

**Faculdade Sete Lagoas – FACSETE
Escola de Odontologia ABO – RIO CLARO
Especialização em Implantodontia**

OZIAS FERREIRA

**“AUMENTOS ÓSSEOS ALVEOLARES EM IMPLANTODONTIA: REVISÃO DE
LITERATURA”**

**RIO CLARO
2021**

OZIAS FERREIRA

“AUMENTOS ÓSSEOS ALVEOLARES EM IMPLANTODONTIA: REVISÃO DE
LITERATURA”

Monografia apresentada à Faculdade Sete Lagoas
como requisito para obtenção de título de especialista
em Implantodontia.

Orientador: Prof. Ms. Marcelo Rial Dias

RIO CLARO

2021

Ferreira, Ozias

Aumentos ósseos alveolares em implantodontia: revisão de literatura / Ozias Ferreira. – 2021.

28 f.

Orientador: Marcelo Rial Dias.

Monografia (Especialização) – Faculdade Sete Lagoas, 2021.

1. Aumentos ósseos. 2. Implantodontia.

I. Título.

II. Marcelo Rial Dias.

RESUMO

Os implantes dentários são considerados um grande avanço científico no campo da Odontologia, tendo se tornado um dos tratamentos dentários mais populares em todo o mundo. Sabe-se que as características do osso alveolar são importantes determinantes para o sucesso do tratamento com implantes dentais osseointegrados. A reabsorção do osso alveolar constitui um problema significativo para a Odontologia Restauradora e a Implantodontia. A cirurgia reconstrutiva busca a regeneração de defeitos ósseos, sendo necessária sua realização previamente à colocação do implante nesses casos. Esses procedimentos têm como objetivo final aumentar as taxas de sucesso do tratamento com implantes dentais. O desenvolvimento de procedimentos de aumento ósseo permitiu a colocação de implantes dentários em áreas da maxila e da mandíbula que previamente não possuíam uma quantidade de osso suficiente para sua colocação. São diversos os tipos de técnicas disponíveis para conseguir aumentos ósseos no rebordo alveolar e, para a obtenção do melhor resultado no tratamento reabilitador com implantes dentários osseointegrados, é necessário que o cirurgião-dentista entenda a indicação correta e conheça as diferentes técnicas disponíveis. As diversas abordagens para aumentos ósseos em Implantodontia podem ser divididas em: enxertos ósseos, regeneração óssea guiada, divisão/expansão da crista óssea e distração osteogênica. As diversas técnicas disponíveis que objetivam aumentos ósseos possuem diferentes indicações, vantagens e desvantagens. O conhecimento prévio dos variados procedimentos, assim como suas taxas de sucesso, possibilita ao profissional a escolha da melhor técnica a ser empregada em cada caso individual. O objetivo do presente estudo foi realizar uma revisão de literatura a respeito das técnicas para aumentos ósseos aplicadas à Implantodontia, bem como suas indicações, contraindicações, vantagens e desvantagens. Pode-se concluir que as diversas técnicas atualmente disponíveis, cada qual com suas indicações e limitações, possibilitam sucesso no aumento ósseo para posterior reabilitação com implantes dentais osseointegrados, com excelentes taxas de sobrevivência dos mesmos.

Palavras-chave: osso alveolar, aumentos ósseos, implantes dentais.

ABSTRACT

Dental implants are considered a major scientific breakthrough in the field of Dentistry, having become one of the most popular dental treatments worldwide. It is known that the characteristics of the alveolar bone are an important determinant for the success of treatment with osseointegrated dental implants. The resorption of the alveolar bone is a significant problem for Restorative Dentistry and Implantology. Reconstructive surgery seeks the regeneration of bone defects, and it is necessary to perform it before placing the implant in these cases. These procedures have the final objective of increasing the success rates of treatment with dental implants. The development of bone augmentation procedures allowed the placement of dental implants in areas of the maxilla and the mandible that previously did not have a sufficient amount of bone for their placement. There are several types of techniques available to achieve bone increases in the alveolar ridge and, in order to obtain the best result in the rehabilitation treatment with osseointegrated dental implants, it is necessary that the dentist understands the correct indication and knows the different techniques available. The different approaches to bone augmentation in Implantology can be divided into: bone grafts, guided bone regeneration, division / expansion of the bone crest and osteogenic distraction. The various techniques available that aim at bone augmentation have different indications, advantages and disadvantages. Prior knowledge of the various procedures, as well as their success rates, allows the professional to choose the best technique to be employed in each individual case. The aim of the present study was to perform a literature review on the techniques for bone augmentation applied to Implantology, as well as their indications, contraindications, advantages and disadvantages. It can be concluded that the various techniques currently available, each with its indications and limitations, enable success in bone augmentation for subsequent rehabilitation with osseointegrated dental implants, with excellent survival rates.

Keywords: alveolar bone, bone augmentation, dental implants.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. PROPOSIÇÃO	10
3. REVISÃO DE LITERATURA	11
3.1. Enxertos ósseos	12
3.1.1. Osso autólogo.....	13
3.1.2. Aloenxerto.....	14
3.1.3. Xenoenxerto	14
3.1.4. Materiais aloplásticos.....	14
3.2. Regeneração óssea guiada	15
3.3. Divisão/expansão da crista óssea	16
3.4. Distração osteogênica	18
4. DISCUSSÃO	21
5. CONCLUSÃO	24
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

1. INTRODUÇÃO

A perda dental é considerada a alteração estrutural mais grave que acontece na cavidade oral (Ejiri et al., 2006). A colocação de implantes dentários constitui uma importante ferramenta para a reabilitação oral, sendo aceita como uma abordagem promissora para substituir um único dente ou vários dentes adjacentes ausentes, ou até mesmo para apoiar uma prótese removível (Wang et al., 2013; Kadkhodazadeh et al., 2021).

Os implantes orais osseointegrados têm demonstrado um bom desempenho clínico e são atualmente considerados indispensáveis na prática clínica odontológica (Albrektsson et al., 2017; Salmen et al., 2017; Albrektsson e Wennerberg, 2019; Alghamdi e Jansen, 2020). A osseointegração é definida como uma reação de corpo estranho em que há a formação de osso interfacial como uma resposta de defesa para proteger o implante dos tecidos (Albrektsson et al., 2017). Dada a estabilidade adequada, o tecido ósseo é formado em torno dos implantes de titânio e, assim, há um contato direto entre osso e implante a nível microscópico (Albrektsson e Wennerberg, 2019; Doonquah et al., 2021).

O tecido ósseo é dinâmico e sofre contínua adaptação. Isso se dá através da remodelação óssea, processo que abrange a reabsorção e a formação óssea, e que possibilita o reparo de danos ao osso e a manutenção da homeostase mineral (Raggatt e Partridge, 2010). Consiste em um evento coordenado que requer atividades sincronizadas dos osteoblastos, que atuam na formação óssea, e dos osteoclastos, que atuam na reabsorção óssea (Wang et al., 2013).

