



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**ENXERTOS ÓSSEOS EM CIRURGIA ORAL: TÉCNICAS E
MATERIAIS USADOS PARA REABILITAÇÃO
DENTÁRIA COM IMPLANTES
OSTEOINTEGRADOS**

Trabalho submetido por
Pedro Nuno Cosma
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Outubro de 2021



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**ENXERTOS ÓSSEOS EM CIRURGIA ORAL: TÉCNICAS E
MATERIAIS USADOS PARA REABILITAÇÃO
DENTÁRIA COM IMPLANTES
OSTEOINTEGRADOS**

Trabalho submetido por
Pedro Nuno Cosma
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por
Mestre João Carvalho Gomes

e coorientado por
Doutor Francisco Martins

Outubro de 2021

AGRADECIMENTOS

Um especial agradecimento ao meu orientador Mestre João Gomes Carvalho e coorientador Doutor Francisco Martins por toda a ajuda, disponibilidade incansável em todas as alturas e ensinamento que me transmitiram ao longo deste desafio.

Por se terem prontificado a ajudar-me na realização deste trabalho desde o início, pela disponibilidade manifestada ao longo de todo o processo, e por me terem feito ganhar um gosto especial pela área de cirurgia.

Ao instituto universitário Egas Moniz por de diferentes formas e estímulos me ajudarem a ser o profissional e pessoa que sou hoje em dia. Pela possibilidade que me proporcionou ao longo dos anos de atingir os meus objetivos, onde integro os meus agradecimentos também a todos os professores da Egas Moniz que sempre se predispuseram a ajudar-me da melhor forma possível e que contribuíram para a minha prestigiada formação.

Agradeço também a todos os alunos que por aqui passam, que cada um à sua forma me ajudou a lidar com novos desafios, em novas fazes da vida e me ajudaram a reter grandes aprendizagens enquanto ser humano.

Aos meus amigos que tornaram esta jornada de 5 anos algo inesquecível, pelos momentos e boas histórias que vivenciamos juntos e que levo comigo para o resto da vida.

Quero agradecer aos meus pais e ao meu irmão, pilares principais e que sem eles nada disto seria possível. Agradeço por todo o esforço que fizeram ao longo destes 5 anos e pelo que me conseguiram dar e dão. Pelo apoio e motivação incondicional que dão, de forma que consiga sempre atingir os meus objetivos e que eu consiga ser o que eu quiser. Agradeço também à minha namorada pelo apoio incansável ao longo deste percurso. Por me alegrar em dias complicados e também nos dias mais fáceis, a tua amizade e amor foram fundamentais para mim.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho às pessoas mais importantes para mim, à minha mãe e ao meu pai, ao meu irmão, à minha avó, aos meus tios e à minha namorada.

Aos meus avós que mesmo não cá estando presentes que saibam que ficou concluída esta etapa.

Pessoas que sempre motivaram a minha contínua educação e que sempre vão motivar a minha procura do eterno conhecimento.

“Se queres ser feliz, estabelece um objetivo
que comande os teus pensamentos,
liberta a tua energia e inspira as tuas esperanças”.

Andrew Carnegie

RESUMO

A cirurgia de regeneração óssea tornou-se um procedimento cada vez mais bem sucedido e com uma maior taxa de previsibilidade. Esta aglomera um conjunto de procedimentos e técnicas que são realizados com o intuito de restabelecer o volume ósseo original auxiliando assim diversas áreas da medicina dentária, nomeadamente a implantologia.

O médico dentista generalista e o cirurgião oral devem saber executar um bom diagnóstico, compreender os processos fisiológicos do organismo humano nomeadamente de formação e recuperação de tecidos moles e duros. Saber quais os tipos celulares existentes, o que os pode influenciar numa adequada e mais rápida cicatrização e saber como se forma cada tipo de tecido ósseo e muco-gengival.

