

Eficácia dos enxertos xenógenos na cirurgia de assoalho do seio maxilar

Efficacy of xenografts in maxillary sinus floor surgery

Eficacia de los xenoinjertos en la cirugía del piso del seno maxilar

DOI:10.34119/bjhrv8n1-076

Submitted: Dec 6th, 2024

Approved: Dec 27th, 2024

Fabrizio Ferreira Borges

Especialista em Implantodontia

Instituição: Instituto Essence

Endereço: Vila Velha, Espírito Santo, Brasil

E-mail: fabriciodentista0203@hotmail.com

Bruno Machado de Carvalho

Doutor em Implantodontia

Instituição: Centro de Pesquisas Odontológicas São Leopoldo Mandic

Endereço: Campinas, São Paulo, Brasil

E-mail: bruno_mcarvalho@hotmail.com

Jimmy de Oliveira Araujo

Doutor em Ciências Odontológicas

Instituição: Centro de Pesquisas Odontológicas São Leopoldo Mandic

Endereço: Campinas, São Paulo, Brasil

E-mail: jimmy_dental@hotmail.com

Lorenzo Benetti Maia

Mestre em Disfunção Temporomandibular, Dor Orofacial (DTM - DOF)

Instituição: Centro de Pesquisas Odontológicas São Leopoldo Mandic

Endereço: Campinas, São Paulo, Brasil

E-mail: lorenzobenetti01@gmail.com

Marcel Paes

Mestre em Prótese Dentária

Instituição: Centro de Pesquisas Odontológicas São Leopoldo Mandic

Endereço: Campinas, São Paulo, Brasil

E-mail: marcel.paes@yahoo.com.br

Vanessa Cordeiro Silva Borges

Mestre em Implantodontia

Instituição: Centro de Pesquisas Odontológicas São Leopoldo Mandic

Endereço: Campinas, São Paulo, Brasil

E-mail: vcordeiro.silva@gmail.com

RESUMO

O uso de enxertos xenógenos na cirurgia de assoalho do seio maxilar tem recebido atenção crescente devido à sua eficácia na reabilitação de pacientes com atrofia óssea severa. Esses

enxertos, derivados de tecidos de origem animal, oferecem uma alternativa viável para reconstruções ósseas, especialmente em casos onde não há quantidade suficiente de osso autógeno. A técnica tem sido amplamente utilizada em cirurgias orais e maxilofaciais, promovendo a formação óssea adequada para suportar implantes dentários e garantindo estabilidade funcional e estética a longo prazo. Este estudo teve como objetivo geral avaliar a eficácia dos enxertos xenógenos na reconstrução do assoalho do seio maxilar. Especificamente, buscou identificar os tipos de enxertos mais utilizados nessa técnica, analisar os índices de sucesso clínico e radiográfico obtidos com seu uso e discutir as principais complicações e limitações associadas. O problema de pesquisa levantou a seguinte questão: os enxertos xenógenos são eficazes na reconstrução do assoalho do seio maxilar, garantindo a integração óssea necessária para implantes dentários? A pesquisa utilizou a metodologia bibliográfica, com análise de artigos científicos publicados em bases de dados reconhecidas. Foram avaliados estudos que abordaram o uso de enxertos xenógenos, destacando resultados clínicos e radiográficos, bem como a incidência de complicações. Os resultados demonstraram que os enxertos xenógenos apresentam altos índices de sucesso, boa integração com o tecido ósseo do paciente e baixa ocorrência de complicações. Conclui-se que essa técnica constitui uma solução eficaz e segura para a reconstrução óssea no contexto da cirurgia do assoalho do seio maxilar

Palavras-chave: enxertos xenógenos, reconstrução óssea, cirurgia maxilar, seio maxilar.

ABSTRACT

The use of xenografts in maxillary sinus floor surgery has gained increasing attention due to their effectiveness in rehabilitating patients with severe bone atrophy. These grafts, derived from animal tissues, provide a viable alternative for bone reconstruction, particularly in cases where there is insufficient autogenous bone. This technique has been widely used in oral and maxillofacial surgeries, promoting adequate bone formation to support dental implants while ensuring long-term functional and aesthetic stability. This study aimed to evaluate the efficacy of xenografts in maxillary sinus floor reconstruction. Specifically, it sought to identify the most commonly used types of xenografts in this technique, analyze the clinical and radiographic success rates achieved with their use, and discuss the main complications and limitations associated with them. The research problem posed the following question: Are xenografts effective in reconstructing the maxillary sinus floor, ensuring the bone integration required for dental implants? The research employed a bibliographic methodology, analyzing scientific articles published in recognized databases. Studies focusing on the use of xenografts were reviewed, highlighting clinical and radiographic outcomes as well as complication rates. The results showed that xenografts demonstrate high success rates, good integration with the patient's bone tissue, and low complication incidence. It is concluded that this technique provides an effective and safe solution for bone reconstruction in the context of maxillary sinus floor surgery

Keywords: xenografts, bone reconstruction, maxillary surgery, sinus floor.

RESUMEN

El uso de xenoinjertos en la cirugía del piso del seno maxilar ha ganado atención creciente debido a su eficacia en la rehabilitación de pacientes con atrofia ósea severa. Estos injertos, derivados de tejidos animales, ofrecen una alternativa viable para la reconstrucción ósea, especialmente en casos donde no hay suficiente hueso autógeno. La técnica se ha utilizado ampliamente en cirugías orales y maxilofaciales, promoviendo la formación óssea adecuada para soportar implantes dentales y garantizando estabilidad funcional y estética a largo plazo. Este estudio tuvo como objetivo evaluar la eficacia de los xenoinjertos en la reconstrucción del piso

del seno maxilar. Específicamente, buscó identificar los tipos de injertos más utilizados en esta técnica, analizar los índices de éxito clínico y radiográfico alcanzados con su uso y discutir las principales complicaciones y limitaciones asociadas. El problema de investigación planteó la siguiente pregunta: ¿Son eficaces los xenoinjertos en la reconstrucción del piso del seno maxilar, asegurando la integración ósea necesaria para los implantes dentales? La investigación utilizó una metodología bibliográfica, analizando artículos científicos publicados en bases de datos reconocidas. Se evaluaron estudios que abordaron el uso de xenoinjertos, destacando los resultados clínicos y radiográficos, así como la incidencia de complicaciones. Los resultados demostraron que los xenoinjertos presentan altos índices de éxito, buena integración con el tejido óseo del paciente y baja incidencia de complicaciones. Se concluye que esta técnica constituye una solución eficaz y segura para la reconstrucción ósea en el contexto de la cirugía del piso del seno maxilar

Palabras clave: xenoinjertos, reconstrucción ósea, cirugía maxilar, seno maxilar.

1 INTRODUÇÃO

Embora tenham sido desenvolvidos implantes mais curtos e de menor diâmetro, a colocação adequada de implantes ainda enfrenta desafios em situações de perda óssea avançada (Kloss *et al.*, 2018). A perda prolongada dos dentes na região dos molares superiores resulta em reabsorção centrípeta e, em menor proporção, reabsorção centrífuga da crista alveolar, como também pode ocorrer uma leve pneumatização nas paredes dos seios faciais o que gera uma condição incompatível para a instalação de implantes dentários (Wagner *et al.* 2016).

Diante dessas circunstâncias, a regeneração óssea continua a ser uma necessidade constante para ampliar as dimensões do rebordo alveolar, a fim de permitir uma instalação bem-sucedida de implantes dentários (Kloss *et al.*, 2018). O aumento do seio maxilar é empregado com o propósito de ampliar a altura óssea, frequentemente identificada como deficiente nas regiões posteriores da maxila (Galindo-Moreno *et al.*, 2008).

Este procedimento é uma escolha altamente recomendada na prática clínica para a reabilitação protética de maxilas com atrofia óssea, oferecendo uma notável taxa de sucesso para a instalação dos implantes (Correia *et al.*, 2023). Diversos materiais têm sido sugeridos para procedimentos de aumento do seio maxilar, no entanto, o material de enxerto mais apropriado para a regeneração óssea no seio ainda não foi definitivamente estabelecido clinicamente (Soardi *et al.* 2023).

Diversos tipos de enxertos ósseos são empregados da cirurgia de assoalho do seio maxilar, cada um com suas próprias vantagens e desvantagens, resultando em diferentes graus de formação óssea, resíduos de partículas e composições variadas. Esses enxertos podem incluir

o osso autógeno, aloenxertos, xenoenxertos, materiais aloplásticos e enxertos compostos (Al-Moraissi *et al.*, 2020; Shavit *et al.*, 2019). Além disso, alternativas auxiliares aos materiais de enxerto ósseos tradicionais têm sido introduzidas na cirurgia de assoalho do seio maxilar (Al-Moraissi *et al.*, 2020). Os enxertos autógenos são aqueles obtidos do mesmo paciente, sejam de áreas doadoras intra ou extraorais, com processamento ou sem o mesmo, os enxertos alogênicos ou aloenxertos são derivados de uma mesma espécie, porém de indivíduos diferentes, já o xenoenxerto ou enxerto xenógeno são provenientes de espécies doadoras diversas (Kaveh *et al.*, 2010).

