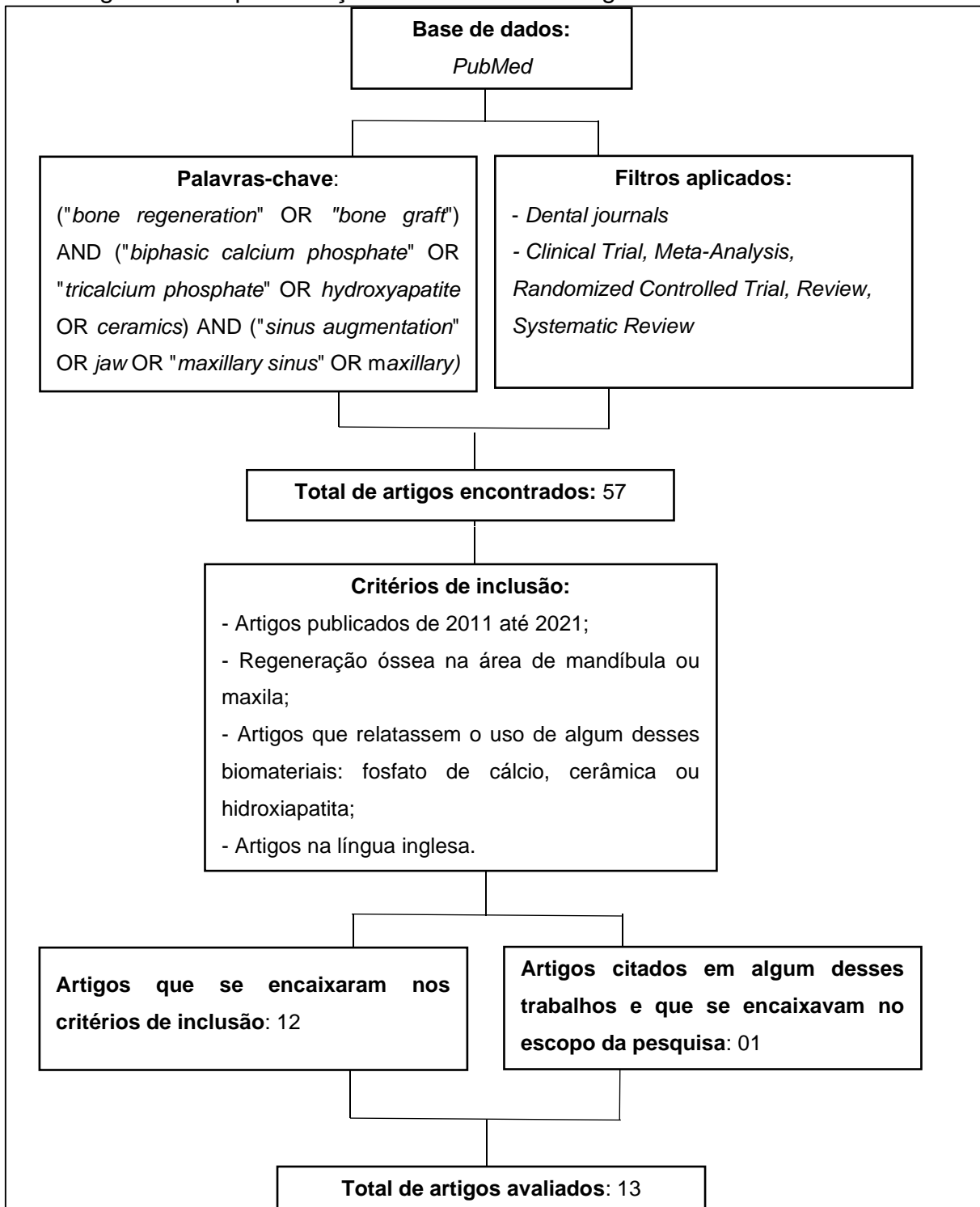
2.2 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

Os seguintes critérios de exclusão foram utilizados para a seleção de artigos:

- a) Artigos anteriores a 2011;
- b) Artigos sobre regeneração óssea que não envolvam região de maxila ou mandíbula;
- c) Artigos que não citassem nenhum dos biomateriais citados no critério de inclusão;
- d) Artigos que não estavam na língua inglesa.

A Figura 1 representa a exemplificação da escolha dos artigos, incluindo: a base de dados; palavras-chave, as quais foram utilizadas na língua inglesa; filtros aplicados; total de artigos encontrados; critérios de inclusão; e total de avaliados.

Figura 1 – Representação da escolha dos artigos na revisão sistemática



Fonte: elaborado pelas autoras (2021).

3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Oh et al. (2019) estudaram e avaliaram a partir de um ensaio clínico prospectivo randomizado controlado o enxerto de BCP composto por 60% de HA e 40% de β -TCP em comparação com o enxerto mineral ósseo bovino desproteínizado (DBBM, do inglês *deproteinized bovine bone mineral*) para o aumento do seio maxilar em humanos. Como resultado encontraram maior fração de volume de osso novo e nova densidade de superfície óssea no grupo de fosfato de cálcio em comparação com o grupo de osso bovino. O volume residual do enxerto ósseo no grupo de osso bovino foi maior do que no grupo de fosfato de cálcio. Contudo, não houve diferenças significativas entre os grupos na tomografia microcomputadorizada e nos parâmetros histomorfométricos. Assim, os autores concluíram que ambos os materiais de enxerto demonstraram biocompatibilidade e osteocondutividade semelhantes no aumento do seio maxilar (OH et al., 2019a).

Sanz e Vignoletti (2015) realizaram estudos histológicos em animais e ensaios clínicos relativos ao desempenho de substitutos ósseos: AB, DBBM ou sintético (combinação de HA / β -TCP). Como resultado, o uso de DBBM foi mais eficaz na maioria das indicações clínicas, devido à sua osteocondutividade, características de manutenção de espaço e reabsorção lenta. A combinação de HA / β -TCP também relatou evidências histológicas e desfechos clínicos semelhantes. Porém, o uso de enxerto autógeno em bloco ainda é o método de escolha em situações clínicas que necessitem de aumento ósseo vertical (SANZ; VIGNOLETTI, 2015).