A reabsorção do osso alveolar constitui um problema significativo para a Odontologia Restauradora e a Implantodontia. Ela é comprovadamente uma consequência inevitável da perda dental, podendo prejudicar o tratamento com implantes dentários, uma vez que para que este tratamento obtenha resultados satisfatórios, faz-se necessária a presença de altura e espessura adequadas de osso alveolar (Wang et al., 2013; Martínez Álvarez et al., 2018; Urban e Monje, 2019). Condições ósseas comprometidas promovem a falha do implante (Alghamdi e Jansen, 2020). Além disso, a perda progressiva do osso alveolar tende a prejudicar a estabilidade da prótese e pode criar problemas graves de natureza funcional e psicossocial ao paciente (Brånemark, 1983).

A cirurgia reconstrutiva é necessária antes da colocação do implante para regenerar defeitos ósseos (Ra e Wo, 2021). A fim de permitir a estabilidade e a colocação ideal do implante, inúmeras técnicas e modificações foram propostas, condicionadas ao cenário clínico envolvido (Urban e Monje, 2019). A busca por diferentes materiais e técnicas clínicas visando aumentos ósseos constitui um importante campo de estudo em Odontologia. A avaliação objetiva das propriedades dos diferentes biomateriais e dos fatores que influenciam o reparo ósseo em geral e na interface tecido ósseo-implante é essencial para o sucesso clínico de um implante (Benic e Hämmerle, 2014; Martínez Álvarez et al., 2018; Guglielmotti et al., 2019).

A engenharia de tecido ósseo se mostra promissora em fornecer um meio de recuperar o volume ósseo, incluindo ganhos de altura óssea vertical, e melhorar os resultados de sucesso dos implantes dentários (Wen et al., 2015; Tolstunov et al., 2019). As pesquisas nesse campo de estudo se concentram no desenvolvimento de novos procedimentos e materiais que visam reparar, substituir, manter ou otimizar o funcionamento de órgãos ou tecidos danificados (Guglielmotti et al., 2019).

A regeneração óssea guiada usando membranas de barreira e enxertos ósseos é uma técnica previsível para o aumento ósseo antes da colocação de implantes dentários, possibilitando aumento da maxila reabsorvida ou de cristas mandibulares horizontalmente deficientes (Mendoza-Azpur et al., 2019; Tolstunov et al., 2019). Ela tem como objetivo promover a proliferação de células osteoblásticas e, assim, favorecer a formação de tecido ósseo (Ra e Wo, 2021). É considerada um procedimento viável para recuperar o aparato de suporte de um dente ou promover um adequado ambiente para implantes dentários osseointegrados (Needleman et al., 2005; Lei et al., 2019).

O mecanismo da utilização de enxertos se divide em dois objetivos: (1) preservação de osso, ou (2) aumento ósseo. Ambos os métodos são realizados na intenção de prevenir ou corrigir a deficiência óssea, para manter ou recriar o ambiente ósseo necessário para a colocação do implante dentário (Tolstunov et al., 2019). Segundo Tolstunov e colaboradores (2019), a técnica para preservação de osso é realizada logo após uma exodontia, visando minimizar ao máximo a reabsorção óssea que sucede o procedimento. Em relação à técnica de aumento ósseo é comumente aplicada em casos de espaços edêntulos em que há a presença de osso alveolar deficiente (Tolstunov et al., 2019). Os substitutos ósseos, incluindo aloenxertos,

xenoenxertos e aloplastos, têm sido usados com sucesso como alternativas aos enxertos ósseos autógenos em procedimentos de aumento ósseo (Khojasteh et al., 2012).

Tradicionalmente, o uso de enxertos autógenos em bloco era descrito como o padrão ouro para a reconstrução horizontal e/ou vertical de espaços edêntulos (Ra e Wo, 2021). Contudo, avanços em biomateriais e diferentes procedimentos clínicos levaram à inclusão da regeneração óssea guiada como uma medida potencial em casos desafiadores (Urban e Monje, 2019). Seu mecanismo consiste em evitar a migração de células indesejadas por meio da adaptação de uma membrana barreira à área em que se pretende reconstruir (Urban e Monje, 2019). O fechamento da ferida primária, a angiogênese, a manutenção do espaço e a estabilidade da ferida são considerados princípios básicos da regeneração óssea guiada (Tolstunov et al., 2019).

São diversos os tipos de técnicas disponíveis para conseguir aumentos ósseos no rebordo alveolar. Para a tomada de decisão a respeito do tipo de técnica de enxerto ósseo ou de regeneração óssea guiada que deve ser usado para qualquer paciente que necessite de tratamento com implante, ao menos três fatores devem ser ponderados, sendo eles: (1) a saúde do paciente, tanto oral quanto sistêmica; (2) o tamanho e morfologia do defeito ósseo; e (3) o plano final de tratamento protético para o paciente (Tolstunov et al., 2019). Pacientes clinicamente frágeis frequentemente são tratados com barreiras bioabsorvíveis e aloenxerto particulado, já que essa abordagem exige menos tempo cirúrgico com menos potencial morbidade pós-cirúrgica (Tolstunov et al., 2019). A principal vantagem no uso de membranas reabsorvíveis consiste na desnecessidade de um segundo procedimento para sua retirada (Sheikh et al., 2017). Além disso, o uso de substitutos ósseos pode eliminar a necessidade de procedimentos cirúrgicos adicionais para colher osso autógeno (Mendoza-Azpur et al., 2019).

2. PROPOSIÇÃO

Visto que as abordagens clínicas para melhorar as condições ósseas para a colocação de implantes atualmente existentes são bastante variadas, torna-se necessário que o cirurgião-dentista as conheça para que possa determinar qual a melhor conduta a ser implementada a cada paciente individualmente.

Nesse sentido, o objetivo do presente trabalho foi realizar uma revisão de literatura a respeito das técnicas para aumentos ósseos aplicadas à Implantodontia, bem como suas indicações, contraindicações, vantagens e desvantagens.

3. REVISÃO DE LITERATURA

Sabe-se que as características do osso alveolar são importantes determinantes para o sucesso do tratamento com implantes dentais osseointegrados (Wang et al., 2013; Benic e Hämmerle, 2014; Salmen et al., 2017; Martínez Álvarez et al., 2018; Urban e Monje, 2019; Alghamdi e Jansen, 2020; Doonquah et al., 2021). A espessura insuficiente do rebordo alveolar após a perda dental leva a desafios em diferentes situações clínicas. O volume ósseo adequado permite a colocação do implante com uma boa estabilidade primária e em sua posição ideal, o que leva a uma função mastigatória otimizada e resultados estéticos satisfatórios (Salmen et al., 2017; Doan e Le, 2020; Doonquah et al., 2021).

Assim, uma variedade de técnicas e tratamentos são propostos com o objetivo de preservação do osso alveolar imediatamente após a perda de um dente, assim como aumento do osso alveolar em espaços edêntulos, afim de aumentar a disponibilidade óssea previamente à colocação de implantes dentários (Benic e Hämmerle, 2014; Tolstunov et al., 2019; Doan e Le, 2020). Esses procedimentos que visam aumentos ósseos têm o objetivo final de aumentar as taxas de sucesso do tratamento com implantes dentais (Salmen et al., 2017; Martínez Álvarez et al., 2018).