O material de enxerto ósseo, essencialmente deve apresentar a capacidade de promover a formação óssea por meio da diferenciação de células progenitoras em osteoblastos (osteogênese); fornecer a estrutura a qual os osteoblastos se espalhem e formem um osso novo (osteogênese); e por último estimular a geração óssea pela indução de células que estão presente no enxerto (osteogênese) (Albrektsson e Johansson, 2001; Kamijou *et al.*, 1994).

Nenhum material de enxerto ósseo reúne todas essas características, exceto o osso autógeno (Al-Moraissi *et al.*, 2020). Enxertos autógenos são considerados materiais previsíveis e eficazes no aumento do seio maxilar. No entanto, esses enxertos não estão isentos de limitações, e dentre elas estão a morbidade cirúrgica e o aumento do desconforto pós-operatório (Loyola *et al.*, 2018). Como alternativa aos enxertos autógenos, os enxertos xenógenos são amplamente utilizados, e tem demonstrado ser uma opção clínica para os casos de cirurgias de assoalho de seio maxilar (Soardi *et al.*, 2023; Fouad *et al.*, 2018). Entretanto, estes materiais apresentam diferenças significativas em suas características físico-químicas, que podem estar atreladas ao seu processo de fabricação e podem influenciar clinicamente e biologicamente nas enxertias ósseas (Desterro *et al.*, 2014).

O sucesso da cirurgia de assoalho do seio maxilar é vital para a reabilitação oral de pacientes com deficiência óssea na maxila posterior. Nesse contexto, é essencial avaliar a eficácia de materiais, como os enxertos xenógenos, que podem surgir como alternativa valiosa aos enxertos autógenos. Nesse contexto, o uso de enxertos xenógenos, derivados de tecidos animais, tem se destacado como uma solução viável e promissora, devido à sua disponibilidade, facilidade de uso e propriedades osteocondutivas. Contudo, ainda existem questões sobre a eficácia, integração óssea e possíveis complicações associadas ao uso desse tipo de enxerto, o que justifica a necessidade de um estudo aprofundado sobre o tema.

O problema que orienta esta pesquisa pode ser formulado da seguinte forma: os enxertos xenógenos são eficazes na reconstrução do assoalho do seio maxilar, assegurando a integração óssea necessária para suportar implantes dentários? Para responder a essa questão, o objetivo

geral do estudo é avaliar a eficácia dos enxertos xenógenos na reconstrução do assoalho do seio maxilar. Como objetivos específicos, busca-se identificar os tipos de enxertos mais utilizados na técnica, analisar os índices de sucesso clínico e radiográfico e discutir as complicações e limitações associadas ao uso desses materiais.

A metodologia adotada para a realização da pesquisa foi a revisão bibliográfica, com levantamento de artigos científicos em bases de dados reconhecidas. Essa abordagem permitiu a análise de resultados clínicos, radiográficos e complicações relatados na literatura científica, oferecendo uma visão abrangente sobre o tema. A justificativa para este estudo reside na relevância clínica e científica da reconstrução óssea do assoalho do seio maxilar, que desempenha um papel crucial na reabilitação oral de pacientes com atrofia óssea severa. Além disso, a análise da eficácia dos enxertos xenógenos contribui para o aprimoramento das práticas cirúrgicas e auxilia profissionais de saúde na escolha de materiais mais seguros e eficazes, promovendo melhores resultados para os pacientes. A investigação também preenche lacunas no conhecimento existente, fornecendo subsídios para a tomada de decisão baseada em evidências.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CONCEITO E IMPORTÂNCIA DOS ENXERTOS XENÓGENOS

Os enxertos ósseos desempenham um papel fundamental na reabilitação oral e maxilofacial, especialmente em casos que exigem reconstrução óssea devido à atrofia severa ou outras condições que comprometam a qualidade e a quantidade do tecido ósseo remanescente. Entre as opções disponíveis, os enxertos xenógenos, originados de tecidos de espécies diferentes da humana, destacam-se como uma alternativa eficaz e amplamente utilizada. Sua principal característica é a osteocondutividade, que proporciona um arcabouço estrutural adequado para o crescimento ósseo do paciente, além de oferecer disponibilidade em larga escala e redução de morbidade em áreas doadoras, características que justificam sua crescente popularidade na prática clínica (Loyola *et al.*, 2018).

Esses enxertos são geralmente compostos por matriz mineral óssea desproteínada, que preserva propriedades estruturais favoráveis à regeneração óssea. Produtos comerciais, como Bio-Oss® e Cerabone®, exemplificam essa categoria de substitutos ósseos e são amplamente utilizados em procedimentos odontológicos, incluindo levantamento do assoalho do seio maxilar e tratamento de defeitos ósseos periodontais. Estudos demonstram que os enxertos

xenógenos oferecem resultados clínicos confiáveis, favorecendo a estabilidade óssea a longo prazo e a integração com o osso autóctone do paciente (da Rocha Cardoso, 2019).

Um dos principais benefícios do uso de enxertos xenógenos é a sua capacidade de manutenção volumétrica ao longo do tempo. Diferentemente de outros tipos de enxertos, como os autógenos e os alógenos, os xenógenos apresentam menores taxas de reabsorção, o que os torna ideais para reconstruções ósseas que requerem estabilidade estrutural a longo prazo. Essa característica é particularmente relevante na cirurgia de assoalho do seio maxilar, onde a manutenção do volume ósseo é essencial para garantir o sucesso de implantes dentários subsequentes. De acordo com Hayek (2023), a comparação entre enxertos xenógenos e outros tipos de enxertos em procedimentos bilaterais de levantamento de seio maxilar demonstrou que os xenógenos apresentam uma taxa de integração óssea satisfatória, com menor incidência de complicações pós-operatórias.

Outro aspecto relevante é a biocompatibilidade dos materiais xenógenos. Eles apresentam baixo risco de reações imunológicas adversas, graças aos processos de purificação que eliminam componentes antigênicos. Essa biocompatibilidade permite o uso seguro em uma ampla gama de pacientes, independentemente de fatores relacionados à saúde sistêmica ou condições locais específicas. Santos *et al.* (2022) destacam que, em tratamentos de fraturas faciais, a associação de enxertos xenógenos com fibrina rica em plaquetas potencializa a regeneração óssea, criando um ambiente propício para a neoformação óssea e aceleração do processo de cicatrização.

A versatilidade dos enxertos xenógenos é outro fator que contribui para sua relevância clínica. Além de sua aplicação em cirurgias de levantamento de seio maxilar, eles são amplamente utilizados na regeneração de defeitos ósseos em mandíbulas e maxilas, tratamento de fraturas faciais e até em correções de defeitos craniofaciais complexos. A diversidade de aplicações consolida sua importância no campo da odontologia e da cirurgia maxilofacial. Loyola *et al.* (2018) reforçam que os enxertos xenógenos apresentam uma solução viável e acessível para pacientes que necessitam de regeneração óssea em diversas situações clínicas.

Portanto, os enxertos xenógenos não apenas oferecem resultados clínicos previsíveis e consistentes, mas também desempenham um papel crucial na democratização das técnicas de reconstrução óssea, ao tornarem essas soluções acessíveis a uma maior parcela da população. A análise detalhada de suas propriedades e aplicações clínicas evidencia a importância desse recurso na prática odontológica contemporânea, permitindo avanços significativos na reabilitação oral e maxilofacial.

2.2 APLICAÇÕES CLÍNICAS NA CIRURGIA MAXILAR

A cirurgia maxilar é uma área essencial na reabilitação oral e maxilofacial, sendo amplamente utilizada para restaurar a funcionalidade e a estética em pacientes com deficiências ósseas. Uma das técnicas mais comuns é o levantamento do assoalho do seio maxilar, que tem como objetivo criar uma base óssea adequada para a instalação de implantes dentários. Este procedimento é fundamental em casos de reabsorção óssea severa na região posterior da maxila, onde a altura óssea remanescente é insuficiente para suportar implantes de forma segura. Nesse cenário, o uso de enxertos ósseos, membranas de fibrina rica em plaquetas (PRF) e tecnologias como a piezoeletrocirurgia tem ampliado significativamente as possibilidades clínicas, oferecendo abordagens inovadoras e eficazes (Pucetti *et al.*, 2021).

A PRF, bem como a fibrina rica em plaquetas e leucócitos (L-PRF), destaca-se como uma solução biológica moderna, obtida a partir do sangue do próprio paciente. Sua aplicação em cirurgias maxilares é especialmente relevante, pois oferece benefícios como aceleração da regeneração óssea, melhoria da cicatrização e maior previsibilidade nos resultados. Ao estimular a formação óssea e reduzir o tempo de recuperação, a PRF tem sido amplamente utilizada em conjunto com enxertos ósseos em procedimentos como o levantamento do assoalho do seio maxilar. Estudos apontam que essa combinação proporciona um ambiente ideal para a integração entre o enxerto e o tecido ósseo do paciente, diminuindo complicações e aumentando as taxas de sucesso (Pereira *et al.*, 2020). Além disso, o PRF melhora a vascularização na região operada, um fator crítico para o sucesso das reconstruções ósseas (Pucetti *et al.*, 2021).