Sendo assim é papel fundamental do médico dentista saber conhecer quais os tipos de substitutos ósseos existente e qual o mais adequado para a regeneração em cada caso individualizado, decidindo qual a técnica cirúrgica mais adequada. A escolha do material e técnica é realizada conforme a experiência do próprio cirurgião, conciliando-a com os conhecimentos científicos que este deve adquirir.

PALAVRAS-CHAVE: Enxertos ósseos; Implantes; Técnicas cirúrgicas; Plataforma

ABSTRACT

Bone regeneration surgery has become an increasingly successful procedure with a higher rate of predictability. This procedure is performed with the purpose of reestablishing the original bone volume, thus helping several areas of dental medicine, namely implantology.

The general dentist and the oral surgeon must be able to make a good diagnosis, understand the human body's physiological processes, namely the formation and recovery of soft and hard tissues. They should know which cell types exist, what can influence them in an adequate and faster healing process, and how each type of bone and muco-gingival tissue is formed.

Thus, it is a fundamental role of the dentist to know which types of bone substitutes exist and which is the most appropriate for regeneration in each individual case, deciding which surgical technique is the most appropriate. The choice of material and technique is made according to the surgeon's own experience, reconciling it with the scientific knowledge that he or she must acquire.

KEY WORDS: Bone Grafts; Implants; Surgical Techniques; Platform

Índice

RESUMO.....	1
ABSTRACT	3
LISTA DE ABREVIATURAS.....	8
I.Introdução	11
II. Desenvolvimento	17
1. Histofisiologia e composição óssea.....	17
1.1. Células tronco.....	18
2. Tipos celulares ósseos	19
2.1. Osteoclastos.....	19
2.2. Osteoblastos.....	20
2.3. Osteócitos	21
3. Tipos de ossificação	22
3.1. Ossificação intramembranosa.....	22
3.2. Ossificação endocondral.....	23
4. Membranas de revestimento ósseo	23
4.1. Perióstio	23
5. Estratificação óssea	24
5.1. Osso cortical (Compacto).....	24
5.2. Osso intracortical.....	25
5.3. Osso esponjoso (trabecular)	25
6. Enxertos e substitutos ósseos.....	25
6.1. Propriedades dos enxertos	28
6.1.1. Osteogénicas	28
6.1.2. Osteocondução	28
6.1.3. Osteoindução.....	29
6.1.3.1. Proteínas morfogénicas ósseas (BMP'S)	29
6.2. Tipos de formação, reparação e cicatrização óssea	30
6.2.1. Modelação óssea	30
6.2.2. Remodelação óssea	30
6.2.2.1. RANKL.....	31
6.2.2.2. Osteoprotegrina.....	31
6.2.2.3. Calcitonina	32
6.2.2.4. Grelina.....	32
6.2.3. Cicatrização óssea	32

6.3. Autoenxerto ou enxerto autógeno	33
6.3.1. Tuberosidade maxilar.....	34
6.3.2. Mento	35
6.3.3. Zona retromolar (ramo e corpo da mandíbula)	35
6.4. Aloenxertos ou enxertos homogêneos.....	36
6.4.1. Alógeno mineralizado fresco	37
6.4.2. Alógeno mineralizado congelado.....	37
6.4.3. Alógeno mineralizado liofilizado.....	37
6.6. Enxertos aloplásticos ou sintéticos.....	39
6.6.1. Bio cerâmicos.....	40
6.6.1.1. Fosfato de cálcio	40
6.6.1.2. Hidroxiapatite	41
6.6.1.3. Fosfato tricálcico polimórfico	42
6.6.1.4. Fosfato tricálcico polimórfico	42
6.6.1.5. Sulfato de cálcio.....	43
6.6.2. Vidros bioativos (VB).....	43
7. Técnicas cirúrgicas de regeneração óssea	45
7.1. Técnicas maxilares e mandibulares	45
7.1.1. Anatomia do seio maxilar	46
7.1.2. Técnica de janela lateral ou direta.....	47
7.1.3. Técnica por osteótomos de Summers ou indireta	48
7.1.4. Técnica do balão sinusal	49
7.1.5. Técnica hidrodinâmica transcrestal (intralift).....	50
7.1.6. Técnica de osseodensificação	50
7.1.7. Técnica de expansão óssea controlada de Mesinger/ Slipt Crest.....	51
7.1.8. Osteotomia piezoelétrica.....	53
8. Implantes dentários.....	54
8.1. Propriedades dos implantes	54
8.1.1. Osteointegração.....	54
8.1.1.1. Estabilidade primária/ancoragem	54
8.2. Implantes dentários e as suas plataformas.....	55
8.2.1. Plataforma Hexágono Externo (HE).....	56
8.2.2. Plataforma Hexágono Interno (HI)	57
8.2.3. Cone Morse (CM).....	57
III. Conclusão.....	59
IV. BIBLIOGRAFIA.....	62