Nos ensaios clínicos randomizados de grupos paralelos de Velasco et al. (2021) 24 pacientes foram alocados aleatoriamente em três grupos diferentes divididos em: DBBM, fosfato tricálcio com ou sem ácido hialurônico (AH) como grupos teste. Como resultado teve-se que a porcentagem de osso novo não foi estatisticamente diferente entre os três grupos, as porcentagens de biomaterial residual foram significativamente maiores e o tecido não mineralizado significativamente menor no controle do que nos grupos de teste. Os grupos de teste não diferiram significativamente entre si para todos os parâmetros histomorfométricos. O resto dos resultados secundários não foram significativamente diferentes entre os grupos. Assim, os autores concluíram que ambos os materiais demonstraram eficácia, a adição de AH não influenciou os resultados (VELASCO-ORTEGA et al., 2021).

O ensaio clínico randomizado e controlado de Danesh-Sani et al. (2016) comparou resultados histológicos e histomorfométricos do aumento do seio maxilar entre BCP e AB. Como resultado, encontraram que a quantidade de neoformação óssea foi maior para AB do que para BCP, porém, o BCP se mostrou um material biocompatível e osteocondutor que pode ser usado com sucesso como substituto ósseo em procedimentos do seio maxilar (DANESH-SANI et al., 2016).

Aragoneses Lamas et al. (2020) avaliaram o ganho ósseo vertical por meio de um estudo transversal com avaliação radiográfica, após o procedimento de elevação do seio com β -TCP, o qual foi usado como substituto ósseo e após realizada a colocação simultânea de implante, em 120 pacientes. O estudo concluiu que houve ganho ósseo vertical com o uso de β -TCP e que variáveis do implante como comprimento e diâmetro tiveram influência significativa nos valores médios de ganho ósseo. A posição do implante não teve uma influência estatisticamente significativa, mas houve uma variação considerável no ganho ósseo entre as regiões do primeiro, segundo pré-molar e molar (ARAGONESES LAMAS et al., 2020).

Santana e Santana (2015) realizaram um ensaio clínico randomizado, prospectivo, paralelo e controlado com o objetivo de avaliar a regeneração óssea guiada (GBR, do inglês *guided bone regeneration*) empregando fator de crescimento recombinante humano derivado de plaquetas-BB (rhPDGF-BB) incorporado ao β -TCP como enxerto e compararam com enxerto AB em bloco ósseo. Trinta pacientes foram tratados, e não foi observada diferença significativa entre os grupos para nenhum dos parâmetros avaliados, incluindo a quantidade de regeneração óssea e a necessidade de enxertos adicionais. Com isso, concluíram que o enxerto β -TCP com rhPDGF-BB parece ser um substituto adequado para enxerto de bloco ósseo AB (SANTANA; SANTANA, 2015).

Kattimani et al. (2014) realizaram um estudo clínico radiológico para avaliar e comparar o material de enxerto de hidroxiapatita derivada de bovinos (BHA, do inglês *Bovine hidroxyapatite*) e HA como substituto do enxerto ósseo em defeitos ósseos císticos maxilares. Concluíram que os materiais de enxerto BHA e HA são biocompatíveis para preencher defeitos ósseos, apresentando menor reabsorção óssea e maior formação óssea com eficácia semelhante. A cura óssea ocorreu dentro de 12 semanas após a enxertia. O BHA teve a vantagem de ser mais econômico (KATTIMANI et al., 2014).

Schmitt et al. (2013) no ensaio clínico randomizado controlado compararam características clínicas e histológicas após o aumento do assoalho sinusal com BCP, e osso bovino anorgânico (ABB do inglês *Anorganic bovine bone*), aloenxerto de osso esponjoso mineralizado (MCBA, do inglês *Mineralized cancellous bone allograft*), ou osso autólogo. Concluíram, assim, que por fornecer a maior taxa de neoformação óssea, o AB pode ser considerada como o padrão ouro no aumento do assoalho do seio. Porém, todos os materiais de controle testados mostraram resultados comparáveis e foram considerados adequados para aumento do seio maxilar (SCHMITT et al., 2013).

Mayer, Zigdon-Giladi e Machtei (2016) realizaram um ensaio clínico prospectivo, em 36 pacientes (40 alvéolos de extração) para comparar a cicatrização natural ou estimulada pelo uso de enxerto ósseo sintético. Foi utilizado no tratamento do alvéolo um composto de β -TCP + HA + BCS (do inglês *Biphasic calcium sulphate* que na tradução é Sulfato de cálcio bifásico) após a extração e assim, compararam com outro grupo, que também foi realizada a extração, porém sem material de enxerto. Após 4 meses, notou-se que o processo de cicatrização e o aumento da dimensão horizontal utilizando a combinação desses enxertos é superior a cicatrização natural, pelo fato da reabsorção no alvéolo natural ser maior, restando pouco enxerto residual dentro do alvéolo. Assim, obtiveram que o espaço do enxerto teve uma boa substituição óssea e não gerou uma resposta inflamatória significativa (MAYER; ZIGDON-GILADI; MACHTEI, 2016).

No ensaio clínico randomizado de Kiliç e Güngörmüş (2016) buscaram analisar e comparar a os resultados clínicos e radiográficos ao final de 6 meses entre o enxerto de β -TCP junto com plasma de plaquetas (PRP) e β -TCP sozinho, sendo usado para elevação do assoalho do seio maxilar. A avaliação da regeneração foi medida em imagens de TCFC em 10 dias e 6 meses de pós-operatório. Como resultado, observou que utilizando o PRP teve uma pequena vantagem na questão de maior aumento na dimensão vertical e menor reabsorção, porém a nível de estudo, não foi significativamente importante a diferença entre a utilização do PRP em conjunto com o β -TCP ou sozinho. Então, concluíram que ambos os materiais tiveram um aumento da crista óssea suficiente e compatível para colocação de implante de forma segura no período de 6 meses pós-operatório (KILIÇ; GÜNGÖRMÜŞ, 2016).

Bonardi et al. (2018) compararam a partir de um estudo clínico prospectivo um xenoenxerto derivado de bovino (DBBM) e β -TCP junto com um enxerto ósseo

autógeno na proporção de 1:1 no aumento ósseo do seio maxilar humano. O β -TCP em associação com o enxerto ósseo autógeno demonstrou regeneração parecida ao enxerto ósseo autógeno sozinho, ressaltando que o β -TCP teve uma rápida reabsorção e osteocondução, demonstrando ser um substituto ósseo confiável. Como resultado, foi observado que o DBBM teve os melhores resultados mostrando a melhor imunomarcação para as proteínas avaliadas, sendo assim, DBBM foi o que apresentou a melhor superfície para colocação do implante (BONARDI et al., 2018).