Diversos tipos de biomateriais que buscam a regeneração óssea têm sido avaliados, e a escolha do biomaterial depende principalmente de suas características e local de aplicação (Martínez Álvarez et al., 2018). Quando da colocação de um biomaterial visando preservação ou aumento ósseo alveolar, grande parte da osseointegração do implante acontece na zona do biomaterial (Maitre et al., 2020).

A osseointegração em Odontologia clínica depende da compreensão das capacidades de cicatrização e reparação dos tecidos duros e moles. Tal resposta deve ser altamente diferenciada e organizada de acordo com as demandas funcionais (Brånemark, 1983). A regulação da função celular é a chave para a formação óssea em superfícies de implantes (Sartori et al., 2019). As células-tronco mesenquimais são células multipotentes e podem se diferenciar em várias linhagens, como osteoblastos, condroblastos, adipócitos, miócitos e células de tendões. Após a colocação do implante, sua superfície é povoada com células mesenquimais relativamente imaturas e, em seguida, uma série de eventos acontecem na região em que o implante foi posicionado, convergindo para osteoindução e osteogênese, que posteriormente influenciarão na osseointegração (Sartori et al., 2019).

Os biomateriais que são desenvolvidos e utilizados no campo da engenharia de tecido ósseo necessitam apresentar determinadas características, como serem biocompatíveis, osteoindutivos, osteocondutores, osteopromotores, porosos e mecanicamente compatíveis com o osso hospedeiro. Os biomateriais estão intimamente relacionados ao mecanismo de osseointegração, uma vez que fornecem locais para ancoragem celular, e servem como um guia estrutural, oferecendo uma interface apropriada para remodelar a matriz óssea, permitindo a integração com o tecido do hospedeiro (Guglielmotti et al., 2019).

As diversas abordagens para aumentos ósseos em Implantodontia podem ser divididas em: enxertos ósseos, regeneração óssea guiada, divisão/expansão da crista óssea e distração osteogênica.

3.1. Enxertos ósseos

Os enxertos são fundamentais para a regeneração e o reparo do tecido ósseo. O objetivo da utilização dos enxertos ósseos na região craniofacial é restaurar e preservar a forma e a função óssea (Doonquah et al., 2021). A literatura relata que o uso dos enxertos para atingir aumentos ósseos em rebordos alveolares atróficos é um procedimento efetivo, possibilitando a colocação de implantes dentais osseointegrados e, posteriormente, o tratamento com próteses dentais implantossuportadas (Martínez Álvarez et al., 2018).

Para que a colocação do implante em uma área enxertada seja bem sucedida, é necessário que o enxerto previamente realizado atinja os objetivos esperados, ou seja, que haja a correção das deficiências ósseas (Salmen et al., 2017). O resultado satisfatório de um enxerto é avaliado pelo seu potencial de resistir a tensões e deformações mecânicas a que é submetido, além de haver revascularização e substituição por osso do hospedeiro sem que seja observada uma reabsorção óssea significativa (Del Fabbro et al., 2008). Segundo um estudo de Salmen e colaboradores (2017), os implantes inseridos em áreas enxertadas apresentam uma taxa de sucesso que varia de 60 a 100%.

Os tipos de enxertos podem ser classificados em: osso autólogo, aloenxerto, xenoenxerto e materiais aloplásticos (Martínez Álvarez et al., 2018).

3.1.1. Osso autólogo

Um enxerto com osso autólogo é caracterizado pelo transplante de um fragmento ósseo de um indivíduo para si mesmo, ou seja, o indivíduo doador é também o receptor. Os enxertos ósseos autólogos são geralmente considerados uma das melhores opções dentre os materiais utilizados para aumentos ósseos, uma vez que apresentam excelentes resultados (Martínez Álvarez et al., 2018; Doonquah et al., 2021). Eles possuem todas as propriedades ideais do enxerto, as quais são: propriedades osteogênicas, osteocondutoras e osteoindutoras, além de apresentarem uma rápida recuperação (Hallman e Thor, 2000; de Souza et al., 2020; Doonquah et al., 2021).

Após a exposição cirúrgica e a retirada de qualquer irregularidade do rebordo residual da região em que será realizado um enxerto ósseo, os blocos de osso autólogo, utilizados isoladamente ou associados a osso particulado e substitutos ósseos, são estabilizados por meio de pequenos parafusos ósseos (Martínez Álvarez et al., 2018).

De acordo com Martínez Álvarez e colaboradores (2018), apesar do desenvolvimento de novos biomateriais, o osso autólogo continua sendo considerado o padrão ouro em procedimentos de aumento ósseo, principalmente devido às suas características osteoindutoras e não imunogênicas.

O aumento ósseo com enxertos ósseos autólogos instalados como um bloco representa uma técnica versátil no momento de sua colocação, porém a morbidade envolvida na necessidade de um segundo sítio cirúrgico prevalece como uma desvantagem (Maitre et al., 2020). Além disso, são apontadas como desvantagens desta técnica a necessidade de anestesia geral quando o sítio doador está localizado em uma região extraoral, e o maior tempo cirúrgico (Martínez Álvarez et al., 2018). Outras limitações citadas são a rápida revascularização e reabsorção do material, o que exige uma rápida inserção do implante, e complicações relacionadas ao local doador, como infecção, sangramento, dor, edema, danos aos nervos e vasos sanguíneos. Ainda, a disponibilidade limitada do enxerto também é descrita como uma desvantagem desta técnica (Nkenke et al., 2004; Barone et al., 2011; de Souza et al., 2020).

3.1.2. Aloenxerto

Os aloenxertos são aqueles provenientes de tecido ósseo de um indivíduo da mesma espécie que o indivíduo receptor. Esse tipo de enxerto apresenta propriedades osteocondutoras, o que estimula a formação óssea (Martínez Álvarez et al., 2018; Doonquah et al., 2021).

Como vantagem desse tipo de enxerto, tem-se que os bancos de osso permitem o acesso a uma quantidade ilimitada de osso sem a necessidade de exposição do paciente à morbidade de sua extração (Wei et al., 2015; Martínez Álvarez et al., 2018; Doonquah et al., 2021). Além disso, são tidas como vantagens da técnica com aloenxertos a disponibilidade imediata, armazenamento por longos períodos e, ainda, a possibilidade de aquisição de tamanhos, formas e quantidades adequadas de enxerto (Wei et al., 2015). Apesar disso, o potencial de transmissão de doenças e a resposta antigênica são descritas como desvantagens dos aloenxertos (Wei et al., 2015).

3.1.3. Xenoenxerto

Quando o material utilizado para o enxerto é derivado de uma espécie diferente do receptor, temos o xenoenxerto (Hallman e Thor, 2000). Os xenoenxertos são biocompatíveis e possuem características osteocondutoras. Sendo assim, eles favorecem a angiogênese no local do enxerto, a migração e diferenciação celular e, conseqüentemente, a formação de osso em um ambiente favorável para isso (Nannmark e Sennerby, 2008). Os mais utilizados atualmente são aqueles derivados de osso bovino, suíno e equino, sendo que, dentre esses, o mais utilizado e relatado na literatura, e que possui um maior suporte científico, é o derivado de osso bovino (Nannmark e Sennerby, 2008; Scarano et al., 2016; Martínez Álvarez et al., 2018).