LISTA DE ABREVIATURAS

CTM- Células tronco mesenquimais

BPM - Proteínas ósseas morfogénicas

RHBMP2 - Proteína óssea morfogénica recombinante humana 2

HA – Hidroxiapatite

VB - Vidro bioativo

TCP - Fosfato tricálcico polimórfico

PH - Potencial hidrogeniónico

TGF-B – Fator de crescimento tumoral beta

SC - Sulfato de cálcio

HI - Hexágono interno

HE - Hexágono externo

CM - Cone morse

SO - Substituto ósseo

I. Introdução

Antes da implantologia tal como hoje em dia a conhecemos e da utilização de implantes endo-ósseos eram utilizadas próteses mais rudimentares de múltiplos dentes e unitárias, onde os dentes substitutos tinham a sua origem em animais, em marfim esculpido, na porcelana, no ouro ou na platina e eram simplesmente amarrados com fios de ouro, onde eram fixados às peças dentárias remanescentes (Júnior et al., 2014).

Na era ainda medieval a substituição de peças dentárias era realizada através de transplantes de dentes humanos entre diferentes pacientes, o que tinha um elevado risco de contaminação. Só a partir do século XIX se iniciou a colocação dos primeiros implantes endo-ósseos. Constituídos de ouro, porcelana, platina, prata e estanho na tentativa de substituir as peças dentárias. (Vanderlei et al., 2019).

As perdas dentárias devido a extrações, traumas e patologias, vão provocar no rebordo alveolar uma reabsorção irreversível e contínua a nível ósseo (Nóia et al., 2009).

Após a extração dentária ocorre uma perda de cerca de 25% do volume ósseo no primeiro ano e nos seguintes 5 anos vai progressivamente ocorrer uma perda de 40% a 60% do volume ósseo alveolar restante. Esta perda óssea obriga-nos à necessidade de recorrer a enxertos ósseos para ser possível reabilitar o doente com implantes dentários (Malheiros & de Jesus Tavares, 2016).

A formação do esqueleto humano começa ainda no período de gestação, durante o primeiro trimestre de vida. O osso é um tecido conjuntivo especializado, que é vascularizado, dinâmico e que ao longo do tempo vai sofrendo alterações na sua qualidade e quantidade, levando à formação de defeitos ósseos verticais e horizontais. O tecido ósseo quando lesado, tem a capacidade de se regenerar e de se reparar sem deixar marcas de cicatrização, contudo, em alguns casos existe a necessidade de se realizar um enxerto ósseo para ajudar à recuperação do volume ósseo (Fardin, A. C.; Jardim, E. C. G.; Pereira, 2010).

Para uma posterior reabilitação implanto suportada nas regiões com ausência de volume ósseo são utilizados substitutos ósseos, como os enxertos e implantes, tendo sido observado que nos artigos científicos publicados é quase inexistente a distinção entre estes dois conceitos.