Patel, Mardas e Donos (2013) realizaram um ensaio clínico controlado randomizado envolvendo preservação de crista e implante dentário e avaliaram radiograficamente o nível de formação óssea e a taxa de sobrevivência de implantes colocados em alvéolos tratados com enxerto β -TCP ou DBBM, ambos utilizando uma barreira de colágeno. Foi realizada a colocação dos implantes 4 meses após a enxertia. Como resultado, ambos enxertos tiveram uma porcentagem muito semelhante na taxa de sobrevivência dos implantes, além disso, durante o acompanhamento de 1 ano da regeneração, não houve mudança significativa na taxa de sucesso ou perda óssea. Entre as medidas dos níveis ósseos radiográficos interproximais, profundidade da bolsa de sondagem, recessão gengival e sangramento à sondagem, não houve nenhuma diferença importante entre a utilização de β -TCP e DBBM (PATEL; MARDAS; DONOS, 2013).

Van Assche et al. (2013) realizaram um ensaio clínico controlado randomizado *in vivo* para comparar um substituto ósseo sintético, BCP, com DBBM a fim de cobrir deiscências ósseas após a inserção de implantes. Ambos foram recobertos por uma membrana reabsorvível. A redução do tamanho do defeito ósseo foi maior no grupo onde foi utilizado DBBM, mas não foi significativamente importante, visto que, ambos materiais apresentaram o mesmo comportamento e são eficazes. A colocação dos implantes obteve uma alta taxa de sucesso durante o acompanhamento de 1 ano, e não houve falhas durante o acompanhamento (VAN ASSCHE et al., 2013).

O Quadro 1 resume os artigos utilizados para a revisão sistemática deste trabalho. Nela está presente autor e ano; tipo de enxerto utilizado; espécie estudada (humanos ou animal); comparação com outro tipo de material, como por exemplo outro enxerto; utilização de fator de crescimento incorporado ao enxerto; comportamento da regeneração, isto é, positiva ou negativa; e observações referente ao resultado.

Quadro 1 – Resumo dos artigos

(Continua)

Artigo	Tipo de enxerto	Espécie estudada	Comparação com outro material	Fator de crescimento	Regeneração	Observações
Oh et al. (2019b)	BCP	Humanos	Sim, DBBM	Não	Positiva	Ambos os materiais de enxerto demonstraram biocompatibilidade e osteocondutividade semelhantes
(SANZ; VIGNOLETTI, 2015)	HA e β -TCP	Animal	Sim, alógeno e DBBM	Não	Positiva	O uso de enxerto autógeno foi considerado o melhor método de escolha em situações clínicas que necessitam de aumento ósseo vertical
(VELASCO-ORTEGA et al., 2021)	Fosfato tricálcio	Humanos	Sim, DBBM e fosfato tricálcio; AH	Sim, AH	Positiva	Ambos os materiais demonstraram eficácia. A adição de AH não alterou os resultados
(DANESH-SANI et al., 2016)	BCP	Humanos	Sim, AB	Não	Positiva	Maior formação óssea em AB do que BCP, porém, o BCP se mostrou um material biocompatível e osteocondutor que pode ser usado com sucesso como substituto ósseo em procedimentos do seio maxilar
(ARAGONESES LAMAS et al., 2020)	β -TCP	Humanos	Não	Não	Positiva	Houve ganho vertical com o uso de β -TCP
(SANTANA; SANTANA, 2015)	BTCP + HA	Humanos	Sim, AB e rhPDGF-BB junto com o Fosfato tricálcio + HA	Sim, rhPDGF-BB junto com o Fosfato tricálcio + HA	Positiva	Não foram observadas diferenças significativas entre os grupos. Um enxerto de cerâmica óssea composto se confirma um substituto adequado para o enxerto de bloco ósseo autógeno

(continuação)

Artigo	Tipo de enxerto	Espécie estudada	Comparação com outro material	Fator de crescimento	Regeneração	Observações
(KATTIMANI et al., 2019)	HA sintética	Humanos	Sim, BHA	Não	Positiva	Ambos os materiais apresentaram biocompatibilidade, apresentando maior formação óssea e eficácia semelhante. A cura óssea foi dentro de 12 semanas
(SCHMITT et al., 2013)	BCP	Humanos	Sim, ABB, MCBA e AB	Não	Positiva	O osso autógeno recebeu maior taxa de neoformação óssea. Todos os outros materiais mostraram resultados comparáveis e se mostraram adequados para o aumento do seio maxilar
(MAYER; ZIGDON-GILADI; MACHTEI, 2016)	β -TCP + HA + BCS	Humanos	Não, foi comparado com a cicatrização natural	Não	Positiva	β -TCP e HA resultaram em maior estabilidade na dimensão horizontal após 4 meses
Kiliç e Güngörmüş (2016)	β -TCP	Humanos	Sim, β -TCP + PRP	Sim, PRP	Positivo	β -TCP foi melhor sozinho do que com PRP
Bonardi et al. (2018)	β -TCP	Humanos	Sim, DBBM e AB	Não	Positiva	β -TCP teve uma rápida reabsorção e osteocondução, demonstrando ser um substituto ósseo confiável. Porém DBBM produziu uma superfície mais condizente com a colocação de implantes
Patel, Mardas e Donos (2013)	BCP	Humanos	Sim, DBBM	Sim, barreira de colágeno	Positiva	Não houve nenhuma diferença significativa entre os grupos

(conclusão)

Artigo	Tipo de enxerto	Espécie estudada	Comparação com outro material	Fator de crescimento	Regeneração	Observações
Van Assche et al. (2013)	BCP	Humanos	Sim, DBBM	Sim, membrana reabsorvível	Positiva	Ambos os substitutos ósseos se comportaram de maneira igualmente eficaz

Fonte: elaborado pelas autoras (2021).

4 DISCUSSÃO

No ensaio clínico de Oh et al. (2019), em humanos, foi relatado que houve regeneração óssea do BCP e, quando comparado com o DBBM a tomografia e os parâmetros histomorfométricos avaliaram que não houve diferenças significativas, sendo assim, ambos os materiais apresentaram osteocondutividade e biocompatibilidade semelhantes. Já no estudo de Danesh-Sani et al. (2016), também em humanos, quando comparado o BCP com enxerto ósseo autógeno reletou-se que a quantidade de formação óssea vital foi significativamente maior para AB do que para BCP. No entanto, o BCP mostrou ser um material biocompatível e osteocondutor também, e que pode ser usado com sucesso como um substituto ósseo na maxila. Em ambos os estudos se reforça a eficácia do biomaterial a base de BCP como um substituto ósseo.