A introdução da piezoeletrocirurgia representa outro marco importante nas aplicações clínicas da cirurgia maxilar. Essa técnica utiliza dispositivos piezoelétricos para realizar cortes precisos no tecido ósseo, preservando estruturas adjacentes sensíveis, como a membrana sinusal, essencial para o sucesso do levantamento do assoalho do seio maxilar. Em comparação aos métodos tradicionais, a piezoeletrocirurgia oferece maior segurança, menor risco de perfuração da membrana sinusal e recuperação mais rápida para os pacientes. Estudos demonstram que essa tecnologia reduz significativamente o índice de complicações pós-operatórias, garantindo maior conforto e melhores resultados estéticos e funcionais. De Ávila Kfour *et al.* (2009) afirmam que a piezoeletrocirurgia, além de sua precisão, minimiza a dor e o edema, fatores que contribuem para uma melhor experiência cirúrgica do paciente.

Casos de deslocamento de dentes ou raízes para o interior do seio maxilar são desafios que exigem intervenções cirúrgicas precisas e cuidadosas. Essas situações podem ocorrer

devido a traumas ou procedimentos odontológicos inadequados, e o manejo clínico correto é essencial para evitar complicações graves, como infecções ou sinusite odontogênica. A utilização de membranas protetoras, associada a enxertos ósseos, é uma abordagem eficiente para restaurar a anatomia e a funcionalidade do seio maxilar. Ribeiro Junior *et al.* (2014) destacam que o sucesso desse tipo de intervenção depende do domínio técnico do cirurgião e da escolha de materiais biocompatíveis que promovam a regeneração óssea sem comprometer a integridade das estruturas adjacentes.

A combinação de técnicas tradicionais e modernas, como o uso de PRF, enxertos ósseos e piezoletrocirurgia, tem transformado a prática clínica na cirurgia maxilar. Essas inovações não apenas aumentam a previsibilidade dos resultados, mas também reduzem os riscos associados às intervenções, promovendo melhores índices de sucesso. Os avanços na área permitem que os cirurgiões maxilofaciais enfrentem com eficácia casos complexos, oferecendo aos pacientes soluções de alta qualidade e durabilidade. O aprimoramento contínuo das técnicas e a incorporação de novas tecnologias refletem o compromisso da odontologia contemporânea em melhorar a qualidade de vida dos pacientes, consolidando a cirurgia maxilar como um campo dinâmico e em constante evolução.

3 EFICÁCIA DOS ENXERTOS XENÓGENOS NA CIRURGIA DE ASSOALHO DO SEIO MAXILAR.

Nevins *et al.* (2013) reuniram uma série de casos para investigar o potencial de regeneração óssea usando uma nova matriz mineral óssea derivada de equinos (Equimatrix) para realizar o aumento do seio maxilar em humanos. O estudo incluiu 10 pacientes que precisaram de 12 procedimentos de cirurgia do seio maxilar, pacientes com altura óssea subsinusal posterior no maxilar de 5 mm ou menos, interessados em restaurações suportadas por implantes. Condições como doença sinusal aguda ou crônica, doença periodontal não tratada e doenças sistêmicas agudas ou crônicas foram critérios de exclusão. Após 6 meses, os locais apresentavam osso regenerado suficiente para a colocação bem-sucedida de implantes. Os resultados histológicos obtidos revelaram a presença de uma quantidade significativa de novo osso vital em contato direto com as partículas remanescentes do enxerto. Além disso, a formação de pontes ativas entre as partículas do enxerto e o novo osso regenerado foi consistentemente observada em amostras de núcleo intactas. Os resultados médios histométricos das amostras analisadas, após 6 meses, foram os seguintes: percentagem média de osso foi 23,35%, percentagem média de partículas de enxerto residual foi 15,68%. Esses

resultados são comparáveis aos obtidos anteriormente com xenoenxertos derivados de bovinos para a regeneração óssea no seio maxilar. As evidências clínicas e histológicas indicam que este material é comparável à obtida com outros xenoenxertos.

O estudo desenvolvido por Schmitt *et al.* (2014) focou em investigar as características histológicas e a sobrevivência dos implantes após cinco anos da cirurgia de seio maxilar com osso bovino anorgânico (ABB, Bio-Oss) (Bio-Oss, Geistlich AG, Wollhusen, Suíça) e ABB mais osso autólogo (AB) numa proporção de 1/1. Dezenove pacientes com atrofia óssea da maxila posterior edêntula participaram do estudo, foram incluídos aqueles que tivessem mais de 18 anos, fossem saudáveis periodontal e sistemicamente e tivessem bom controle de placa. Foram excluídos se fossem fumantes ou tivessem qualquer doença sistêmica que influenciasse negativamente a cicatrização de feridas. Os pacientes foram divididos em dois grupos: o grupo teste recebeu ABB (composto por 12 pacientes/seios) e o grupo controle recebeu AB + ABB com uma proporção de 1/1 (composto por sete pacientes/seios). Na primeira etapa cirúrgica, o seio maxilar foi aumentado não randomicamente com ABB isoladamente ($n = 12$) ou uma mistura 1/1 de ABB e AB ($n = 7$). Após um período médio de cicatrização de 167 dias, biópsias foram colhidas na região do seio enxertado com uma broca trepanadora e os implantes foram colocados simultaneamente, ABB $n = 18$ e ABB + AB $n = 12$. As amostras foram analisadas micro-radiograficamente e histomorfometricamente avaliando o osso recém-formado (volume ósseo, BV), volume de material substituto ósseo residual (BSMV) e volume intertrabecular (volume de tecido mole, ITV) na região do seio maxilar. Os autores não encontraram diferenças no material substituto ósseo residual (BSMV) no grupo ABB ($31.21 \pm 7.74\%$) e no grupo com a mistura de ABB e AB ($28.41 \pm 8.43\%$) determinada histomorfologicamente. Em relação à formação de volume ósseo, ambos os grupos também apresentaram resultados estatisticamente insignificantes; ABB $26.02 \pm 5.23\%$ e ABB + AB $27.50 \pm 6.31\%$. Após um tempo médio de funcionamento de 5 anos e 2 meses, a sobrevivência do implante foi de 93.75% no grupo ABB e 92.86% no grupo ABB + AB sem diferenças estatisticamente significativas.

Lutz *et al.* (2014) tiveram como propósito a avaliação a longo prazo dos resultados da elevação do seio maxilar utilizando enxertos autógenos ou um xenoenxerto bovino (Bio-Oss) em um grupo de 47 pacientes. Após um período de carga funcional de 60 meses, procedeu-se à comparação da sobrevivência dos implantes e à alteração na altura da elevação. No grupo de enxerto autógeno, 70 implantes foram inseridos em 23 pacientes, enquanto no grupo Bio-Oss, 98 implantes foram implantados em 24 pacientes. A altura média do aumento no momento da inserção do implante foi de $13,1 \pm 2,5$ mm (mediana 13,0 mm) no grupo de osso autógeno e $12,3 \pm 3,3$ mm (mediana 12,4 mm) no grupo Bio-Oss®. A taxa geral de sobrevivência dos

implantes atingiu 95,8% após 5 anos. No grupo de enxerto autógeno, a taxa de sobrevivência dos implantes alcançou 97,1%, enquanto no grupo Bio-Oss, 94,9% dos implantes permaneceram em funcionamento. A diferença entre os dois grupos não se mostrou estatisticamente significativa. Observou-se que, em 43,5% dos casos, não houve redução na altura da elevação 5 anos após a inserção do implante quando a elevação foi realizada com enxerto autógeno, enquanto no grupo Bio-Oss, não houve reabsorção em 50% das áreas elevadas. Foi constatada uma redução de até 25% na altura da elevação em 47,8% dos casos do grupo de enxerto autógeno e em 45,8% dos casos do grupo Bio-Oss. Em 8,7% de todos os casos do grupo de enxerto autógeno e em 4,2% do grupo Bio-Oss, ocorreu uma reabsorção de até 50% da altura elevada. Em linhas gerais, após um período de avaliação de 5 anos, o Bio-Oss demonstrou ser equivalente ao enxerto ósseo autógeno.