O Enxerto, é um tecido com células vivas que é transportado de uma zona dadora para uma recetora no mesmo tempo cirúrgico. São exemplo o enxerto gengival livre e o osso autógeno. O Implante, é um tecido artificial em contato com um sistema biológico, sendo denominado de implante todo o biomaterial que não contenha células vivas na sua composição. Neste grupo o osso sintético, o osso alógeno, o osso xenógeno e os implantes osteointegrados metálicos e cerâmicos (Rodolfo et al., 2017).

Foi no ano de 1952 que um conhecido médico pesquisador e professor chamado Per-Ingvar Branemark e a sua equipa num estudo sobre microvascularização definiram o termo que ajudou a revolucionar a medicina dentária, a osteointegração. Osteointegração é ligação anatómica e funcional direta entre o osso vivo remodelado e o implante (Vanderlei et al., 2019).

Os substitutos ósseos mais adequados são aqueles que promovem a indução de fatores de crescimento, tendo esses materiais capacidades osteoindutoras que estimulam as células indiferenciadas ou tronco a se transformarem em osteoblastos (Ajzen et al., 2005).

As células indiferenciadas, células tronco ou ainda células mãe são células precursoras e que possuem a capacidade de se diferenciarem num ou mais tipos celulares e de se autorrenovarem de forma ilimitada. Estas células dão origem a diferentes tipos de tecidos com o objetivo de regenerar um tecido após um trauma e restituir algumas funções celulares envolvidas nesses processos. As células tronco existem nos tecidos embrionários e extraembrionários e são categorizadas quanto à sua natureza em adultas ou embrionárias. As células tronco embrionárias são encontradas numa fase embrionária, na massa celular interna do blastocisto. As células tronco adultas ou somáticas são células indiferenciadas e estão localizadas em múltiplos tecidos do organismo adulto, tecidos específicos como células tronco hematopoiéticas da medula óssea, neurais, da pele, retina, folículo piloso, do fígado, do coração, do pâncreas, mesenquimais e musculares e também na polpa dos dentes em diferentes

quantidades (Da et al., 2020).

Para uma boa regeneração e de forma a devolver ao doente a estética e a função mastigatória, existe nos casos de grandes perdas de volume ósseo a necessidade de se adicionar um substituto ósseo (Costa Silva Pereira et al., 2012).

Estes são classificados conforme a sua origem e o seu mecanismo de ação, se são osteogénicos, osteoindutores e ainda osteocondutores (Queiroz et al., 2015).

Osteogénicos, os materiais orgânicos que têm a capacidade de estimular a formação de osso diretamente a partir de osteoblastos. Osteoindutores, os que induzem a diferenciação das células mesenquimais indiferenciadas em osteoblastos ou condroblastos, aumentando assim a formação óssea no local ou em um sítio heterotópico. Osteocondutores, são por norma inorgânicos e permitem a aposição de um novo tecido ósseo à sua superfície, necessitando a presença de tecido ósseo pré-existente como fonte de células osteoprogenitoras.

O substituto ósseo considerado ideal deve ser capaz de responder aos seguintes requisitos: (Fardin, A. C.; Jardim, E. C. G.; Pereira, 2010)

- 1) Fornecer à zona dadora nutrientes
- 2) Promover ou induzir a osteogénese
- 3) Ser ausente de respostas imunológicas
- 4) Fornecer uma boa e rápida vascularização
- 5) Ser osteoindutor
- 6) Ser osteocondutor

Para uma adequada regeneração óssea existem diferentes tipos de materiais ósseos entre os quais podem ser o osso autógeno, o alógeno (indivíduos da mesma espécie), xenógeno (oriundo de uma espécie diferente) e osso aloplástico (componentes sintéticos) (Faverani et al., 2014).

É de elevada importância a biocompatibilidade e a integração dos substitutos entre o tecido recetor e o material de enxerto recetor sem que ocorram respostas imunes do organismo (Alves-Rezende et al., 2012).