Aragoneses Lamas et al. (2020) avaliaram o β -TCP, em humanos, sem comparar com outro material e concluíram que houve ganho ósseo vertical com o uso do biomaterial no procedimento cirúrgico de levantamento do seio maxilar com colocação imediata do implante e que variáveis do implante como comprimento e diâmetro tiveram influência significativa nos valores médios de ganho ósseo. Já a posição do implante não demonstrou nenhuma diferença significativa mas houve uma variação considerável no ganho ósseo entre as regiões do primeiro, segundo pré-molar e molar. No ensaio de Kiliç e Güngörmüş (2016), que utilizou o β -TCP em humanos, realizando uma comparação do uso de PRP ou não junto com β -TCP. Como resultados o PRP mais o substituto do enxerto β -TCP produziu maior ganho de altura óssea vertical e teve menos reabsorção do enxerto ósseo vertical em comparação com o substituto do enxerto β -TCP sozinho, porém foi um resultado sem muita importância, visto que, os valores foram mínimos. Ambos os materiais de enxerto produziram ganho de altura óssea vertical suficiente para a colocação segura do implante, com tudo, o β -TCP sozinho pode se mostrar mais eficaz.

No ensaio clínico de Santana e Santana (2015) foi realizado em humanos, utilizando β -TCP + HA junto com rhPDGF-BB comparando com o enxerto AB. Nos 30 pacientes que foram tratados não foram observadas diferenças significativas entre os grupos para a quantidade de regeneração óssea e a necessidade de enxertos adicionais. Sendo assim, foi concluído que um enxerto de osso de cerâmica composta que incorporou rhPDGF parece ser um substituto adequado para enxerto de bloco

ósseo autógeno quando empregado em conjunto com GBR em humanos. Nesse caso o fator de crescimento teve efeito positivo na regeneração óssea, aliado com o BTCP + HA. Já o estudo de Mayer, Zigdon-Giladi e Machtei (2016), avaliaram O β -TCP + HA + BCS em humanos também, mas sem o uso de fator recombinante, em sítios de alvéolo de extração e compararam com a cicatrização natural sem enxerto, e assim, realizaram uma técnica de preservação do rebordo. Como resultado do estudo β -TCP e HA com BCS resultou em uma maior estabilidade na dimensão horizontal, após 4 meses, quando comparado com a cicatrização de maneira natural. Com isso, as duas técnicas se mostram eficazes e capazes de promover a regeneração óssea.

No ensaio de Patel, Mardas e Donos (2013) sobre enxerto sintético e DBBM, para avaliar o desempenho do implante utilizando uma barreira de colágeno, 1 ano após a colocação dos implantes a taxa de sucesso de tais foi de 84,6% no grupo do enxerto sintético e 83,3% no grupo DBBM. Como resultados, se obteve uma taxa semelhante de sobrevivência, bem como as alterações radiográficas semelhantes, e de regeneração nos implantes nos dois enxertos. A perda óssea foi mínima. Com isso, o material sintético se mostrou apto e com resultados muito próximo do xenoenxerto. Já o ensaio clínico de Van Assche et al. (2013) comparou o uso do DBBM e HA + β -TCP com intuito de avaliar qual possuía a melhor taxa de recobrimento de deiscências ósseas após a colocação de implantes, e com isso, ambos foram recobertos por uma membrana reabsorvível. Os parâmetros clínicos e radiológicos foram acompanhados durante 1 ano. Como resultado, obteve-se que os tamanhos dos defeitos foram menores com o uso do DBBM, mas os resultados não foram significantes na comparação. Sendo assim, notou-se que o DBBM e HA + β -TCP tiveram um grau muito próximo nas suas capacidades regeneradoras, sendo ambos eficazes. Nos dois estudos comparados o biomaterial teve resultados positivos, com diferenças mínimas quando comparados com xenoenxertos.

Bonardi et al. (2018) compararam DBBM e β -TCP com um enxerto ósseo autógeno 1: 1 no aumento ósseo do seio maxilar. O β -TCP junto com o enxerto foi semelhante ao enxerto autógeno sozinho. O biomaterial β -TCP teve uma rápida reabsorção e osteocondução, porém o DBBM teve os melhores resultados e apresentou a melhor superfície para colocação do implante. Ambos os enxertos de β -TCP ou DBBM tem propriedades ideais para a colocação de implantes, mesmo o DBBM se sobressaindo em alguns aspectos em relação ao β -TCP. Já no estudo de Velasco-Ortega et al. (2021), avaliaram o uso de BTCP, em humanos, com ou sem

fator de crescimento, o AH. Em comparação, avaliaram também o enxerto ABB. Como resultados a regeneração óssea foi semelhante entre os grupos, porém observou-se mais quantidade de biomaterial residual e tecido não mineralizado no grupo do enxerto ósseo bovino. No grupo avaliado com ou sem AH, os resultados foram semelhantes, sendo assim, o uso do AH não trouxe mudanças importantes para regeneração óssea. Em ambos os estudos os materiais sintéticos foram eficazes, mostrando resultados semelhantes.

No estudo histológico de Sanz e Vignoletti (2015) realizado em animais, foi comparado os três tipos de enxerto: autógeno, xenógeno e sintético. Como resultado, foi concluído que em casos que necessitem de aumento ósseo vertical, a escolha ainda deve ser o uso de enxerto autógeno em bloco, enquanto o uso de DBBM é eficaz na maioria das indicações clínicas e a combinação β -TCP/HA apresentou desfechos semelhantes. Apesar do enxerto AB ser a escolha para o aumento vertical, os resultados se mostraram muito próximo tanto no DBBM, quanto na combinação de β -TCP/ HA. A combinação dos biomateriais também é válida e eficaz, como relatou os testes realizados em animais. Santana e Santana (2015) também avaliaram a combinação de β -TCP/ HA incorporado com uma solução de rhPDGF-BB em conjunto com GBR em comparação com AB, porém em humanos. β -TCP / HA teve desempenho semelhante ao AB padrão ouro em termos da quantidade de regeneração óssea. Com isso, no estudo de Santana e Santana (2015), em humanos, os resultados foram mais promissores do que no estudo de Sanz e Vignoletti (2015), em animais, visto que, o segundo estudo incorporou rhPDGF-BB com a combinação de β -TCP/ HA em conjunto com GBR, tornando esse material com resultados muito próximos ao AB.