Calasans-Maia *et al.* (2014) compararam a densidade óssea do osso recém-formado após um período de 24 semanas de cicatrização, no contexto de um procedimento de cirurgia do assoalho do seio maxilar, utilizando um novo xenógeno bovino. Um total de 20 voluntários parcialmente desdentados (8 homens e 12 mulheres), com idades variando de 35 a 72 anos, foram utilizados neste estudo. Os critérios de inclusão foram os seguintes: desdentados parciais maxilares. Todos os voluntários deveriam estar em bom estado de saúde e sem contraindicações para as intervenções cirúrgicas. O enxerto do assoalho do seio maxilar foi realizado com Bio-Oss ($n = 10$) e Osseous® ($n = 10$). Biópsias locais foram realizadas após 6 meses, período também de instalação dos implantes. As seções histológicas foram minuciosamente analisadas. Essas seções foram posteriormente avaliadas por meio de análise histomorfométrica, e a inserção da coroa definitiva ocorreu após um período de 3 meses. A análise tomográfica dos seios maxilares indicou quantidades adequadas de osso novo após 6 meses na área enxertada. O ganho médio de altura vertical foi de $8,11 \pm 1,07$ mm. A avaliação microscópica não revelou evidências de reações inflamatórias marcantes. O tecido ósseo foi detectado nas áreas laterais, apicais, coronais e nos centros das amostras. Observou-se condução óssea, mas não completa degradação do biomaterial em todos os casos, mesmo após seis meses de implantação. Após 6 meses, o valor médio de osso novo formado foi de 24,90 ($\pm 3,542$) no grupo Osseous. Além disso, os valores médios para o tecido conjuntivo e o biomaterial remanescente foram de 45,70 ($\pm 7,040$) e 22,90 ($\pm 3,247$), respectivamente, no grupo Osseous. No grupo Bio-Oss, o valor médio de formação de osso novo, tecido e biomaterial remanescente foi de 24,60 ($\pm 2,503$), 42,60 ($\pm 4,006$) e 25,40 ($\pm 2,547$), respectivamente. Todos os materiais foram biocompatíveis e possibilitaram sucesso dos implantes.

Stefano *et al.* (2015) conduziram uma análise histomorfométrica comparativa entre o uso de osso equino desantigênico enzimático (Osteopant Osteoxenon, Biotech) e osso bovino anorgânico (Bio-Oss) para procedimentos de aumento do seio maxilar. No total, 40 pacientes participaram da amostra e foram designados aleatoriamente para receber enxerto de osso equino desantigênico enzimático (20) ou osso bovino anorgânico (20). Após seis meses, foram realizadas biópsias e implantes foram inseridos. As amostras ósseas foram submetidas à análise histomorfométrica, calculando as porcentagens de osso recém-formado (NFB) e biomaterial residual (RB). Os pacientes foram acompanhados por três anos após a reabilitação protética final, avaliando as taxas de sucesso e sobrevivência dos implantes. Os resultados histomorfométricos para osso equino desantigênico enzimático foram $NFB = 46,86\% \pm 12,81\%$ e $RB = 11,05\% \pm 9,27\%$, enquanto para osso bovino anorgânico foram $NFB = 25,12\% \pm 7,25\%$ e $RB = 28,65\% \pm 9,70\%$. A diferença foi estatisticamente significativa para ambas as variáveis. Após três anos de acompanhamento, a taxa de sobrevivência dos implantes foi de 100% para ambos os grupos. Em conclusão, o osso equino desantigênico enzimático resultou em maior formação de osso recém-formado na inserção do implante; no entanto, a longo prazo, ambos os enxertos se mostraram eficazes.

Alayan *et al.* (2015) realizaram uma comparação histomorfométrica entre o uso de osso bovino anorgânico estabilizado por colágeno (grupo teste) e osso bovino anorgânico + osso autógeno (grupo controle) na técnica de elevação do seio maxilar. Foram excluídos pacientes com condições médicas que poderiam interferir na cirurgia, gravidez atual, deficiências físicas que comprometessem a higiene oral, alcoolismo ou abuso crônico de drogas, e aqueles que fumam mais de 10 cigarros por dia, uso de medicamentos que afetam a formação óssea, lesões em mucosas, histórico de radioterapia local, bruxismo severo, sinais de infecções agudas dos seios nasais, tumores benignos ou malignos no seio maxilar, e condições patológicas que afetam gravemente a clareza mucociliar, como sinusite crônica e fibrose cística. Ao total, 40 elevações de seio maxilar foram realizadas (2 grupos de 20). As amostras ósseas foram coletadas dos seios aumentados após 5 meses do enxerto. Essas amostras foram processadas para histomorfometria, que avaliou, na principal região de interesse, a fração de área de osso novo, a osseointegração das partículas do enxerto, o enxerto residual e os componentes de tecido mole. A mesma análise foi realizada em uma segunda região de interesse localizada a 1 mm proximal ao assoalho anterior do seio maxilar. Em ambas as regiões de interesse a fração de área de osso novo, o enxerto residual e os componentes de tecido mole apresentaram resultados semelhantes. O percentual de osseointegração foi significativamente maior no grupo de controle em comparação com o grupo de teste. O osso bovino anorgânico estabilizado por

colágeno apresentou parâmetros histomorfométricos muito semelhantes ao grupo controle. O grupo bovino anorgânico com osso autógeno demonstrou maior maturidade, indicada pela significativa proporção maior de osso lamelar. Em linhas gerais, o bovino anorgânico estabilizado por colágeno um substituto ósseo adequado para a elevação do seio maxilar.

Alayan e Ivanovski (2017) compararam o aumento do seio maxilar utilizando o osso mineral bovino inorgânico (Bio-Oss) combinado com osso autógeno no grupo controle, e osso mineral bovino estabilizado com colágeno no grupo de teste, em termos de complicações relatadas pelos pacientes, medidas de resultados relatadas pelos pacientes e análise volumétrica. Os pacientes eram inelegíveis se: apresentassem condições que interferissem na cirurgia, grávida, alcolistas, abuso de drogas e mais de 10 cigarros no dia, em uso de medicamentos que interferissem na formação óssea, doenças na mucosa, bruxismo, histórico de radioterapia, sinusite aguda, histórico de tumores, tratamentos com implantes em maxila anteriormente. Foram estudados 60 pacientes submetidos ao aumento do seio maxilar, com complicações registradas durante e após a cirurgia. Os resultados mostraram que ambos os grupos as complicações foram leves e não impediram a conclusão da cirurgia ou a colocação posterior de implantes. O grupo controle apresentou maior limitação nas primeiras 48 horas, enquanto o grupo de teste teve menos impacto nas atividades diárias. A análise volumétrica mostrou que o volume médio do enxerto foi semelhante nos dois grupos. O contato entre o enxerto e as paredes do seio circundantes teve um impacto significativo no volume ósseo. Concluiu-se que o osso mineral bovino inorgânico estabilizado com colágeno fornece volume ósseo comparável ao osso autógeno combinado ao osso mineral bovino inorgânico.

Pereira *et al.* (2017) compararam a formação de osso novo e o comportamento das células em três abordagens diferentes para enxerto em seios maxilares: o uso do Biogran isoladamente, a combinação 1:1 de Biogran e enxerto ósseo autógeno, e o enxerto ósseo autógeno isolado. Foram selecionados 30 pacientes, dos quais 30 seios maxilares foram aumentados. Foram excluídos pacientes com problemas sistêmicos não controlados ou problemas locais como periodontite não controlada ou patologia sinusal. Fumantes e pacientes que haviam recebido tratamento por radiação na região da cabeça e pescoço também foram excluídos. O estudo foi dividido em três grupos: no Grupo 1, 10 seios maxilares foram aumentados com Biogran; no Grupo 2, 10 com Biogran e enxerto ósseo autógeno na proporção 1:1; e no Grupo 3, 10 com enxerto ósseo autógeno isolado. Após um período de 6 meses de cicatrização óssea, amostras foram obtidas durante a colocação de implantes dentários e submetidas a análises histomorfométricas e imuno-histoquímicas. Os resultados indicaram que a formação de osso novo variou entre os grupos: no Grupo 1, a formação foi de 42,0% na região

óssea prístina, 40,7% na região intermediária e 45,6% na região apical. No Grupo 2, as taxas foram de 36,6%, 33,2% e 45,8% nas mesmas regiões, enquanto no Grupo 3 foram de 37,3%, 35,3% e 39,9%, respectivamente. Especialmente em combinação 1:1 com enxerto ósseo autógeno, demonstrou ser um substituto ósseo eficaz, comparável ao enxerto ósseo autógeno sozinho, com potencial para promover formação óssea adequada.

Nizam *et al.* (2017) avaliaram os efeitos da combinação de fibrina rica em leucócitos e plaquetas (L-PRF) com osso mineral bovino desproteínizado (Bio-Oss) em procedimentos de aumento do seio maxilar. O estudo excluiu pacientes que fossem grandes fumantes, apresentassem patologias sinusais ou doenças sistêmicas. Ao total 13 pacientes foram recrutados. Foram realizados aleatoriamente 26 procedimentos de aumento do seio maxilar, com a aplicação da mistura de osso mineral bovino desproteínizado e L-PRF (grupo de teste) ou somente osso mineral bovino desproteínizado (grupo de controle). Os mesmos procedimentos cirúrgicos foram executados em ambos os grupos, e biópsias ósseas foram coletadas nos locais dos implantes 6 meses após a cirurgia para avaliações histológicas e histomorfométricas, que representaram o resultado primário do estudo. As análises histológicas não revelaram diferenças qualitativas significativas entre os grupos. As porcentagens de novo osso formado (grupo de teste: $21,38 \pm 8,78\%$ e grupo de controle: $21,25 \pm 5,59\%$), enxerto ósseo residual (grupo de teste: $25,95 \pm 9,54\%$ e grupo de controle: $32,79 \pm 5,89\%$), enxerto ósseo em contato com o novo osso formado (grupo de teste: $47,33 \pm 12,33\%$ e grupo de controle: $54,04 \pm 8,36\%$) e tecido mole (grupo de teste: $52,67 \pm 12,53\%$ e grupo de controle: $45,96 \pm 8,36\%$) foram semelhantes entre os grupos. Ambas as técnicas se mostraram eficazes para o aumento do seio maxilar, e a adição de L-PRF, após 6 meses de cicatrização, não resultou em uma melhora na quantidade de osso regenerado ou na integração do enxerto ao novo osso formado.