Quando se trata dos xenoenxertos, uma vantagem bastante relevante é o fato de não possibilitarem a transmissão de doenças, uma vez que os enxertos passam pelo processo de esterilização (Martínez Álvarez et al., 2018).

3.1.4. Materiais aloplásticos

Os materiais aloplásticos são aqueles de natureza inerte (inorgânica). São materiais sintéticos que possuem propriedades osteocondutoras (Martínez Álvarez et al., 2018). Existe uma grande variedade de materiais, biocerâmicas e cristais bioativos que são empregados para aumentos ósseos, e esses variados materiais se diferem

em composição, estrutura, propriedades mecânicas e biológicas (Aichelmann-Reidy et al., 2004). Os mais comercializados são os cristais bioativos, incluindo beta fosfato tricálcico (β -TCP) e hidroxiapatita (HA) (Martínez Álvarez et al., 2018).

Um estudo de Maitre e colaboradores (2020) mostrou que o aumento ósseo horizontal usando hidroxiapatita (HA) e proteína morfogenética óssea (rhBMP-2) é uma técnica eficiente para defeitos ósseos únicos na região anterior da maxila. A proteína morfogenética óssea é um fator de crescimento que oferece a vantagem de ser um poderoso osteoindutor (Maitre et al., 2020).

3.2. Regeneração óssea guiada

O procedimento de regeneração óssea guiada, embora menos frequentemente aplicado a grandes defeitos atróficos, ainda tem um lugar no manejo da crista totalmente edêntula (Doonquah et al., 2021). A técnica se baseia em uma concha excessivamente rígida para manter o contorno da crista desejada, enquanto permite que uma variedade de materiais osteogênicos regenere o osso abaixo (Doonquah et al., 2021). A manutenção do espaço é um pré-requisito para que a regeneração óssea guiada seja bem-sucedida (Kadkhodazadeh et al., 2021). De acordo com a extensão e o tipo de defeito ósseo, a regeneração óssea guiada pode ser realizada utilizando partículas ósseas autógenas ou substitutos ósseos não autógenos em associação com membranas reabsorvíveis ou não reabsorvíveis, ou ainda com telas de titânio (Benic e Hämmerle, 2014; Chiapasco et al., 2021).

A regeneração óssea guiada demonstrou resultados previsíveis no aumento ósseo lateral e sucesso do implante a longo prazo (Doan e Le, 2020). Materiais aloplásticos com técnicas de regeneração óssea guiada são úteis para pequenos defeitos ósseos, especialmente no plano horizontal, mas geralmente limitados no plano vertical (Doonquah et al., 2021). O novo osso acomoda prontamente os implantes que, por sua vez, ajudam a mantê-lo. Os implantes colocados no osso recém-regenerado têm taxas de sucesso comparáveis aos implantes colocados em cristas não reconstruídas (Doonquah et al., 2021).

Doan e Le (2020) mostraram em seu estudo que a técnica de sustentação, que combina a utilização de uma membrana de colágeno reabsorvível e osso bovino com parafusos de sustentação, representa uma abordagem eficaz para aumentar a dimensão horizontal do rebordo alveolar, oferecendo fácil manipulação e baixos

índices de complicações pós operatórias, facilitando a colocação do implante em seguida. Com essa técnica, não houve registro de exposição da membrana nem infecção nos locais do enxerto durante oito meses de acompanhamento. Todos os parafusos foram removidos com sucesso dos locais do enxerto e não ocorreu fratura da parede óssea. Além disso, a morbidade do tratamento foi reduzida pelo fato de ter sido utilizado o material Bio-Oss como material exclusivo para o enxerto, evitando a coleta de osso autógeno de um segundo sítio cirúrgico. De acordo com os autores, todos os implantes foram inseridos com boa estabilidade primária (Doan e Le, 2020).

De acordo com Benic e Hämmerle (2014), as membranas reabsorvíveis são preferidas para o tratamento de defeitos ósseos horizontais em comparação às membranas não reabsorvíveis. Isso acontece devido à não necessidade de cirurgia adicional para a remoção da membrana; eliminação da exposição do osso regenerado; melhor relação custo-benefício; e diminuição da morbidade do paciente (Benic e Hämmerle, 2014).

Um estudo de Chiapasco e colaboradores (2021) avaliou os resultados da regeneração óssea guiada de cristas edêntulas atróficas com telas de titânio. As telas de titânio foram preenchidas com fragmentos de osso autógeno e mineral de osso bovino em 49 pacientes que apresentaram 53 locais atróficos. Os autores concluíram que as telas de titânio personalizadas também podem ser uma ferramenta confiável para a regeneração óssea guiada de locais severamente atróficos, uma vez que a taxa de sobrevivência dos implantes foi de 100% (Chiapasco et al., 2021).

3.3. Divisão/expansão da crista óssea

A técnica de expansão cirúrgica da crista óssea, consiste da realização de osteotomias horizontais e verticais destinadas a separar as corticais ósseas vestibular e lingual, criando um espaço para a instalação simultânea de implantes e introdução de biomateriais (Filho e Araújo, 2007). A lacuna criada ossifica espontaneamente com rápida vascularização e remodelação óssea, seguindo um mecanismo semelhante ao que ocorre nas fraturas; permitindo uma consolidação entre as lâminas ósseas do alvéolo, que parece resistir às demandas biomecânicas da carga funcional (Falcón-Guerrero, 2019). A taxa de sobrevivência de implantes instalados em locais onde foi realizada a técnica de expansão da crista óssea varia de 93 a 100% (Garcez-Filho et al., 2015; Bruschi et al., 2017).

Falcón-Guerrero (2019) ponderou em seu estudo a respeito da necessidade ou não de colocar um preenchimento ósseo no espaço formado pela separação das corticais ósseas. Segundo o autor, ainda não se sabe claramente se a presença do enxerto entre as corticais facilita a integração óssea ou impede a mesma de acontecer.

Defeitos alveolares horizontais moderados, e que apresentem espessura remanescente em torno de 3,0 mm, podem ser tratados com procedimentos de divisão de crista, com ou sem enxertos interposicionados (Agabiti e Botticelli, 2017; Falcón-Guerrero, 2019; Doonquah et al., 2021). A recomendação da presença de 3,0 mm de espessura na crista óssea se dá pelo fato de que a medula óssea é mais flexível e vascularizada, muito mais fácil de se expandir, com menor tendência a fraturas e mais fácil revascularização no pós-operatório (Agabiti e Botticelli, 2017). De acordo com de Souza e colaboradores (2020), casos com remanescentes menores que 3,0 mm tendem a ser altamente corticalizados, apresentando pouca ou nenhuma estrutura da medula óssea, o que dificulta a expansão da crista óssea e facilita a ocorrência de fratura. Nesses casos é preferível o uso de enxertos autógenos em bloco ou enxertos autógenos particulados associados a técnicas de malha de titânio ou semelhantes (de Souza et al., 2020).