Aragoneses Lamas et al. (2020) avaliaram a colocação de implantes e a elevação de seio maxilar com β -TCP simultaneamente, após 260 implantes colocados nos pacientes participantes do estudo. Concluíram, depois de 6 meses, que todos os sítios cirúrgicos apresentavam cicatrização sem intercorrências. Os implantes não apresentavam frouxidão mecânica clínica, peri-implantite, ou fratura durante o período de acompanhamento. No estudo de Patel, Mardas e Donos (2013), os pacientes que necessitavam colocação de implantes e enxertia foram divididos em dois grupos: um tratado com DBBM e o outro com β -TCP, obtendo como resultados, após um ano, uma taxa de sucesso de 83,3% e 84,6%, respectivamente. Os implantes apresentaram ausência de mobilidade, radioluscência peri-implantar radiográfica e

saúde dos tecidos peri-implantares também. Não houve diferenças significativas nos níveis ósseos radiográficos, e em locais previamente preservados com β -TCP ou DBBM obteve-se sucesso e uma boa sobrevivência de implantes colocados. Dessa forma, em ambos os estudos, o enxerto sintético β -TCP se mostrou seguro para a colocação de implantes, com sucesso na cicatrização, e ambos tiveram um bom valor de ganho ósseo.

O estudo de Kattimani (2014) et al. foi avaliado BHA e HA como material de enxerto para correção de defeitos ósseos na maxila. A cura óssea ocorreu em 12 semanas, tendo como resultados ao final da 24^a semana volumes semelhantes de neoformação óssea. Além disso, foi concluído que tanto o BHA quanto o HA se mostraram como substitutos biocompatíveis com propriedades semelhantes, apresentando baixa reabsorção e grande formação óssea. O artigo apresenta como única vantagem do BHA sobre o HA o seu valor de mercado. Já o trabalho de Schmitt et al. (2013) que teve como foco a comparação de BCP, com MCBA e osso AB para o aumento do seio maxilar, concluíram que o AB continua sendo o padrão ouro, visto que é um substituto ósseo não reabsorvível e tem propriedades osteocondutoras. O BCP demonstrou reabsorção parcial, porém levou a rápida integração e formação óssea após 5 meses de cicatrização. Como conclusão, todos os materiais testados foram considerados adequados para o aumento do seio maxilar. Sendo assim, tanto HA, quanto o BCP apresentaram propriedades semelhantes, biocompatibilidade, parcial reabsorção e boa neoformação óssea.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do objetivo desta pesquisa que era avaliar a regeneração óssea dos enxertos sintéticos, bem como suas vantagens e desvantagens, conclui-se que tais biomateriais estudados foram eficazes quando utilizados previamente à colocação de implantes e para correção de defeitos ósseos, sendo aprovados em questões de biocompatibilidade, osteocondução e neoformação óssea.

O enxerto autógeno continua sendo o padrão ouro quando avaliado o ganho do aumento ósseo vertical e a reabsorção, visto que, não é reabsorvível. Apesar disso, os resultados são semelhantes, não havendo diferenças significativas entre a regeneração óssea quando comparado AB, DBBM e enxertos sintéticos. Sendo assim, todos os substitutos ósseos abordados se mostraram competentes para a enxertia.

Embora a regeneração dos biomateriais apresentarem resultados satisfatórios, eles manifestaram uma maior quantidade de biomaterial residual em comparação com xenoenxertos. Uma questão que não influencia a longo prazo, já que esse material será reabsorvido e substituído por osso neoformado. Entretanto, esse estudo demonstrou uma regeneração óssea de sucesso com a utilização do composto sintético, tanto nos estudos em animais, quanto em humanos.

Os artigos que avaliaram o β -TCP juntamente com um fator de crescimento, (rhPDGF-BB) aliado à técnica de GBR demonstraram que o fator de crescimento é eficaz promovendo resultados muito semelhantes ao AB. Segundo os trabalhos avaliados, quando o uso do fator de crescimento não vem acompanhado de tal técnica não ocorre uma influência significativa para a formação óssea, podendo ser usado somente o biomaterial sozinho. Sendo assim, foi observado que com a utilização dessa técnica cirúrgica com o composto de Fosfato de cálcio e o fator de crescimento, tal biomaterial pode se tornar um potencial substituto para o osso autógeno em bloco. Mesmo assim, β -TCP sozinho também se mostrou muito eficiente e segundo as pesquisas pode ser considerado um bom substituto ósseo com ou sem fator.

Em relação a cura óssea há muitas discrepâncias, visto que a cicatrização dependerá do tipo de estudo, material agregado, técnica cirúrgica utilizada, região enxertada e até mesmo para quais fins a enxertia foi empregada. As regenerações relatadas nos artigos variam entre 4 semanas a 12 meses, e tais diferenças consistem no foco principal do artigo e dos fatores citados acima.

Os diferentes enxertos sintéticos pesquisados (HA, BCP, β -TCP) demonstraram apresentar as condições ideais para ser um substituto ósseo de sucesso. Tais elas: biocompatibilidade, osteocondução; regeneração óssea, aumento da dimensão horizontal. Se mostraram eficientes também para substituição óssea e sustentação de implantes, revelando resultados de sucesso no quesito de ganho ósseo vertical.

Tendo em vista que esses enxertos são sintéticos e que sua utilização não necessita de uma área doadora, conclui-se a vantagem de prevenir injúrias em outras áreas para os pacientes que utilizaram deste biomaterial. Com isso, o enxerto sintético torna-se um material de eleição para pacientes que necessitam de uma cirurgia minimamente invasiva.

A adição de HA+ β -TCP resultando em BCP, mostrou em alguns casos, maior estabilidade dimensional do que ambos os enxertos sozinhos. Como visto no decorrer do trabalho, HA + β -TCP sucedeu em maior estabilidade da dimensão vertical nos primeiros meses, porém, em contrapartida houve estudos em que a adição da HA não teve mudança significativas na formação óssea, se mostrando semelhante ao uso do β -TCP sozinho.

Avaliando o BHA e HA, foi observado que ambos têm propriedades parecidas e são muito semelhantes em sua eficácia, como na biocompatibilidade, notável formação óssea e baixa reabsorção, sendo assim, ambos se mostram enxertos muito competentes. Quando comparado apenas o HA com o BCP, ambos demonstram características similares a respeito de regeneração positiva e parcial reabsorção.

A colocação de implantes imediatamente após a enxertia do material sintético, demonstrou diminuir as deiscências ósseas e aumentar o ganho ósseo vertical, além de diminuir a reabsorção óssea. A taxa de insucesso da colocação de implantes após o enxerto com biomaterial foi mínima, consolidando a eficácia deste na implantodontia.