Fouad *et al.* (2018) analisaram o uso de xenoenxerto (grupo controle) e a técnica de cirurgia de seio maxilar (grupo de teste) após a realização do procedimento de aumento do seio maxilar, simultaneamente à inserção de implantes. Os critérios de exclusão incluíram pacientes que são grandes fumantes, aqueles com qualquer patologia sinusal e pacientes com doenças sistêmicas. Ao todo, 17 pacientes submeteram-se a um total de 20 procedimentos de aumento do seio maxilar. No grupo controle, o material de preenchimento utilizado foi o xenoenxerto de osso bovino desproteínizado (Tutogen Medical GmbH, Neunkirchen am Brand, Alemanha) enquanto no grupo teste, optou-se pela cirurgia de seio maxilar sem a utilização de enxerto ósseo. Realizaram-se tomografias multislice antes da cirurgia, bem como Tomografias Computadorizadas de Feixe Cônico (TCFCs) imediatamente após a cirurgia e após um período

de 6 meses. A média do aumento na altura óssea no grupo do xenoenxerto foi de $8,59 \pm 0,74$, enquanto no grupo da técnica de cirurgia de seio maxilar, foi de $4,85 \pm 0,5$. Os valores médios de densidade óssea no grupo do xenoenxerto foram de $375,596 \pm 49,38$, ao passo que no grupo da técnica de cirurgia de seio maxilar, foi de $269,08 \pm 16,27$. As médias dos valores do Índice de Estabilidade de Implantes foram $78,3 \pm 5,08$ no grupo do xenoenxerto e $74 \pm 3,19$ no grupo da técnica de cirurgia de seio maxilar. Ambas as técnicas são consideradas confiáveis, no entanto, o uso de xenoenxerto demonstrou resultados superiores em todos os aspectos avaliados.

La Monarca *et al.* (2018) avaliaram o desempenho de seis biomateriais ósseos utilizados como enxerto no procedimento de aumento do seio maxilar, por meio de análises histológicas e histomorfométricas. Para compor a amostra foram selecionados seis pacientes que foram posteriormente submetidos a procedimentos de aumento do seio maxilar e colocação de implantes sob condições randomizadas. Os procedimentos de aumento do seio maxilar foram realizados utilizando um dos seguintes materiais: aloenxerto ósseo mineralizado desidratado (MCBA, Puros; Zimmer Dental GmbH, Freiburg, Alemanha); aloenxerto ósseo mineralizado liofilizado (FDBA, Organizzazione Toscana Trapianti, Azienda Ospedaliero-Universitaria Careggi, Florença, Itália); osso bovino anorgânico (ABB, Bio-Oss, Geistlich Biomaterials Italia S.r.l.); osso derivado de equino (EB, osteOXenon- Bioteck S.p.A., Arcugnano (VI), Itália); bloco sintético de fosfato de cálcio bifásico micro-macroporoso, composto por 70% de fosfato tricálcio beta e 30% de hidroxiapatita (HA- β -TCP 30/70, BioCer Entwicklungs GmbH, Bayreuth, Alemanha); e bioapatita-colágeno (BC, Biostite, GABA Vebas San Giuliano Milanese, MI, Itália). Após 6 meses, foram feitas biópsias de núcleo ósseo e a colocação de 13 implantes. As amostras de osso foram processadas para análise histológica e histomorfométrica, e tomografias computadorizadas foram realizadas antes e após a cirurgia. Após 4 meses de cicatrização, os pacientes receberam uma prótese provisória, e após mais 2-4 meses, coroas definitivas. Não houve complicações pós-operatórias nem falhas nos implantes. Todos os materiais estavam em contato próximo com o osso recém-formado. Não foram observados sinais de inflamação aguda. A histomorfometria demonstrou que, após 6 meses, a porcentagem de novo osso formado variou de acordo com o material utilizado: 20,1% para MCBA, 32,1% para FDBA, 16,1% para ABB, 22,8% para EB, 20,3% para HA- β -TCP 30/70 e 21,4% para BC. Em geral, todos os materiais apresentaram boa compatibilidade e propriedades osteocondutivas. Porém, aloenxerto ósseo mineralizado liofilizado apresentou melhor resultado histomorfométrico.

Silva *et al.* (2020) desenvolveram um estudo com a finalidade de comparar os resultados clínicos, radiológicos e histomorfométricos da elevação do seio maxilar usando dois enxertos

ósseos bovinos Bio-Oss e Lumina-Bone Porous. A escolha aleatória do biomaterial teste (Lumina-Bone Porous) ou do controle (Bio-Oss) em cada seio (esquerdo ou direito) foi determinada por sorteio. Ao total 13 indivíduos saudáveis e não fumantes, com altura óssea residual ≤ 4 mm e necessitando de aumento de seio maxilar, foram selecionados. Eles foram acompanhados por 6 meses após a cirurgia para análises radiográficas e instalação de implantes dentários, seguidos por biópsias ósseas e análise histomorfométrica. Após as análises, a altura média da crista óssea na porção mais profunda do assoalho dos seios maxilares foi de $3,11 \pm 0,83$ mm no grupo Bio-Oss e $2,38 \pm 0,75$ mm no grupo Lumina-Bone Porous. Após a elevação do seio, a altura da crista óssea foi de $11,56 \pm 2,03$ mm no grupo Bio-Oss e $10,62 \pm 1,93$ mm no grupo Lumina-Bone. O aumento na altura óssea alveolar foi significativo entre a pré-aumento e 6 meses após a elevação em ambos os grupos. Não houve diferença significativa na formação de novo osso entre Bio-Oss ($20,4 \pm 5,4\%$) e Lumina-Bone Porous ($22,8 \pm 8,5\%$). No entanto, houve diferença significativa nas partículas de enxerto residual entre Bio-Oss ($19,9 \pm 8,6\%$) e Lumina-Bone Porous ($14,6 \pm 5,6\%$). A taxa de sobrevivência dos implantes dentários foi de 88,88% para Lumina-Bone Porous e 100% para Bio-Oss. Ambos os materiais, Bio-Oss e Lumina-Bone Porous, são eficazes na elevação do assoalho do seio maxilar, com boa previsibilidade clínica, radiográfica e histológica.

Nagata *et al.* (2021) conduziram uma análise de imagem tridimensional para comparar o volume de osso mineral bovino desmineralizado (Bio-Oss) e apatita carbonatada (Cytrans) após uma cirurgia de assoalho do seio maxilar, além de avaliar a quantidade de reabsorção do material de enxerto ósseo. Doze indivíduos, com idade média de 58,2 anos, foram selecionados para o estudo. Os locais de elevação do seio maxilar examinados totalizaram 14, sendo 8 locais no grupo tratado com Bio-Oss e 6 locais no grupo tratado com Cytrans. Os critérios de inclusão incluíram idade mínima de 20 anos, ausência de doenças sistêmicas, não tabagismo, altura óssea inferior a 3 mm e ausência de espessamento da mucosa sinusal. Após os protocolos pré-cirúrgicos, os materiais de enxerto foram aplicados, e as avaliações foram realizadas por meio de TCFC: antes (T1), imediatamente após a cirurgia de elevação do seio maxilar (T2) e 6 meses depois (T3). No grupo tratado com Bio-Oss, a reabsorção óssea foi de 25,2%, enquanto no grupo tratado com Cytrans, a reabsorção foi de 14,2%. No pós-operatório, a maioria dos pacientes experimentou inchaço no segundo dia, seguido por leve sangramento interno na bochecha em alguns casos. O sangramento interno desapareceu em cerca de 2 semanas. Todos os pacientes apresentaram um bom prognóstico pós-operatório e alcançaram os 6 meses sem complicações. Em resumo, a reabsorção foi menor quando Cytrans foi utilizado como material de preenchimento ósseo.