Um estudo realizado por de Souza e colaboradores (2020) mostrou que a técnica de expansão da crista óssea é factível e previsível, proporciona um aumento significativo na espessura do rebordo, não apresenta complicações, permite um alto percentual de sobrevida de implantes colocados nessas regiões e, ainda, possibilita uma redução do tempo e da morbidade decorrentes do tratamento. Deliberador e colaboradores (2017) mostraram em seu estudo que a técnica de expansão da crista óssea seguida da colocação imediata de implantes e enxerto ósseo alogênico particulado mostrou-se eficaz, com osseointegração previsível. No entanto, ressaltaram que essa técnica visa apenas o ganho ósseo horizontal. Para o aumento da crista vertical, outras técnicas são necessárias (Deliberador et al., 2017).

Hu e colaboradores (2018) apresentaram em seu estudo uma técnica com três etapas para a realização da expansão da crista óssea e colocação de implantes dentais osseointegrados. De acordo com os autores, a técnica de expansão da crista normalmente é realizada simultaneamente à colocação dos implantes para possibilitar o encurtamento do tempo de tratamento. Entretanto, foi apontado que o risco de fratura do segmento osteotomizado é aumentado na mandíbula, uma vez que o osso mandibular possui um osso cortical mais rígido e mais espesso (Hu et al., 2018). Além

disso, também apresentaram diversas complicações relacionadas à colocação dos implantes simultaneamente à realização da expansão da crista óssea, o que justificaria a sua realização em três etapas, como a falta de estabilidade inicial aos implantes, fratura do segmento ósseo vestibular e fixação comprometida do implante (Hu et al., 2018).

As vantagens descritas a respeito da expansão da crista óssea são o fato de permitir a instalação de implantes na mesma cirurgia, diminuindo o número de procedimentos cirúrgicos e o tempo de tratamento dos pacientes; e, principalmente, o fato de não necessitar de área doadora para retirada dos enxertos, o que diminui a morbidade e o índice de complicações para os pacientes (Figliuzzi et al., 2016; Bassetti et al., 2016; Deliberador et al., 2017; Falcón-Guerrero, 2019). As taxas de complicações associadas ao procedimento são baixas (de Souza et al., 2020).

Como desvantagem, temos que a divisão da crista pode levar a fraturas da parede óssea vestibular, que afetam negativamente a estabilidade primária do implante e o eixo do implante em algumas situações (Falcón-Guerrero, 2019; Doan e Le, 2020).

3.4. Distração osteogênica

A distração osteogênica alveolar é uma técnica por meio da qual ocorre a formação de novo osso entre segmentos ósseos que são gradualmente separados por tração incremental (Dinse e Burnett, 2008; Marcantonio et al., 2019). O osso é seccionado inicialmente por osteotomia e o processo de separação é controlado por um dispositivo osteodistrator (Pérez-Sayáns et al., 2013).

Ela é altamente recomendável quando a deficiência óssea vertical é avançada (Queiroz et al., 2016; Doonquah et al., 2021). É considerada um procedimento promissor para aumento ósseo, sendo utilizada para aumentos verticais de 5 mm ou maiores do que 5 mm (Marcantonio et al., 2019; Doonquah et al., 2021). Ela permite o aumento dos tecidos duros e moles simultaneamente, entretanto apresenta limitações quando da necessidade de correção de defeitos verticais e horizontais simultaneamente (Chiapasco et al., 2004; Marcantonio et al., 2019; Doonquah et al., 2021).

O uso da distração osteogênica alveolar tem atingido sucesso quando aplicada a defeitos ósseos extensos, como edentulismo total ou parcial (Chiapasco et al.,

2004). Marcantonio e colaboradores (2019) relataram em seu estudo que essa técnica, quando utilizada para aumentar o rebordo alveolar, foi eficaz e garantiu a reabilitação com implantes dentários em posição correta, com menor morbidade cirúrgica, baixo risco de infecção e menor reabsorção óssea quando comparada a outras técnicas. Além disso, um estudo de Pérez-Sayáns e colaboradores (2013) mostrou que os implantes colocados em áreas distraídas apresentaram uma taxa de sobrevivência de 100%.

Um estudo conduzido em 37 pacientes que apresentavam cristas edêntulas verticalmente deficientes buscou avaliar o uso da distração osteogênica vertical na correção destes defeitos, além de avaliar se o osso vertical ganho através da distração osteogênica foi mantido ao longo do tempo quando os implantes dentários foram colocados nas áreas distraídas (Chiapasco et al., 2004). Os autores utilizaram distratores alveolares intraorais e concluíram que a distração osteogênica é uma técnica confiável para esse tipo de situação clínica. O osso regenerado parecia suportar as demandas funcionais de carregamento do implante e, assim, obtiveram uma taxa de sobrevivência dos implantes de 100% (Chiapasco et al., 2004).

Como vantagens dessa técnica, pode-se considerar uma menor reabsorção no pós-operatório, menor morbidade cirúrgica e risco de complicações; baixos índices de infecção, diminuição da reabsorção óssea e curto período de consolidação óssea, acelerando a finalização do tratamento (Marcantonio et al., 2019). Além disso, de acordo com Chiapasco e colaboradores (2004), os resultados obtidos com implantes colocados em um tecido gerado pela distração osteogênica são comparáveis aos resultados obtidos em casos de colocação de implante em osso alveolar residual.

Segundo Chiapasco e colaboradores (2004), a distração osteogênica apresenta algumas vantagens em comparação com os enxertos ósseos. Essa técnica fornece a oportunidade de obtenção de uma formação natural de osso entre o segmento distraído e o osso basal em um período de tempo relativamente curto; elimina a necessidade de um segundo sítio cirúrgico para remoção de osso e requer menos tempo de operação. A recuperação pós-operatória geralmente é favorável. O osso regenerado parece suportar bem as demandas biomecânicas do carregamento do implante (Chiapasco et al., 2004). Ainda, em comparação à regeneração óssea guiada, a distração osteogênica parece apresentar melhores ganhos quando ambas as técnicas são avaliadas em defeitos verticais (Chiapasco et al., 2004).

As desvantagens da abordagem da distração osteogênica estão relacionadas à dificuldade de execução da técnica em si e ao aspecto não estético do dispositivo osteodistrator (Marcantonio et al., 2019).

4. DISCUSSÃO

Os implantes dentários são considerados um grande avanço científico no campo da Odontologia, tendo se tornado um dos tratamentos dentários mais populares em todo o mundo (Kadkhodazadeh et al., 2021). A perda dentária geralmente está associada à perda de estrutura óssea (Tunkel et al., 2020). Além disso, regiões da maxila e da mandíbula que apresentam defeitos ósseos ou volume insuficiente ocorrem como resultado de defeitos congênitos, pós-traumáticos ou pós-cirúrgicos, ou podem ser causados por processos de doença (Benic e Hämmerle, 2014). A altura insuficiente das cristas alveolares residuais frequentemente representa um impedimento para a colocação de implantes (Pérez-Sayáns et al., 2013). Em caso de defeitos ósseos graves de cristas edêntulas, a colocação do implante pode se apresentar incompatível com um resultado protético desejável do ponto de vista funcional e/ou estético (Benic e Hämmerle, 2014; Chiapasco et al., 2021).