Apesar do enxerto autógeno promover melhor regeneração óssea em relação a qualquer outro enxerto, resultando em maior quantidade de osso neoformado e maior aumento ósseo vertical, os estudos refletiram que quando em comparação com o β -TCP pode-se dizer que os resultados estão muito próximos e que ambos enxertos se mostraram eficientes para realização de aumento de seio maxilar, colocação de implantes e correção de defeitos ósseos.

Por fim, nota-se que os enxertos estudados neste trabalho apresentaram um comportamento adequado e cumprem com suas funções. O enxerto autógeno segue

sendo o padrão ouro, porém os enxertos sintéticos demonstraram resultados promissores, tendo em vista os resultados positivos obtidos em todas as pesquisas, levando em consideração a alta taxa de biocompatibilidade, osteocondução e neoformação óssea. Finalmente, destaca-se a vantagem de não provocar injúrias da área doadora do paciente, resultando em uma cirurgia menos invasiva, e maior disponibilidade no mercado.

O estudo apresentou limitação quanto à base de dados, visto que foi utilizada somente uma, o PubMed, maior base da área da saúde, o que pode ter impactado no baixo número de artigos encontrados e poucos se encaixaram nos critérios de inclusão. Como sugestão de trabalhos futuros, é válido abrir um protocolo de revisão sistemática com mais bases de dados, além do PubMed, para assim conseguir abranger mais estudos. Pode ser adequado, também, avaliar em números a porcentagem de ganho ósseo vertical dos materiais sintéticos. Além do mais, pode ser oportuno realizar estudos clínicos comparando os materiais sintéticos separadamente com o padrão ouro (AB).

REFERÊNCIAS

- ARAGONESES LAMAS, Juan Manuel; SÁNCHEZ, Margarita Gómez; GONZÁLEZ, Leví Cuadrado; SUÁREZ GARCÍA, Ana; ARAGONESES SÁNCHEZ, Javier. Vertical Bone Gain after Sinus Lift Procedures with Beta-Tricalcium Phosphate and Simultaneous Implant Placement-A Cross-Sectional Study. **Medicina (Kaunas, Lithuania)**, [S. l.], v. 56, n. 11, p. 609, 2020. DOI: 10.3390/medicina56110609. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1648-9144/56/11/609>.
- BONARDI, João Paulo; PEREIRA, Rodrigo dos Santos; BOOS LIMA, Fernanda Brasil Daura Jorge; FAVERANI, Leonardo Perez; GRIZA, Geraldo Luiz; OKAMOTO, Roberta; HOCHULI-VIEIRA, Eduardo. Prospective and Randomized Evaluation of ChronOS and Bio-Oss in Human Maxillary Sinuses: Histomorphometric and Immunohistochemical Assignment for Runx 2, Vascular Endothelial Growth Factor, and Osteocalcin. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, [S. l.], v. 76, n. 2, p. 325–335, 2018. DOI: 10.1016/j.joms.2017.09.020. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0278239117312442>.
- DANESH-SANI, Seyed A.; WALLACE, Stephen S.; MOVAHED, Ali; EL CHAAR, Edgard S.; CHO, Sang Choon; KHOULY, Ismael; TESTORI, Tiziano. Maxillary Sinus Grafting with Biphasic Bone Ceramic or Autogenous Bone: Clinical, Histologic, and Histomorphometric Results from a Randomized Controlled Clinical Trial. **Implant Dentistry**, [S. l.], v. 25, n. 5, p. 588–593, 2016. DOI: 10.1097/ID.0000000000000474.
- DE RUITER, Ad; DIK, Eric; VAN ES, Robert; VAN DER BILT, Andries; JANSSEN, Nard; MEIJER, Gert; KOOLE, Ron; ROSENBERG, Antoine. Micro-structured calcium phosphate ceramic for donor site repair after harvesting chin bone for grafting alveolar clefts in children. **Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery**, [S. l.], v. 42, n. 5, p. 460–468, 2014. DOI: 10.1016/J.JCMS.2013.05.042.
- FAVERANI, Leonardo Perez; RAMALHO-FERREIRA, Gabriel; SANTOS, Paulo Henrique Dos; ROCHA, Eduardo Passos; GARCIA JÚNIOR, Idelmo Rangel; PASTORI, Cláudio Maldonado; ASSUNÇÃO, Wirley Gonçalves. **Técnicas cirúrgicas para a enxertia óssea dos maxilares - revisão da literature** *Revista do Colegio Brasileiro de Cirurgioes* Colegio Brasileiro de Cirurgioes, , 2014. DOI: 10.1590/S0100-69912014000100012.
- GARAGIOLA, Umberto; GRIGOLATO, Roberto; SOLDI, Rossano; BACCHINI, Marco; BASSI, Gianluca; RONCUCCI, Rachele; DE NARDI, Sandro. Computer-aided design/computer-aided manufacturing of hydroxyapatite scaffolds for bone reconstruction in jawbone atrophy: a systematic review and case report. **Maxillofacial Plastic and Reconstructive Surgery**, [S. l.], v. 38, n. 1, 2016. DOI: 10.1186/s40902-015-0048-7.
- GIANNOUDIS, Peter V; DINOPOULOS, Haralambos; TSIRIDIS, Eleftherios. Bone substitutes: an update. **Injury**, [S. l.], v. 36 Suppl 3, p. S20-7, 2005. DOI: 10.1016/j.injury.2005.07.029. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16188545/>. Acesso em: 27 set. 2021.

GIULIANI, Alessandra; GATTO, Maria Laura; GOBBI, Luigi; MANGANO, Francesco Guido; MANGANO, Carlo. Integrated 3D Information for Custom-Made Bone Grafts: Focus on Biphasic Calcium Phosphate Bone Substitute Biomaterials. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [S. l.], v. 17, n. 14, p. 4931, 2020. DOI: 10.3390/ijerph17144931. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1660-4601/17/14/4931>. Acesso em: 2 maio. 2021.

HARRIS, Joshua D.; QUATMAN, Carmen E.; MANRING, M. M.; SISTON, Robert A.; FLANIGAN, David C. How to write a systematic review. **American Journal of Sports Medicine**, [S. l.], v. 42, n. 11, p. 2761–2768, 2014. DOI: 10.1177/0363546513497567. Disponível em: https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0363546513497567?casa_token=p8c2jy-rk6kAAAAA%3A_jc57yglAFVN7rtZHj9Y5pU_kCLkoHjC0E_8WJxRa7Hwf3Pj5HB6VM MpUcuEsZlJdx4w8fh9SRH3Q. Acesso em: 29 nov. 2021.