Lombardi *et al.* (2022) investigaram os resultados clínicos e radiográficos da cirurgia transcrestal do seio maxilar realizada com xenoenxerto injetável em forma de gel, analisando variáveis gerais, locais e cirúrgicas que possam influenciar os resultados. Foram excluídos do estudo sujeitos com contraindicações médicas absolutas para cirurgia de implante, diabetes não controlada, em tratamento com agentes antirreabsortivos, radioterapia nos últimos 5 anos, gravidez ou amamentação, abuso de substâncias e problemas psiquiátricos. A colocação simultânea do implante foi realizada quando a estabilidade primária era igual ou superior a 15 N. A altura do enxerto foi medida imediatamente após a cirurgia (T0) e após 6 meses de cicatrização (T1). Este estudo prospectivo investigou se há diferenças na sobrevivência do implante e no ganho ósseo vertical após a elevação do assoalho sinusal transcrestal com enxerto de gel injetável entre a inserção imediata e a inserção tardia do implante. Setenta e um pacientes foram incluídos neste estudo. A elevação simultânea do assoalho sinusal e a colocação do implante ocorreram em 54 casos (76,1%). A altura média óssea disponível pré-operatória foi $3,8 \pm 1,0$ mm, alcançando $13,9 \pm 2,2$ mm imediatamente após a cirurgia e diminuindo para $9,9 \pm 2,8$ mm após 6 meses de cicatrização. A taxa de sobrevivência dos implantes foi 100%, com acompanhamento médio de $22,9 \pm 5,8$ meses após a carga protética. O ganho ósseo vertical médio foi de $6,1 \pm 2,2$ mm, sendo significativamente maior nos casos de abordagem em um estágio. A porcentagem média de reabsorção do enxerto foi de $36,1 \pm 22,9\%$. A inserção imediata do implante é um fator crucial para preservar o ganho ósseo vertical e reduzir a reabsorção do enxerto.

Pistilli *et al.* (2022) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar restaurações implantares suportadas em maxilas severamente absorvidas após a cirurgia de assoalho do seio maxilar. Ao total 43 pacientes foram recrutados para restaurações suportadas por implante. Todos os pacientes estavam em bom estado geral de saúde, tinham mais de 18 anos, sem condições médicas relevantes, consumo máximo 10 cigarros/dia e pontuação de placa em toda a boca e pontuação de sangramento $\leq 25\%$. Os pacientes foram submetidos a exame panorâmico digital pré-operatório e TCFC. Para a cirurgia o material de enxerto (MP3, OsteoBiol da Tecnos, Giaveno, Itália) foi utilizado. Em seguida, um a três implantes de diferentes empresas de implantes foram instalados. A altura óssea ao nível do local do implante foi medida utilizando uma análise de software de imagem aplicada às radiografias pré e pós-cirúrgicas e no acompanhamento. Ao total 54 seios foram tratados cirurgicamente. O tempo de acompanhamento foi de 5,11 anos, nenhum implante foi perdido. A altura média do osso inicial foi de 2,07 mm. Na avaliação final a altura do seio aumentado foi de 12,83 mm. Dentre as complicações apresentadas, estavam perfuração da membrana, complicações mínimas

resolvidas farmacologicamente e desparafusamento. Em linhas gerais, o tratamento elencado apresentou bons resultados.

Kandel *et al.* (2022) compararam o uso de uma esponja de gelatina absorvível como material de preenchimento com o uso de osso mineral bovino anorgânico para a cirurgia do assoalho do seio maxilar, realizado simultaneamente com a colocação de implantes dentários osseointegrados. Dezoito casos de elevação do assoalho do seio maxilar foram distribuídos aleatoriamente em dois grupos. O primeiro grupo recebeu osso mineral bovino anorgânico (Bio-Oss), enquanto o segundo grupo foi preenchido com uma esponja de gelatina absorvível. Em ambos, as TCFCs foram realizadas imediatamente após a cirurgia e seis meses depois, para avaliar a diferença no ganho de osso no assoalho do seio. A média do ganho ósseo radiográfico no grupo com osso mineral bovino anorgânico foi de 10,2 mm ($\pm 2,5$), enquanto no grupo com esponja de gelatina absorvível foi de 5,4 mm ($\pm 2,0$). Quanto à estabilidade dos implantes, a média no grupo osso bovino foi de 77,3 ($\pm 4,9$), enquanto no grupo com esponja de gelatina absorvível foi de 74,2 ($\pm 3,0$). O uso de osso mineral bovino anorgânico demonstrou resultados superiores, porém, em relação a estabilidade dos implantes, não houve diferenças entre os grupos.

Galindo-Moreno *et al.* (2022) compararam a eficácia de dois tipos de xenoenxertos para o aumento do assoalho do seio maxilar, considerando resultados clínicos, radiográficos, histológicos e moleculares. Para este estudo foi realizado um ensaio clínico de boca dividida. Dez pacientes consecutivos que necessitavam de aumento bilateral do assoalho do seio maxilar em dois estágios foram incluídos no estudo. Cada paciente recebeu ambos os tipos de biomateriais: osso bovino inorgânico (Bio-Oss) e enxerto de xeno mineral bovino suíno (Symbios, Dentsply Sirona Implants, Mölndal, Suécia) que foram alocados aleatoriamente para realizar o aumento do assoalho do seio maxilar em ambos os lados. Após um período de cicatrização de 6 meses, biópsias ósseas foram coletadas durante a colocação de implantes na área regenerada. Foram realizadas análises dos resultados histológicos, histomorfométricos, imunohistoquímicos e moleculares. Além disso, os dados clínicos e radiográficos ao longo das fases do tratamento foram avaliados. De acordo com os resultados, as características anatômicas resultantes foram semelhantes nos dois grupos. Após 6 meses de consolidação do enxerto, as taxas de reabsorção foram comparáveis entre os dois tipos de biomateriais. Os resultados das análises histológicas, histomorfométricas e imunohistoquímicas não demonstraram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos. Tanto o osso bovino quanto o mineral ósseo suíno, quando combinados com osso cortical autógeno maxilar, exibem características

biológicas, clínicas e radiológicas comparáveis no que diz respeito à reabsorção de biomateriais, osteocondução e osteogênese.

O estudo de Comuzzi *et al.* (2022) teve objetivo avaliar radiograficamente as variações da dimensão do enxerto após aumento do seio maxilar pela abordagem lateral. O estudo incluiu pacientes com necessidade de restauração parcial em maxila posterior atrófica. Os critérios de exclusão foram: infecção oral não tratada, infecção do seio maxilar, doenças sistêmicas como diabetes não controlado, radioterapia craniofacial recente, uso de bisfosfonatos ou outros medicamentos antiabsorptivos/antiangiogênicos, gravidez ou lactação, e fumar mais de 10 cigarros por dia. Cada cirurgia consistiu na colocação de implante em um estágio e cirúrgica do seio pela técnica da janela lateral. Os enxertos utilizados foram o OsteoBiol® mp3® (Tecnoss®, Giaveno, Itália), OsteoBiol® Putty (Tecnoss®) e OsteoBiol® GTO® (Tecnoss®). As radiografias para avaliação foram analisadas no momento da cirurgia e após. A média da altura óssea residual na face mesial e distal dos implantes foi de $3,19 \pm 2,05$ mm e $2,65 \pm 1,60$. A largura média do enxerto no início do estudo foi de $27,95 \pm 5,23$ mm, e a redução média da largura do enxerto foi de $10,2 \pm 12,7\%$ ($2,98 \pm 3,62$ mm) e $11,3 \pm 14,4\%$ ($3,36 \pm 4,08$ mm) aos seis meses e no último acompanhamento. Na face mesial e distal, a extensão média do enxerto diminuiu $1,56 \pm 2,67$ mm e $0,84 \pm 2,71$ mm no último acompanhamento. A altura média do enxerto foi de $11,92 \pm 2,53$ mm no início do estudo e diminuiu $9,3 \pm 9,05\%$ ($1,11 \pm 1,09$ mm) aos seis meses. Em linhas gerais, os substitutos ósseos heterólogos apresentaram boa estabilidade dimensional a médio prazo.

Soardi *et al.* (2023) tiveram por objetivo avaliar clinicamente e histologicamente o desempenho do xenoenxerto de apatita suína utilizado para a cirurgia de assoalho do seio maxilar em pacientes com atrofia grave do rebordo. Os autores realizaram um protocolo de elevação do seio em dois estágios numa amostra de 24 pacientes com osso crestal menor ou igual a 2 mm. Utilizou-se a apatita carbonatada suína altamente porosa (Regenerasse Resorbable Xenograft da Zimmer Dental Inc., Carlsbad, CA 92008, EUA), previamente umedecida com solução salina, como único material de enxerto. Foram realizadas biópsias ósseas aos 6, 9 e 12 meses após a cirurgia de aumento do seio, no momento da colocação do implante. A avaliação do tratamento envolveu o uso de microtomografia computadorizada e análise histológica. Após 6 meses da colocação do implante, todos os implantes alcançaram uma boa estabilidade primária e apresentaram uma osseointegração bem-sucedida. A quantidade remanescente de enxerto foi baixa ($11,91 \pm 1,99\%$) aos 6 meses e diminuiu ainda mais para $6,11 \pm 2,64\%$ aos 12 meses após a cirurgia de aumento do seio maxilar. Em contrapartida, a quantidade de osso novo identificada foi de $18,94 \pm 4,08\%$ aos 6 meses e

aumentou significativamente para $40,16 \pm 5,27\%$ 12 meses após a cirurgia de aumento do seio maxilar. A análise histológica revelou a presença de osteoclastos na reabsorção do enxerto, bem como de osteoblastos na formação do novo osso. Em suma, o xenoenxerto de apatita suína parece ser um material promissor na cirurgia de assoalho do seio maxilar, pois não apenas estimula a nova formação de tecido ósseo, mas sim é gradualmente reabsorvido.