O desenvolvimento de procedimentos de aumento ósseo permitiu a colocação de implantes dentários em áreas da maxila e da mandíbula que previamente não possuíam uma quantidade de osso suficiente para sua colocação (Benic e Hämmerle, 2014). A capacidade de prever a necessidade de aumento ósseo é fundamental para os cirurgiões-dentistas e também para os pacientes (Roccuzzo et al., 2021). Assim, as indicações dos implantes podem ser ampliadas, incluindo regiões com defeitos ósseos e com anatomia óssea desfavorável para sua ancoragem do implante (Benic e Hämmerle, 2014).

Para a obtenção do melhor resultado no tratamento reabilitador com implantes dentários osseointegrados é necessário que o cirurgião-dentista entenda a indicação correta e conheça as diferentes técnicas para aumentos ósseos. Há um número crescente de diferentes materiais que podem ser usados em procedimentos de aumento ósseo (Benic e Hämmerle, 2014). A decisão da realização de um aumento ósseo e a escolha da técnica a ser empregada depende do tipo de defeito ósseo, e a escolha do biomaterial utilizado se baseia principalmente de suas características e local em que será aplicado (Martínez Álvarez et al., 2018). A análise da situação do paciente, identificando o objetivo do tratamento e avaliando os riscos envolvidos, leva à escolha das técnicas e dos materiais (Benic e Hämmerle, 2014).

As diversas técnicas disponíveis que objetivam aumentos ósseos possuem diferentes indicações, vantagens e desvantagens. O conhecimento prévio dos variados procedimentos, assim como suas taxas de sucesso, possibilita ao profissional a escolha da melhor técnica a ser empregada em cada caso individual.

Os enxertos ósseos são versáteis e apresentam numerosas indicações, podendo ser empregados em diferentes tipos de defeitos ósseos (Maitre et al., 2020). Apesar do aumento das possibilidades de biomateriais, o osso autólogo ainda é considerado o padrão ouro quando se trata de aumentos ósseos (Martínez Álvarez et al., 2018). Os implantes inseridos em áreas enxertadas apresentam uma taxa de sucesso que varia de 60 a 100% (Salmen et al., 2017).

O procedimento de regeneração óssea guiada é menos frequentemente indicado em casos de grandes defeitos atróficos, porém pode ser empregado no manejo da crista totalmente edêntula (Doonquah et al., 2021). Pode, ainda, ser empregada para aumentos ósseos laterais e para pequenos defeitos ósseos, especialmente no plano horizontal (Doan e Le, 2020; Doonquah et al., 2021). Os implantes fixados em locais de emprego da regeneração óssea guiada têm taxas de sucesso comparáveis aos implantes colocados em regiões não reconstruídas (Doonquah et al., 2021).

A divisão/expansão da crista óssea pode ser empregada no tratamento de defeitos alveolares horizontais moderados, e que apresentem espessura remanescente em torno de 3,0 mm (Agabiti e Botticelli, 2017; Falcón-Guerrero, 2019; Doonquah et al., 2021). A sobrevivência de implantes instalados em locais onde foi realizada a técnica de expansão da crista óssea varia de 93 a 100% (Garcez-Filho et al., 2015; Bruschi et al., 2017).

Em relação à distração osteogênica, é uma técnica recomendada quando da avançada deficiência óssea vertical, de 5mm ou até maiores, e ainda em casos de defeitos ósseos extensos, como edentulismo total ou parcial (Chiapasco et al., 2004; Queiroz et al., 2016; Marcantonio et al., 2019; Doonquah et al., 2021). Ela permite o aumento dos tecidos duros e moles simultaneamente, entretanto não é utilizada na correção de defeitos verticais e horizontais simultaneamente (Chiapasco et al., 2004; Marcantonio et al., 2019; Doonquah et al., 2021). Estudos mostraram que os implantes colocados em áreas distraídas apresentaram uma taxa de sobrevivência de 100% (Chiapasco et al., 2004; Pérez-Sayáns et al., 2013).

A eficácia da terapia com implantes pode ser quantificada analisando a manutenção da osseointegração quando os implantes são submetidos a uma carga funcional de longo prazo (Pérez-Sayáns et al., 2013). Assim, pode-se concluir que as diversas técnicas atualmente disponíveis, cada qual com suas indicações e limitações, possibilitam sucesso no aumento ósseo para posterior reabilitação com implantes dentais osseointegrados, com excelentes taxas de sobrevivência dos mesmos.

5. CONCLUSÃO

Este trabalho de revisão de literatura mostrou que atualmente existem diversas técnicas para aumentos ósseos em Implantodontia. Isso favorece um aumento dos casos em que são possíveis o tratamento reabilitador com implantes dentais osseointegrados e próteses dentais implantossuportadas.