É necessário ter em consideração que a resposta do organismo humano ao substituto ósseo depende de diferentes fatores como o material que tal é composto, de entre os quais a sua porosidade, a sua rigidez, a sua forma e o microambiente que o envolve (de Souza et al., 2016).

Diante de todas as hipóteses o “gold standard” atualmente para as reconstruções maxilo-mandibulares, é o osso autógeno, devido às suas propriedades osteogénicas, osteoindutoras e osteocondutoras.

Este é o mais indicado devido às suas características físicas e biológicas e das suas zonas recetoras terem um baixo grau de futura reabsorção (Costa Silva Pereira et al., 2012).

A quantidade e a qualidade do osso necessário para o local recetor influencia vivamente o sucesso da cirurgia. Os enxertos ósseos autógenos são classificados conforme os locais dadores, podendo ser classificados em 2 grupos, os enxertos intra-orais e os extra-orais (Nóia et al., 2009).

Existem diversas zonas de onde é possível remover o material ósseo, sendo essas a sínfise mandibular, o ramo mandibular e a tuberosidade maxilar (Rocha et al., 2015).

Os implantes ósseos homogéneos são obtidos de seres da mesma espécie e são recolhidos de dadores humanos não vivos, contendo igualmente propriedades osteocondutoras (Judas et al., 2018).

Estes são uma ótima e viável alternativa, pois conseguem fornecer grandes quantidades de material ósseo e com diferentes combinações de estrutura óssea (cortical, medular ou córtico-esponjoso) podem ainda ser processados (desmineralizados ou liofilizados) e ainda pré-moldados: o que garante uma melhor adaptação ao local recetor e um menor tempo cirúrgico (Sobreira et al., 2011).

Os implantes xenógenos ou heterógenos pertencem a dadores de espécies diferentes, podendo estes ser encontrados na forma de partículas ou em bloco, contendo

características osteocondutoras. Existem enxertos xenógenos de origem bovina, equina, porcina, exosqueletos de corais e até mesmo de cascas de ovos, sendo os mais utilizados os de origem bovina, equina e porcina (Ramires et al., 1984).

Os xenoenxertos possuem uma microestrutura porosa semelhante ao osso humano o que permite um aumento do tamanho dos vasos sanguíneos e por consequência um maior aporte sanguíneo que vai promover uma melhor formação do tecido ósseo (Jung et al., 2020).

Implantes ósseos sintéticos ou aloplásticos são assim denominados quando são produzidos em laboratório e são conforme a sua estrutura química classificados em metálicos, plásticos ou cerâmicos, tendo na sua composição diferentes formatos ou tamanhos. Como diferentes tipos de substitutos ósseos existem os vidros bioativos e os materiais cerâmicos à base de fosfatos de cálcio (SOUZA et al., 2016).

Recuperada a densidade e volume ósseo pretendido é então procedido o processo de colocação de implantes dentários conforme a medida pretendida. É de extrema importância conhecer a anatomia da mandíbula e da maxila e saber quais poderão ser as dificuldades e os cuidados a ter durante a cirurgia. Na área da implantologia de modo a obter uma boa planificação é feito o recurso a imagens radiográficas (Molina et al., 2013).

São utilizados para controlo antes, durante e após a cirurgia de colocação de implantes dentários exames radiográficos como o exame periapical, a ortopantomografia CBCT.

O cirurgião oral deve ter em mente que existe a necessidade de conhecer os protocolos e saber como realizar as técnicas da melhor forma possível aquando da colocação do implante, uma vez que a sua posição após a colocação será imutável, o que pode comprometer o resto do tratamento reabilitador (Carvalho et al., 2006).

Existem diversos tipos de implantes sendo que os de interesse científico são os endósseos, que são os mais casualmente utilizados. Em relação ao formato dos implantes, estes podem ser cónicos ou cilíndricos e ter diversos tamanhos, de forma que

para cada caso individualizado possa ser escolhido o que melhor ajudará a reabilitar a zona edêntula (Gaviria et al., 2014).