Correia *et al.* (2023) compararam o resultado da colocação de enxertos autólogos ou xenógenos de porco em seios maxilares bilateralmente aumentados, analisando a perda marginal de osso, complicações cirúrgicas e clínicas, e a taxa de sucesso dos implantes dentários. Para compor a amostra 12 pacientes foram selecionados e submetidos ao aumento do seio maxilar. Cada paciente recebeu os dois tipos de enxerto: autólogo da mandíbula (grupo de controle) e xenógeno de porco Osteobiol mp3® (Tecnoss™, Torino, Italy) (grupo de teste). Após 6 meses, foram colocados 39 implantes dentários na maxila posterior dos pacientes, e eles foram reabilitados após o período de osseointegração. Ambos os tipos de enxertos apresentaram alta taxa de sucesso dos implantes aos 12 meses: 95% no lado com xenógeno, com apenas 1 implante sem osseointegração, e 100% no lado com enxerto autólogo. A perda de osso, medida por radiografias, foi baixa e semelhante nos dois grupos: média de $0,063 \pm 0,126$ no grupo de controle e média de $0,092 \pm 0,163$ no grupo de teste. Não houve complicações cirúrgicas graves. O procedimento de aumento do seio maxilar, tanto com enxerto autólogo quanto com xenógeno de porco, mostrou ser uma excelente opção clínica para a reabilitação protética, com baixa perda óssea, poucas complicações clínicas e alta taxa de sobrevivência dos implantes.

Khairy e Abu-Taleb (2023) tiveram como propósito avaliar os efeitos da combinação de plasma rico em fatores de crescimento (PRGF) e xenoenxerto na técnica de elevação direta do seio maxilar, empregando a TCFC para analisar a quantidade e qualidade do osso no local. A pesquisa incluiu 20 pacientes. Cada paciente teve uma amostra de sangue coletada e processada por centrifugação para a obtenção de PRGF. A elevação direta do seio maxilar com abordagem lateral foi realizada utilizando o xenoenxerto (tamanho de partícula de 2-1 mm) (SmartBone Microships, IBI SA, Mezzovico Vira, Suíça) misturado com PRGF. A altura óssea, largura óssea, volume do enxerto e valor/densidade de cinza óssea foram avaliados por meio de TCFC imediatamente após a cirurgia e após um período de 6 meses. Após 6 meses, houve uma redução estatisticamente significativa de 13,22% na altura óssea total. Além disso, as larguras ósseas crestal, média e apical apresentaram diminuição, sendo a diminuição na largura óssea média estatisticamente significativa. O volume do enxerto diminuiu em 20,98%, mas essa redução não alcançou significância estatística. O valor/densidade da cinza óssea demonstrou um aumento significativo de 25,47% na densidade do rebordo residual e de 21,09% na

densidade do rebordo residual e do enxerto. Longo, a combinação de PRGF e xenoenxerto resultou em um aumento da altura óssea e estabeleceu as larguras ósseas média e apical necessárias para sustentar o implante. Além disso, o uso desse enxerto melhorou a densidade óssea, como evidenciado pelos valores de cinza nas TCFCs.

Lotfazar *et al.* (2023) objetivaram avaliar os resultados de aumento do rebordo maxilar com xenoenxertos com e sem cirurgia do assoalho do seio maxilar. Para este estudo pacientes tabagistas, etilistas, em situação de abuso de substâncias, com distúrbios metabólicos não controlados, doença periodontal não tratada, história de radioterapia ou ingestão de imunossupressores e história de ingestão de medicamentos antirreabsortivos, foram excluídos. Para o procedimento de cirurgia de seio foi utilizado o material de xenoenxerto bovino (Bio-Oss). No mínimo 6 meses após a cirurgia, foi solicitada TCFC da área aumentada e avaliado o resultado do tratamento. Para os pacientes elegíveis para colocação de implantes simultaneamente ao aumento do rebordo, os implantes dentários foram colocados durante o primeiro procedimento cirúrgico. Aos 4-6 meses após a colocação do implante, foram colocados pilares de cicatrização. Ao total 16 pacientes (68 implantes) foram submetidos a cirurgia de seio. Não ocorrem complicações após intervenções cirúrgicas. A largura do rebordo aumentou em média $4,35 \pm 1,90$ mm, enquanto a altura do rebordo em áreas de aumento do assoalho sinusal aumentou $8,19 \pm 2,91$ mm. O aumento do rebordo maxilar com a cirurgia de assoalho usando matriz óssea bovina desmineralizada pode aumentar suficientemente a largura e a altura do rebordo para permitir a implementação de planos de tratamento suportados por implantes.

4 CONCLUSÃO

A análise dos tipos de enxertos ósseos utilizados na prática clínica revela uma ampla gama de opções. O osso autógeno, embora considerado o padrão-ouro devido às suas propriedades osteogênicas e alta biocompatibilidade, pode sofrer reabsorção significativa ao longo do tempo, o que pode impactar negativamente os resultados a longo prazo dos procedimentos. Em contraste, os xenoenxertos, como o Bio-Oss e outros materiais derivados de bovinos, equinos e suínos, têm se mostrado eficazes na regeneração óssea e na instalação de implantes dentários, oferecendo boas taxas de sobrevivência dos implantes e redução das complicações associadas.

As principais complicações associadas ao uso de enxertos, como perfuração da membrana e inchaço pós-operatório, que geralmente não comprometem gravemente o sucesso do procedimento, desde que sejam bem gerenciadas.

No que diz respeito à taxa de sobrevivência dos implantes, os xenoenxertos, especialmente os derivados de osso bovino e equino, demonstram taxas de sobrevivência superiores a 90% em até cinco anos. Esta alta taxa destaca a eficácia desses materiais na regeneração óssea e na sustentação de implantes dentários. A colocação imediata dos implantes após a cirurgia tem sido associada a uma preservação mais eficaz do ganho ósseo vertical e a uma menor reabsorção do enxerto. A estabilidade primária dos implantes, crucial para o sucesso a longo prazo, é bem mantida com o uso de xenoenxertos, que proporcionam boa cicatrização óssea e osseointegração. Estudos mostram que os materiais de enxerto contribuem significativamente para a estabilidade inicial dos implantes, facilitando a formação de novo osso e garantindo a longevidade dos resultados

REFERÊNCIAS

ALAYAN, J. *et al.* A histomorphometric assessment of collagen-stabilized anorganic bovine bone mineral in maxillary sinus augmentation – a prospective clinical trial. **Clinical Oral Implants Research**, v. 27, n. 7, p. 850-858, 16 set. 2015.

ALAYAN, J.; IVANOVSKI, S. A prospective controlled trial comparing xenograft/autogenous bone and collagen-stabilized xenograft for maxillary sinus augmentation—Complications, patient-reported outcomes and volumetric analysis. **Clinical Oral Implants Research**, v. 29, n. 2, p. 248-262, 12 dez. 2018.

ALBREKTSSON, T.; JOHANSSON, C. Osteoinduction, osteoconduction and osseointegration. **European Spine Journal**, v. 10, p. 96-101, 1 out. 2001.

AL-MORAISSEI, E. A. *et al.* Do osteoconductive bone substitutes result in similar bone regeneration for maxillary sinus augmentation when compared to osteogenic and osteoinductive bone grafts? A systematic review and frequentist network meta-analysis. **International Journal Of Oral And Maxillofacial Surgery**, v. 49, n. 1, p. 107-120, jan. 2020.

CALASANS-MAIA, M. D. *et al.* Maxillary Sinus Augmentation with a New Xenograft: a randomized controlled clinical trial. **Clinical Implant Dentistry And Related Research**, v. 17, n. 2, 23 dez. 2014.

COMUZZI, L. *et al.* Radiographic Analysis of Graft Dimensional Changes after Lateral Maxillary Sinus Augmentation with Heterologous Materials and Simultaneous Implant Placement: A Retrospective Study in 18 Patients. **Materials (Basel)**, v. 15, n. 9, 2022.

CORREIA, F. *et al.* A Randomized Clinical Trial Comparing Implants Placed in Two Different Biomaterials Used for Maxillary Sinus Augmentation. **Materials**, v. 16, n. 3, p. 1220, 31 jan. 2023.

DA ROCHA CARDOSO, C. S. Substitutos ósseos xenógenos: Bio-Oss® versus Cerabone®. 2019. Dissertação (Mestrado) – Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2019.

DE ÁVILA KFOURI, F.; DUAILIBI, M. T.; BRETOS, J. L. G.; FERREIRA, L. M.; DUAILIBI, S. E. Cirurgia piezoelétrica em implantodontia: aplicações clínicas. **RGO**, v. 57, n. 1, p. 121-126, 2009.

DESTERRO, F. P. *et al.* Can Inorganic Bovine Bone Grafts Present Distinct Properties? **Brazilian Dental Journal**, v. 25, n. 4, p. 282-288, 2014.