HELDER, Marco N.; VAN ESTERIK, Fransisca A. S.; KWEHANDJAJA, Mardi D.; TEN BRUGGENKATE, Christiaan M.; KLEIN-NULEND, Jenneke; SCHULTEN, Engelbert A. J. M. Evaluation of a new biphasic calcium phosphate for maxillary sinus floor elevation: Micro-CT and histomorphometrical analyses. **Clinical Oral Implants Research**, [S. l.], v. 29, n. 5, p. 488–498, 2018. DOI: 10.1111/clr.13146. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29638012/>. Acesso em: 2 maio. 2021.

INZANA, Jason A.; OLVERA, Diana; FULLER, Seth M.; KELLY, James P.; GRAEVE, Olivia A.; SCHWARZ, Edward M.; KATES, Stephen L.; AWAD, Hani A. 3D printing of composite calcium phosphate and collagen scaffolds for bone regeneration. **Biomaterials**, [S. l.], v. 35, n. 13, p. 4026–4034, 2014. DOI: 10.1016/j.biomaterials.2014.01.064. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24529628/>. Acesso em: 2 maio. 2021.

KATTIMANI, Vivekanand S.; PRATHIGUDUPU, Raja S.; JAIRAJ, Abhishek; KHADER, Mohasin A.; RAJEEV, Karthika; KHADER, Anas A. Role of Synthetic Hydroxyapatite-In Socket Preservation: A Systematic Review and Meta-analysis. **The journal of contemporary dental practice**, [S. l.], v. 20, n. 8, p. 987–993, 2019. Disponível em: <https://pubmed-ncbi-nlm-nih.ez314.periodicos.capes.gov.br/31797859/>. Acesso em: 2 out. 2021.

KATTIMANI, VivekanandS; CHAKRAVARTHI, SrinivasP; NEELIMA DEVI, KNaga; SRIDHAR, MekaS; PRASAD, LKrishna. Comparative evaluation of bovine derived hydroxyapatite and synthetic hydroxyapatite graft in bone regeneration of human maxillary cystic defects: A clinico-radiological study. **Indian Journal of Dental Research**, [S. l.], v. 25, n. 5, p. 594, 2014. DOI: 10.4103/0970-9290.147100. Disponível em: <https://pubmed-ncbi-nlm-nih.ez314.periodicos.capes.gov.br/25511058/>. Acesso em: 2 out. 2021.

KILIÇ, Songül Cömert; GÜNGÖRMÜŞ, Metin. Cone Beam Computed Tomography Assessment of Maxillary Sinus Floor Augmentation Using Beta-Tricalcium Phosphate

Alone or in Combination with Platelet-Rich Plasma: A Randomized Clinical Trial. **The International journal of oral & maxillofacial implants**, [S. l.], v. 31, n. 6, p. 1367–1375, 2016. DOI: 10.11607/jomi.5205. Disponível em: [http://quintpub.com/journals/omi/abstract.php?iss2_id=1412&article_id=16830&article=21&title=Cone Beam Computed Tomography Assessment of Maxillary Sinus Floor Augmentation Using Beta-Tricalcium Phosphate Alone or in Combination with Platelet-Rich Plasma](http://quintpub.com/journals/omi/abstract.php?iss2_id=1412&article_id=16830&article=21&title=Cone+Beam+Computed+Tomography+Assessment+of+Maxillary+Sinus+Floor+Augmentation+Using+Beta-Tricalcium+Phosphate+Alone+or+in+Combination+with+Platelet-Rich+Plasma):

MANGANO, Carlo; MANGANO, Francesco; GOBBI, Luigi; ADMAKIN, Oleg; IKETANI, Satoshi; GIULIANI, Alessandra. Comparative study between laser light stereo-lithography 3D-printed and traditionally sintered biphasic calcium phosphate scaffolds by an integrated morphological, morphometric and mechanical analysis. **International Journal of Molecular Sciences**, [S. l.], v. 20, n. 13, 2019. a. DOI: 10.3390/ijms20133118.

MANGANO, Carlo; MANGANO, Francesco; GOBBI, Luigi; ADMAKIN, Oleg; IKETANI, Satoshi; GIULIANI, Alessandra. Comparative study between laser light stereo-lithography 3D-printed and traditionally sintered biphasic calcium phosphate scaffolds by an integrated morphological, morphometric and mechanical analysis. **International Journal of Molecular Sciences**, [S. l.], v. 20, n. 13, p. 3118, 2019. b. DOI: 10.3390/ijms20133118. Disponível em: [/pmc/articles/PMC6651383/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36651383/). Acesso em: 2 maio. 2021.

MANGANO, Carlo; PERROTTI, Vittoria; SHIBLI, Jamil A.; MANGANO, Francesco; RICCI, Laura; PIATTELLI, Adriano; IEZZI, Giovanna. Maxillary Sinus Grafting with Biphasic Calcium Phosphate Ceramics: Clinical and Histologic Evaluation in Man. **The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants**, [S. l.], v. 28, n. 1, p. 51–56, 2013. DOI: 10.11607/jomi.2667. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23377047/>. Acesso em: 2 maio. 2021.

MANGANO, Carlo; SINJARI, Bruna; SHIBLI, Jamil A.; MANGANO, Francesco; HAMISCH, Sabine; PIATTELLI, Adriano; PERROTTI, Vittoria; IEZZI, Giovanna. A Human Clinical, Histological, Histomorphometrical, and Radiographical Study on Biphasic HA-Beta-TCP 30/70 in Maxillary Sinus Augmentation. **Clinical Implant Dentistry and Related Research**, [S. l.], v. 17, n. 3, p. 610–618, 2015. a. DOI: 10.1111/cid.12145. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24004190/>. Acesso em: 2 maio. 2021.

MANGANO, Francesco Guido; ZECCA, Piero Antonio; VAN NOORT, Ric; APRESYAN, Samvel; IEZZI, Giovanna; PIATTELLI, Adriano; MACCHI, Aldo; MANGANO, Carlo. Custom-made computer-Aided-design/computer-Aided-manufacturing biphasic calcium-phosphate scaffold for augmentation of an atrophic mandibular anterior ridge. **Case Reports in Dentistry**, [S. l.], v. 2015, 2015. b. DOI: 10.1155/2015/941265.

MAYER, Yaniv; ZIGDON-GILADI, Hadar; MACHTEI, Eli E. Ridge Preservation Using Composite Alloplastic Materials: A Randomized Control Clinical and Histological Study in Humans. **Clinical implant dentistry and related research**, [S. l.], v. 18, n.

6, p. 1163–1170, 2016. DOI: 10.1111/cid.12415. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/cid.12415>.