Para esta dissertação de mestrado foram utilizados os motores de busca como o Pubmed, Scielo, B-on, Google acadêmico. Como palavras chave foram utilizadas as palavras, enxertos ósseos, regeneração, cirurgia, técnicas cirúrgicas.

O objetivo desta dissertação é inferir quais os enxertos ósseos existentes e quais as técnicas que tornam possível que a cirurgia de regeneração óssea seja efetuada com o maior sucesso e capacitar os médicos dentistas a fazerem a escolha correta do substituto ósseo para cada área que necessite de regeneração do volume ósseo.

II. Desenvolvimento

1. Histofisiologia e composição óssea

A forma como o tecido ósseo se forma, quais os seus constituintes e os processos de formação tem sido um tema de estudo de muitos autores ao longo dos anos. Na atualidade é possível saber que o tecido ósseo é um tecido que tem os seus próprios vasos sanguíneos, linfáticos e enervação (Palma & ISOLA, 2012).

As propriedades celulares da massa óssea já estão geneticamente estabelecidas ainda na fase de desenvolvimento intrauterina (Wirginne & Rodrigues, 2020).

A formação de osso começa nas primeiras 8 semanas após a fertilização do óvulo (Corra, 2020).

As células ósseas para construir, destruir ou remodelar osso são reguladas por uma série de fatores sistêmicos e locais que vão contribuir para o normal funcionamento do tecido ósseo e da manutenção da sua massa, sendo que cada um dos processos têm os seus próprios sinalizadores que são diferenciados (Mv & Pineda, 2021).

Apresentam 2 linhagens, ambas mesenquimais indiferenciadas, as quais vão dar origem às células osteoprogenitoras/ células tronco, que vão assim formar os osteoblastos, osteoclastos e osteócitos. Aquando da formação dos primeiros osteoblastos começa a formação de proteínas para a matriz orgânica, osteodite tais como a osteonectina, osteocalcina, sialoproteína e osteopontina, GM-CSF, RANK e RANKr, osteoprotegrina e proteínas morfogénicas indutoras (Castro Junior et al., 2008).

Por fora, a matriz extracelular do tecido ósseo é bastante mineralizada sendo rígida, contudo tem também um módulo de elasticidade que é necessário para que o osso consiga absorver algumas forças e impactos sem que este quebre automaticamente. O osso além da sua função de suporte, é também a maior reserva existente de iões cálcio do organismo humano. Este é um dos principais iões que vai regular internamente o pH do corpo humano e um importante elemento para a transmissão de impulsos elétricos nos nervos e músculos (Palma & Isola, 2012).

A matriz extracelular do tecido ósseo é constituída por uma matriz orgânica, uma matriz inorgânica e água. A componente orgânica é composta na sua maioria por colagénio tipo I, é complementada com proteínas não colágenas e por proteoglicanos que são responsáveis por conferir resistência às forças de compressão e de tensão. A componente inorgânica da matriz extracelular vai ser responsável por armazenar os íons de fosfato de cálcio arranjados em cristais de hidroxiapatita, magnésio, bicarbonato, sódio, potássio e citrato dando estes componentes resistência à deformação. Estes estão dispersos entre as fibras de colagénio e vão-se ligar a proteínas estruturais formando os feixes impregnados por partículas iónicas (Castro Junior et al., 2008).