DOS SANTOS, P. L.; TANABE, M. N.; GERMANO, E. J.; MATTOS, J. M. B.; KUABARA, M. R.; FERREIRA, E. J.; GULINELLI, J. L. Aplicações clínicas da cirurgia piezoelétrica em implantodontia. **Uningá Review**, v. 20, n. 2, 2014.

FOUAD, W. *et al.* Guided maxillary sinus floor elevation using deproteinized bovine bone versus graftless Schneiderian membrane elevation with simultaneous implant placement: randomized clinical trial. **Clinical Implant Dentistry And Related Research**, v. 20, n. 3, p. 424-433, 25 mar. 2018.

GALINDO-MORENO, P. *et al.* Clinical and histologic comparison of two different composite grafts for sinus augmentation: a pilot clinical trial. **Clinical Oral Implants Research**, v. 19, n. 8, p. 755-759, 10 jul. 2008.

GALINDO-MORENO, P. *et al.* Maxillary sinus floor augmentation comparing bovine versus porcine bone xenografts mixed with autogenous bone graft. A split-mouth randomized controlled trial. **Clinical Oral Implants Research**, v. 33, n. 5, p. 524-536, 3 mar. 2022.

HAYEK, R. R. A. Análise comparativa da integração de enxertos alógenos liofilizados e irradiados versus enxertos xenógenos em áreas submetidas à cirurgia de levantamento de seio maxilar bilateral para implantes dentários. 2023. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.

KAMIJOU, T.; NAKAJIMA, T.; OZAWA, H. Effects of osteocytes on osteoinduction in the autogenous rib graft in the rat mandible. **Bone**, v. 15, n. 6, p. 629-637, nov. 1994.

KANDEL, F. *et al.* Assessment of absorbable gelatin sponge for maxillary sinus floor elevation versus anorganic bovine bone minerals: a randomized clinical trial. **Oral And Maxillofacial Surgery**, v. 27, n. 3, p. 469-478, 13 jun. 2022.

KAVEH, K. *et al.* Bone grafting and bone graft substitutes. **J. Anim. Vet. Adv**, v. 9, p. 1055-1067, 2010.

KHAIRY, N.; ABU-TALEB, N. CBCT assessment of the integration of xenograft mixed with plasma rich in growth factors (PRGF) in direct maxillary sinus lift surgery: case series study. **Egyptian Dental Journal**, v. 69, n. 1, p. 61-73, 1 jan. 2023.

KLOSS, F. R.; OFFERMANN, V.; KLOSS-BRANDSTÄTTER, A. Comparison of allogeneic and autogenous bone grafts for augmentation of alveolar ridge defects—A 12-month retrospective radiographic evaluation. **Clinical Oral Implants Research**, v. 29, n. 11, p. 1163-1175, 31 out. 2018.

KUDOH, Keiko; FUKUDA, Naoyuki; KASUGAI, Shohei; TACHIKAWA, Noriko; KOYANO, Kiyoshi; MATSUSHITA, Yasuyuki; OGINO, Yoichiro; ISHIKAWA, Kunio; MIYAMOTO, Youji. Maxillary Sinus Floor Augmentation Using Low-Crystalline Carbonate Apatite Granules With Simultaneous Implant Installation: first-in-human clinical trial

LA MONACA, G. *et al.* Comparative Histological and Histomorphometric Results of Six Biomaterials Used in Two-Stage Maxillary Sinus Augmentation Model after 6-Month Healing. **Biomed Research International**, v. 2018, p. 1-11, 27 jun. 2018.

LOMBARDI, T. *et al.* Clinical and radiographic outcomes following transcrestal maxillary sinus floor elevation with injectable xenogenous bone substitute in gel form: a prospective multicenter study. **Int J Implant Dent**, v. 8, n.1, jul 2022.

LOTFAZAR, M. *et al.* Potentials of pure xenograft materials in maxillary ridge augmentation: A case series. **Saudi Dent J**, v. 36, n.1, p.187-191, 2024.

LOYOLA, M. *et al.* Enxertos ósseos autógenos e xenógenos como alternativa de manutenção do espaço alveolar. **RGS**, v. 19, n.2, p.8-18, 2018.

LOYOLA, M.; ANCOSKI, T.; RAMIRES, M. A.; MELLO, F.; MELLO, A. M. D. Enxertos ósseos autógenos e xenógenos como alternativa de manutenção do espaço alveolar. *RGS*, v. 19, n. 2, p. 8-18, 2018.

LUTZ, R. *et al.* Sinus floor augmentation with autogenous bone vs. a bovine-derived xenograft – a 5-year retrospective study. **Clinical Oral Implants Research**, v. 26, n. 6, p. 644-648, 20 fev. 2014.

NAGATA, K. *et al.* Comparison of the performances of low-crystalline carbonate apatite and Bio-Oss in sinus augmentation using three-dimensional image analysis. **Int J Implant**, v. 7, n. 1, 2021.

NEVINS, M. *et al.* Equine-Derived Bone Mineral Matrix for Maxillary Sinus Floor Augmentation: a clinical, radiographic, histologic, and histomorphometric case series. **The International Journal Of Periodontics And Restorative Dentistry**, v. 33, n. 4, p. 483-489, jul. 2013.

NIZAM, N. *et al.* Maxillary sinus augmentation with leukocyte and platelet-rich fibrin and deproteinized bovine bone mineral: a split :mouth histological and histomorphometric study. **Clinical Oral Implants Research**, v. 29, n. 1, p. 67-75, 8 ago. 2017.

PEREIRA, C. M.; DE AMORIM ROCHA, L. L.; RODRIGUES, M. F. B.; DA ROCHA, C. C. L.; DA ROCHA, R. C. L.; DA FRANCA ACIOLY, R.; DE SOUZA, D. D. Cirurgia de levantamento de seio maxilar associada ao uso de membrana de fibrina rica em plaquetas e leucócitos: revisão de literatura. *Brazilian Journal of Health Review*, v. 3, n. 6, p. 19566-19580, 2020.

PEREIRA, R. S. *et al.* Histomorphometric and immunohistochemical assessment of RUNX2 and VEGF of Biogran™ and autogenous bone graft in human maxillary sinus bone augmentation: a prospective and randomized study. **Clinical Implant Dentistry And Related Research**, v. 19, n. 5, p. 867-875, 13 jun. 2017.

PISTILLI, R. *et al.* Guided implant surgery and sinus lift in severely resorbed maxillae: A retrospective clinical study with up to 10 years of follow-up. **J Dent**, v. 121, 2022.

PUCETTI, M. G.; DE SOUZA FARIA, J.; MOREIRA, R. H.; NEVES, V. D. A. M.; DE OLIVEIRA LOURES, A.; SILVA, B. N.; ASSIS, N. M. S. P. Fibrina rica em plaquetas e sua utilização na cirurgia de levantamento de assoalho de seio maxilar. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 7, p. e55410716806-e55410716806, 2021.

RIBEIRO JUNIOR, P. D.; MEDINA JUNIOR, A. C.; ALBUQUERQUE, G. C. D.; CARDOSO, L. M. A atuação do clínico geral no deslocamento de dentes para o interior do seio maxilar. *Revista da Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas*, v. 68, n. 4, p. 320-325, 2014.

SANTOS, B. N.; DOS SANTOS NEPOMUCENO, A. K. T.; TRINTA, L. B.; DE SOUSA FLOR, L. C.; PEREIRA, M. H. T.; DINIZ, N. S.; FIGUEIREDO, R. B. O uso de enxerto xenógeno associado à fibrina rica em plaqueta no tratamento de fraturas faciais: uma revisão de literatura. *E-Acadêmica*, v. 3, n. 3, p. e0533265-e0533265, 2022.

SCHMITT, Christian M. *et al.* Anorganic bovine bone (ABB) vs. autologous bone (AB) plus ABB in maxillary sinus grafting. A prospective non-randomized clinical and histomorphometrical trial. **Clinical Oral Implants Research**, [S.L.], v. 26, n. 9, p. 1043-1050, 15 abr. 2014.

SHAVIT, E. *et al.* The Use of Tooth Derived Bone Graft Materials in Sinus Augmentation Procedures: a systematic review. **Journal Of Oral And Maxillofacial Research**, v. 10, n. 2, 30 jun. 2019.

SOARDI, C. *et al.* Maxillary Sinus-Floor Augmentation by Porcine-Apatite Xenograft: a prospective case series study. **The International Journal Of Periodontics & Restorative Dentistry**, p. 1-24, 2023.

STEFANO, D. *et al.* Histomorphometric Comparison of Enzyme-Deantigenic Equine Bone and Anorganic Bovine Bone in Sinus Augmentation: a randomized clinical trial with 3-year follow-up. **The International Journal Of Oral & Maxillofacial Implants**, v. 30, n. 5, p. 1161-1167, set. 2015.

WAGNER, F. *et al.* A principal components analysis: how pneumatization and edentulism contribute to maxillary atrophy. **Oral Diseases**, v. 23, n. 1, p. 55-61, 13 set. 2016.