MEMON, Afaque Rafique; WANG, Enpeng; HU, Junlei; EGGER, Jan; CHEN, Xiaojun. **A review on computer-aided design and manufacturing of patient-specific maxillofacial implants** *Expert Review of Medical Devices* Taylor and Francis Ltd, , 2020. DOI: 10.1080/17434440.2020.1736040. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17434440.2020.1736040>. Acesso em: 2 maio. 2021.

MIHATOVIC, I.; SCHWARZ, F.; OBREJA, K.; BECKER, J.; SADER, R.; DARD, M.; JOHN, G. Staged implant placement after defect regeneration using biphasic calcium phosphate materials with different surface topographies in a minipig model. **Clinical Oral Investigations**, [S. l.], v. 24, n. 9, p. 3289–3298, 2020. DOI: 10.1007/s00784-020-03206-7. Disponível em: <https://pubmed-ncbi-nlm-nih.ez314.periodicos.capes.gov.br/31980922/>. Acesso em: 7 set. 2021.

NAPPE, C. E.; REZUC, A. B.; MONTECINOS, A.; DONOSO, F. A.; VERGARA, A. J.; MARTINEZ, B. Histological comparison of an allograft, a xenograft and alloplastic graft as bone substitute materials. **Journal of Osseointegration**, [S. l.], v. 8, n. 2, p. 20–26, 2016. DOI: 10.23805/jo.2016.08.02.02.

OH, Ji-Su; SEO, Yo-Seob; LEE, Gyeong-Je; YOU, Jae-Seek; KIM, Su-Gwan. A Comparative Study with Biphasic Calcium Phosphate and Deproteinized Bovine Bone in Maxillary Sinus Augmentation: A Prospective Randomized Controlled Clinical Trial. **The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants**, [S. l.], v. 34, n. 1, p. 233–242, 2019. a. DOI: 10.11607/jomi.7116. Disponível em: http://quintpub.com/journals/omi/abstract.php?iss2_id=1584&article_id=18979.

OH, Ji-Su; SEO, Yo-Seob; LEE, Gyeong-Je; YOU, Jae-Seek; KIM, Su-Gwan. A Comparative Study with Biphasic Calcium Phosphate and Deproteinized Bovine Bone in Maxillary Sinus Augmentation: A Prospective Randomized Controlled Clinical Trial. **The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants**, [S. l.], v. 34, n. 1, p. 233–242, 2019. b. DOI: 10.11607/jomi.7116. Disponível em: <https://pubmed-ncbi-nlm-nih.ez314.periodicos.capes.gov.br/30521656/>. Acesso em: 2 out. 2021.

PATEL, K.; MARDAS, N.; DONOS, N. Radiographic and clinical outcomes of implants placed in ridge preserved sites: a 12-month post-loading follow-up. **Clinical Oral Implants Research**, [S. l.], v. 24, n. 6, p. 599–605, 2013. DOI: 10.1111/j.1600-0501.2012.02500.x. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1600-0501.2012.02500.x>.

ROTHER, Edna Terezinha. Revisão sistemática X revisão narrativa. **Acta Paulista de Enfermagem**, [S. l.], v. 20, n. 2, p. v–vi, 2007. DOI: 10.1590/S0103-21002007000200001. Disponível em: <http://www.scielo.br/j/ape/a/z7zZ4Z4GwYV6FR7S9FHTByr/?lang=pt>. Acesso em: 29 nov. 2021.

SANTANA, Ronaldo; SANTANA, Carolina. A Clinical Comparison of Guided Bone Regeneration with Platelet-Derived Growth Factor–Enhanced Bone Ceramic Versus Autogenous Bone Block Grafting. **The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants**, [S. l.], v. 30, n. 3, p. 700–706, 2015. DOI: 10.11607/jomi.3529. Disponível em: <https://pubmed-ncbi-nlm-nih.ez314.periodicos.capes.gov.br/26009922/>. Acesso em: 2 out. 2021.

SANZ, Mariano; VIGNOLETTI, Fabio. Key aspects on the use of bone substitutes for bone regeneration of edentulous ridges. **Dental Materials**, [S. l.], v. 31, n. 6, p. 640–647, 2015. DOI: 10.1016/j.dental.2015.03.005. Disponível em: <https://pubmed-ncbi-nlm-nih.ez314.periodicos.capes.gov.br/25882277/>. Acesso em: 2 out. 2021.

SCHMITT, Christian Martin; DOERING, Hendrik; SCHMIDT, Thomas; LUTZ, Rainer; NEUKAM, Friedrich Wilhelm; SCHLEGEL, Karl Andreas. Histological results after maxillary sinus augmentation with Straumann® BoneCeramic, Bio-Oss®, Puros®, and autologous bone. A randomized controlled clinical trial. **Clinical Oral Implants Research**, [S. l.], v. 24, n. 5, p. 576–585, 2013. DOI: 10.1111/j.1600-0501.2012.02431.x. Disponível em: <https://pubmed-ncbi-nlm-nih.ez314.periodicos.capes.gov.br/22324456/>. Acesso em: 2 out. 2021.

SOARES, Murilo Vlila Real. **BIOMATERIAIS UTILIZADOS NA PRÁTICA ODONTOLÓGICA: UMA REVISÃO DE LITERATURA**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: http://www.uel.br/graduacao/odontologia/portal/pages/arquivos/TCC2015/MURILO_VILA_REAL_SOARES.pdf. Acesso em: 9 jun. 2021.

VAN ASSCHE, Nele; MICHELS, Sofie; NAERT, Ignace; QUIRYNEN, Marc. Randomized Controlled Trial to Compare Two Bone Substitutes in the Treatment of Bony Dehiscences. **Clinical Implant Dentistry and Related Research**, [S. l.], v. 15, n. 4, p. 558–568, 2013. DOI: 10.1111/j.1708-8208.2011.00408.x. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1708-8208.2011.00408.x>.

VELASCO-ORTEGA, Eugenio; VALENTE, Nicola Alberto; IEZZI, Giovanna; PETRINI, Morena; DERCHI, Giacomo; BARONE, Antonio. Maxillary sinus augmentation with three different biomaterials: Histological, histomorphometric, clinical, and patient-reported outcomes from a randomized controlled trial. **Clinical Implant Dentistry and Related Research**, [S. l.], v. 23, n. 1, p. 86–95, 2021. DOI: 10.1111/cid.12964. Disponível em: <https://pubmed-ncbi-nlm-nih.ez314.periodicos.capes.gov.br/33295137/>. Acesso em: 2 out. 2021.