1.1 . Células tronco

Células tronco, estaminais ou mãe, são células indiferenciadas e podem ser definidas como as células do nosso organismo com a capacidade de se diferenciarem em células específicas quando existe uma lesão e até mesmo de autorrenovação ilimitada mantendo o seu estado indiferenciado. Este tipo de células origina uma grande panóplia de tecidos que estão misturados juntamente com as células com funções específicas e assim asseguram a continuação do bom funcionamento do organismo humano. As células tronco são bastante flexíveis visto que estas se podem diferenciar em células muito mais especializadas. As células tronco são encontradas em diferentes fases do desenvolvimento. Estas existem nos tecidos embrionários e extraembrionários. As células tronco embrionárias são encontradas após a fertilização do óvulo, na massa celular interna do blastocisto. As células tronco adultas ou somáticas são células indiferenciadas e estão localizadas em múltiplos tecidos do organismo humano adulto, na medula óssea, na pele, na retina, no folículo piloso, no fígado, no coração, no pâncreas, tecidos mesenquimais e musculares, na polpa dos dentária, na placenta e no cordão umbilical (Da et al., 2020).

As células tronco mesenquimais (CTM), esqueléticas ou estromais são células adultas multipotentes presentes em zonas perivasculares de todos os tecidos adultos e também em pequenas quantidades na medula óssea, tecido adiposo e perioste. As da medula óssea têm elevado interesse no processo da formação óssea, sendo consideradas por diversos autores que estas células quando submetidas a determinados estímulos têm

também a capacidade de se diferenciarem em células osteogénicas, condrogénicas, adipogénicas, neurogénicas e cardiogénicas (Portinho et al., 2006).

A medula óssea é uma grande fonte de diferentes tipos de células tronco como as hematopoiéticas e as CTM que são raras e heterogéneas. (Bydlowski et al., 2009).

Na medicina dentária as células tronco mesenquimais suscitam interesse, pois estas são as progenitoras comuns dos odontoblastos, osteoblastos e condrócitos, além disso as CTM têm ainda a capacidade neovascularização, de formarem novos vasos sanguíneos em zonas que estiveram sem aporte sanguíneo (Vasconcelos & Vasconcelos, 2020).

2. Tipos celulares ósseos

2.1. Osteoclastos

Os osteoclastos são provenientes da medula óssea, porém têm de ser sujeitos a algumas transformações até poderem ser chamados de osteoclastos. Na medula óssea estão presentes células tronco que dão origem aos monócitos, um tipo de células sanguíneas brancas que se vão diferenciar em macrófagos, que por vários estímulos químicos se vão diferenciar posteriormente em osteoclastos (Gordon & Plüddemann, 2019).

Segundo diversos autores para a formação dos osteoclastos é essencial a presença da citocina RANKL que é produzida pelos osteoblastos formados na medula óssea através das células tronco, que são essenciais para a proliferação e sobrevivência dos osteoclastos. Estes têm como precursores os macrófagos que são ativados e se diferenciam em osteoclastos pela ação do RANKL nos recetores RANK que estão presentes nos macrófagos (Clarke, 2008).

Osteoclastos são células grandes e a sua função é de degradação do tecido ósseo por eliminação da matriz orgânica através do auxílio de diversos mecanismos celulares (Palma & Isola, 2012).

A reabsorção óssea depende dos osteoclastos, dos iões de hidrogénio e de cloro que através da bomba de protões vão originar ácido clorídrico que vai dissolver os cristais de hidroxiapatita e libertar colagenases e proteases que vão degradar a matriz óssea orgânica. Nas zonas de destruição óssea o pH é baixo, cerca de 4,5. O processo de reabsorção óssea dura cerca de 2 a 4 semanas por cada ciclo de remodelação óssea (Clarke, 2008).

2.2. Osteoblastos

São células jovens que derivam das suas células tronco, são consideradas as responsáveis pelo processo de formação e secreção da matriz orgânica (colagénio tipo I e proteoglicanos) e têm a capacidade de armazenar minerais e de revestir as superfícies ósseas (Palma & Isola, 2012).

As células osteoblásticas realizam um controlo metabólico da quantidade de minerais disponíveis na matriz orgânica. Esse controlo é efetuado através de vesículas que no seu interior contém iões de cálcio e fosfato que vão destruir enzimaticamente alguns inibidores da mineralização, o pirofosfato ou os proteoglicanos. Os osteoblastos são capazes de controlar as fases de diferenciação, de maturação e até de influenciarem a atividade osteoclástica (Castro Junior et al., 2008).