A decisão da realização de um procedimento para aumento ósseo, a escolha da técnica a ser empregada, bem como do biomaterial a ser utilizado, é de responsabilidade do profissional. Assim, faz-se necessário ao cirurgião-dentista o conhecimento das diferentes abordagens, além de suas indicações, contraindicações, vantagens e desvantagens.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) AGABITI, I.; BOTTICELLI, D. Two-stage ridge split at narrow alveolar mandibular bone ridges. **J Oral Maxillofac Surg**, v. 75, n. 10, p. 2115.e1–2115.e12, oct. 2017.
- (2) AICHELMANN-REIDY, M.E.; HEATH, C.D.; REYNOLDS, M.A. Clinical evaluation of calcium sulfate in combination with demineralized freeze-dried bone allograft for the treatment of human intraosseous defects. **J Periodontol**, v. 75, n. 3, p. 340-7, mar. 2004.
- (3) ALBREKTSSON, T.; CHRCANOVIC, B.; JACOBSSON, M.; WENNERBERG, A. Osseointegration of implants—a biological and clinical overview. **JSM Dent Surg**, v. 2, p. 1- 6, jun. 2017.
- (4) ALBREKTSSON, T.; WENNERBERG, A. On osseointegration in relation to implant surfaces. **Clin Implant Dent Relat Res**, v. 1, p. 4-7, mar. 2019.
- (5) ALGHAMDI, H. S.; JANSEN, J. A. The development and future of dental implants. **Dent Mater J**, v. 39, n. 2, p. 167-172, mar. 2020.
- (6) BARONE, A.; RICCI, M.; MANGANO, F.; COVANI, U. Morbidity associated with iliac crest harvesting in the treatment of maxillary and mandibular atrophies: a 10-year analysis. **J Oral Maxillofac Surg**, v. 69, n. 9, p. 2298-304, sep. 2011.
- (7) BASSETTI, M.A.; BASSETTI, R.G.; BOSSHARDT, D.D. The alveolar ridge splitting/expansion technique: a systematic review. **Clin Oral Implants Res**, v. 27, n. 3, p. 310–324. mar. 2016.
- (8) BENIC, G.I.; HÄMMERLE, C.H. Horizontal bone augmentation by means of guided bone regeneration. **Periodontol 2000**, v. 66, n. 1, p. 13-40, oct. 2014.
- (9) BRÅNEMARK, P. I. Osseointegration and its experimental background. **J Prosthet Dent**, v. 50, n. 3, p. 399-410, sep. 1983.
- (10) BRUSCHI, G.; CAPPARÉ, P.; BRAVI, F.; GRANDE, N.; GHERLONE, E.; GASTALDI, G.; CRESPI, R. Radiographic evaluation of crestal bone level in split-crest and immediate implant placement: minimum 5-year follow-up. **Int J Oral Maxillofac Implants**, v. 32, n. 1, p. 114–120, jan/feb. 2017.
- (11) CHIAPASCO, M.; CASENTINI, P.; TOMMASATO, G.; DELLAVIA, C.; DEL FABBRO, M. Customized CAD/CAM titanium meshes for the guided bone regeneration of severe alveolar ridge defects: Preliminary results of a retrospective clinical study in humans. **Clin Oral Implants Res**, v. 32, n. 4, p. 498-510, apr. 2021.
- (12) CHIAPASCO, M.; CONSOLO, U.; BIANCHI, A.; RONCHI P. Alveolar distraction osteogenesis for the correction of vertically deficient edentulous ridges: a multicenter prospective study on humans. **Int J Oral Maxillofac Implants**, v. 19, n. 3, p. 399-407, may-jun. 2004.
- (13) DEL FABBRO, M.; ROSANO, G. TASCHIERI, S. Implant survival rates after maxillary sinus augmentation. **Eur J Oral Sci**, v. 116, n. 6, p. 497-506, dec. 2008.
- (14) DELIBERADOR, T.M.; VERBICARO, T.; MINERVA, L.; SCARIOT, R.; GIOVANINI, A.F.; ZIELAK, J.C. Horizontal alveolar ridge expansion followed by immediate placement of implants and rehabilitation with zirconia prosthesis. **J Indian Soc Periodontol**, v. 21, n. 5, p. 417-421, sep-oct. 2017.
- (15) DE SOUZA, C.S.V.; DE SÁ, B.C.M.; GOULART, D.; GUILLEN, G.A.; MACÊDO, F.G.C.; NÓIA, C.F. Split Crest Technique with Immediate Implant to Treat Horizontal Defects of the Alveolar Ridge: Analysis of Increased Thickness and Implant Survival. **J Maxillofac Oral Surg**, v. 19, n. 4, p. 498-505, dec. 2020.

- (16) DINSE, W.E.; BURNETT, R.R. Anterior maxillary restoration using distraction osteogenesis and implants: A clinical report. **J Prosthet Dent**, v. 100, n. 4, p. 250–3, oct. 2008.
- (17) DOAN, T.L.; LE, L.D. Efficacy of the Tent-Pole Technique in Horizontal Ridge Augmentation. **Pesqui. Bras. Odontopediatria Clín. Integr**, v. 20, e5643, jul. 2020.
- (18) DOONQUAH, L.; HOLMES, P.J.; RANGANATHAN, L.K.; ROBERTSON, H. Bone Grafting for Implant Surgery. **Oral Maxillofac Surg Clin North Am**, v. 33, n. 2, p. 211-229, may. 2021.
- (19) EJIRI, S.; TOYOOKA, E.; TANAKA, M.; ANWAR, R. B.; KOHNO, S. Histological and histomorphometrical changes in rat alveolar bone following antagonistic tooth extraction and/or ovariectomy. **Arch Oral Biol**, v. 51, p. 941- 950, nov. 2006.
- (20) FALCÓN-GUERRERO, B. Manejo de la cresta maxilar atrófica con la técnica de Ridge Split. **Odovtos International Journal of Dental Sciences**, v. 21, n. 1, p. 23-29. 2019.
- (21) FIGLIUZZI, M.M.; GIUDICE, A.; PILEGGI, S.; PACIFICO, D.; MARRELLI, M.; TATULLO, M.; FORTUNATO, L. Implant-Prosthetic rehabilitation in bilateral agenesis of maxillary lateral incisors with a mini split crest. **Case Rep Dent**, v. 2016, p.1–6, apr. 2016.
- (22) FILHO, J.G.; ARAÚJO, M.G. Modificação da técnica de expansão do rebordo alveolar atrófico seguida da instalação imediata de implantes Straumann®: acompanhamento de 10 casos clínicos observados durante 1 ano. **Rev Dent Press Periodontia Implant**, v. 1, n. 2, p. 84–97, abr-jun. 2007.
- (23) GARCEZ-FILHO, J.; TOLENTINO, L.; SUKEKAVA, F.; SEABRA, M.; CESAR-NETO, J.B.; ARAÚJO, M.G. Long-term outcomes from implants installed by using split-crest technique in posterior maxillae: 10 years of follow-up. **Clin Oral Implants Res**, v. 26, n. 3, p. 326-31, mar. 2015.
- (24) GUGLIELMOTTI, M. B.; OLMEDO, D. G.; CABRINI, R. L. Research on implants and osseointegration. **Periodontol 2000**, v. 79, n. 1, p.178-189, feb. 2019.
- (25) HALLMAN, M.; THOR, A. Bone substitutes and growth factors as an alternative/complement to autogenous bone for grafting in implant dentistry. **Periodontol 2000**, v. 47, p. 172-92. 2008.
- (26) HU, G.H.; FROUM, S.J.; ALODADI, A.; NOSE, F.; YU, Y.P.; SUZUKI, T.; CHO, S.C. A Three-Stage Split-Crest Technique: Case Series of Horizontal Ridge Augmentation in the Atrophic Posterior Mandible. **Int J Periodontics Restorative Dent**, v. 38, n. 4, p. 565–573, jul/aug. 2018.
- (27) KADKHODAZADEH, M.; AMID, R.; MOSCOWCHI, A. Management of extensive peri-implant defects with titanium meshes. **Oral Maxillofac Surg**, mar. 2021.
- (28) KHOJASTEH, A.; BEHNIA, H.; SHAYESTEH, Y. S.; MORAD, G.; ALIKHASI, M. Localized bone augmentation with cortical bone blocks tented over different particulate bone substitutes: a retrospective study. **Int J Oral Maxillofac Implants**, v. 27, n. 6, p. 1481-93, nov-dec. 2012.
- (29) LEI, L.; YU, Y.; KE, T.; SUN, W.; CHEN, L. The Application of Three-Dimensional Printing Model and Platelet-Rich Fibrin Technology in Guided Tissue Regeneration Surgery for Severe Bone Defects. **J Oral Implantol**, v. 45, n. 1, p. 35-43, feb. 2019.
- (30) MAÎTRE, G.; FARIAS, D.; DE-MORAES, E.; SACCO, R.; BALL, R.; HAIDAR, S.Z.; OLATE, S. Horizontal Ridge Augmentation of a Single Atrophic Site in the Anterior Maxilla Using Hydroxyapatite and rhBMP-2. **Int. J. Morphol [online]**, v. 38, n. 5, p.1426-1433, sep-oct. 2020.

- (31) MARCANTONIO, C.; NÍCOLI, L.G.; PIGOSSI, S.C.; ARAÚJO, R.F.S.B.; BOECK, E.M.; JUNIOR, E.M. Use of alveolar distraction osteogenesis for anterior maxillary defect reconstruction. **J Indian Soc Periodontol**, v. 23, n. 4, p. 381-386, jul-aug. 2019.
- (32) MARTÍNEZ ÁLVAREZ, O.; BARONE, A.; COVANI, U.; FERNÁNDEZ RUÍZ, A.; JIMÉNEZ GUERRA, A.; MONSALVE GUIL, L.; VELASCO ORTEGA, E. Injertos óseos y biomateriales en implantología oral. **Avances en Odontostomatología**, v. 34, n. 3, p. 111-119, may/jun. 2018.
- (33) MENDOZA-AZPUR, G.; DE LA FUENTE, A.; CHAVEZ, E.; VALDIVIA, E.; KHOULY, I. Horizontal ridge augmentation with guided bone regeneration using particulate xenogenic bone substitutes with or without autogenous block grafts: A randomized controlled trial. **Clin Implant Dent Relat Res**, v. 21, n. 4, p. 521-530, aug. 2019.
- (34) NANNMARK, U.; SENNERBY, L. The bone tissue responses to prehydrated and collagenated cortico-cancellous porcine bone grafts: a study in rabbit maxillary defects. **Clin Implant Dent Relat Res**, v. 10, n. 4, p. 264-70, dec. 2008.
- (35) NEEDLEMAN, I.; TUCKER, R.; GIEDRYS-LEEPER, E.; WORTHINGTON, H. Guided tissue regeneration for periodontal intrabony defects--a Cochrane Systematic Review. **Periodontol 2000**, v. 37, p. 106-23, 2005.
- (36) NKENKE, E.; WEISBACH, V.; WINCKLER, E.; KESSLER, P.; SCHULTZEMOSGAU, S.; WILTFANG, J.; NEUKAM, F.W. Morbidity of harvesting of bone grafts from the iliac crest for preprosthetic augmentation procedures: A prospective study. **Int J Oral Maxillofac Surg**, v. 33, n. 2, p. 157-64, mar. 2004.
- (37) PÉREZ-SAYÁNS, M.; LEÓN-CAMACHO MDE, L.; SOMOZA-MARTÍN, J.M.; FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, B.; BLANES-VÁZQUEZ-GUNDÍN, S.; GÁNDARA-REY, J.M.; GARCÍA-GARCÍA, A. Dental implants placed on bone subjected to vertical alveolar distraction show the same performance as those placed on primitive bone. **Med Oral Patol Oral Cir Bucal**, v. 18, n. 4, p. e686-92, jul. 2013.
- (38) QUEIROZ, A.G.S.; SILVA, Y.S.; COSTA, P.J.C.; FERRAZ, F.W.S., NACLÉRIO-HOMEM, M.G. Vertical bone augmentation of posterior mandibular region: a description of two surgical techniques. **Rev. Gaúch. Odontol**, v. 64, n. 3, p. 333-336, jul/sept. 2016.
- (39) RA, G.; WO, Q. Bone regeneration in dentistry: an overview. **J Biol Regul Homeost Agents**, v. 35, n. 1 Suppl., p. 37-46, jan-feb. 2021.
- (40) RAGGATT, L. J.; PARTRIDGE, N. C. Cellular and molecular mechanisms of bone remodeling. **J Biol Chem**, v. 285, n. 33, p. 25103-8, aug. 2010.
- (41) ROCCUZZO, A.; IMBER, J.C.; JENSEN, S.S. Need for lateral bone augmentation at two narrow-diameter implants: A prospective, controlled, clinical study. **Clin Oral Implants Res**, v. 32, n. 4, p. 511-520, apr. 2021.
- (42) SALMEN, F.S.; OLIVEIRA, M.R.; GABRIELLI, M.A.C.; PIVETA, A.C.G., PEREIRA FILHO, V.A.; GABRIELLI, M.F.R. Bone grafting for alveolar ridge reconstruction. Review of 166 cases. **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões**, v. 44, n. 1, p. 33-40, jan/feb. 2017.
- (43) SARTORI, E. M.; DAS NEVES, A. M.; MAGRO-FILHO, O.; MENDONÇA, D. B. S.; KREBSBACH, P. H.; COOPER, L. F.; MENDONÇA, G. The Role of MicroRNAs in the Osseointegration Process. **Int J Oral Maxillofac Implant**, v. 34, n. 2, p. 397-410, March/April. 2019.
- (44) SCARANO, A.; LORUSSO, F.; RAVERA, L.; MORTELLARO, C.; PIATTELLI, A. Bone Regeneration in Iliac Crestal Defects: An Experimental Study on Sheep. **Biomed Res Int**, v. 2016, p. 4086870, may. 2016.

- (45) SHEIKH, Z.; QURESHI, J.; ALSHAHRANI, A. M.; NASSAR, H.; IKEDA, Y.; GLOGAUER, M.; GANSS, B. Collagen based barrier membranes for periodontal guided bone regeneration applications. **Odontology**, v. 105, n. 1, p. 1-12, jan. 2017.
- (46) TOLSTUNOV, L.; HAMRICK, J. F. E.; BROUMAND, V.; SHILO, D.; RACHMIEL, A. Bone Augmentation Techniques for Horizontal and Vertical Alveolar Ridge Deficiency in Oral Implantology. **Oral Maxillofac Surg Clin North Am**, v. 31, n. 2, p. 163-191, may. 2019.
- (47) TUNKEL, J.; DE STAVOLA, L.; KLOSS-BRANDSTÄTTER, A. Alveolar ridge augmentation using the shell technique with allogeneic and autogenous bone plates in a split-mouth design-A retrospective case report from five patients. **Clin Case Rep**, v. 9, n. 2, p. 947-959, dec. 2020.
- (48) URBAN, I. A.; MONJE, A. Guided Bone Regeneration in Alveolar Bone Reconstruction. **Oral Maxillofac Surg Clin North Am**, v. 31, n. 2, p. 331-338, may. 2019.
- (49) WANG, L.; ZHENG, L.; LI, C.; DONG, S.; A. L.; ZHOU, Y. Adrenomedullin delivery in microsphere-scaffold composite for remodeling of the alveolar bone following tooth extraction: an experimental study in the rat. **Biomed Eng Online**, v. 12, p. 99, oct. 2013.
- (50) WEI, L.; MIRON, R.J.; SHI, B.; ZHANG, Y. Osteoinductive and Osteopromotive Variability among Different Demineralized Bone Allografts. **Clin Implant Dent Relat Res**, v. 17, n. 3, p. 533-42, jun. 2015.
- (51) WEN, B.; FREILICH, M.; KUHN, L. Chapter 55 - Bone Tissue Engineering Around Dental Implants. In: Ajaykumar Vishwakarma, Paul Sharpe, Songtao Shi, Murugan Ramalingam. **Stem Cell Biology and Tissue Engineering in Dental Sciences**. Academic Press, p. 749-764, 2015.