Os osteoblastos integram e rodeiam a matriz, onde vão assumir o nome de osteócitos ou sofrem apoptose e tornam-se tecidos de revestimento ósseo. Caso se tornem osteócitos vão formar uma rede canicular fusionada que vai estar ligada à parte superficial e interna do osso, o que vai permitir a manutenção e controlo da entrada e saída de minerais e iões. Este controlo acontece por estímulos hormonais, sinais mecânicos e citocinas. A ação das células osteoblásticas vai ocorrer em sequência e vai mediar a ação das células osteoclásticas, onde há reabsorção de tecido ósseo mais velho e com propriedades químicas não tão boas, de forma que este seja substituído por novo

tecido ósseo. Os osteoblastos vão produzir 2 formas de RANKL que vão estimular e ativar os osteoclastos que têm um recetor (RANK) na sua membrana para as RANKL. A formação de novo osso demora aproximadamente entre 4 a 6 meses até estar completa (Clarke, 2008).

2.3. Osteócitos

Estas células são osteoblastos em fase final de maturação, são as mais abundantes, com maior sobrevivência, não têm atividade de síntese de material, são essenciais para a captação de iões, apoiam na manutenção da estrutura óssea e no seu metabolismo. Os osteócitos são provenientes da linhagem das células tronco e estão localizados entre os espaços da matriz extracelular mineralizada no interior do osso (Castro Junior et al., 2008).

Os osteócitos possuem várias proteínas da matriz que auxiliam no processo de adesão entre células e na regulação das trocas de minerais que ajudam na comunicação extracelular através do fluido ósseo que flui pela rede canalicular. É através dos seus prolongamentos conectados metabolicamente e eletricamente que fazem essa comunicação entre células, mais precisamente os osteoblastos presentes na superfície e entre os osteócitos vizinhos, na qual a rede é dado o nome de sistema lacuno-canalicular. Para a homeostasia do tecido ósseo, os osteócitos realizam a mecanotransdução onde quando são sentidas forças ou algum tipo de stresse de flexão ou de alongamento sobre o osso estes transmitem o sinal aos osteócitos vizinhos e às células na superfície para que se inicie o processo de remodelação óssea. Quando já enfraquecido e envelhecido o tecido ósseo, os osteócitos podem sofrer apoptose devido à quebra das junções que mantêm os osteócitos interligados ou devido às interações das células da matriz, que vão promover a remodelação óssea (Bozal et al., 2012).

3. Tipos de ossificação

O esqueleto humano embrionário é primeiro formado por células do mesênquima, que é um tecido conjuntivo indiferenciado que mais tarde dá origem a outros tecidos conjuntivos mais especializado. Este tecido conjuntivo vai posteriormente ser mineralizado e convertido em osso. No momento do nascimento os ossos não estão totalmente desenvolvidos nem mineralizados, eles continuam a formar-se até que atinjam o estado ideal de maturidade. Sendo esta alcançada entre os 20 e os 25 anos. Os ossos são classificados conforme a sua forma em achatados ou longos, curtos e irregulares. Os achatados desenvolvem-se através das membranas e de tendões que se transformam depois em osso. Os ossos longos, curtos e irregulares têm a sua origem a partir de cartilagem hialina, onde os condrócitos presentes na cartilagem depositam colagénio na matriz extracelular que vai ser mineralizada, hipertrofiam, começa e depois sofrem apoptose criando lacunas. Ao mesmo tempo estes vão ser circundados pelo pericôndrio que vai nutrir os condrócitos e preparar para a futura vascularização do tecido ósseo. Pelas lacunas deixadas vai passar uma artéria nutricia que vai estimular o pericôndrio a produzir e recrutar células que se vão diferenciar em osteoblastos e construir tecido ósseo (Gasser & Kneissel, 2017).

3.1. Ossificação intramembranosa

É o processo de conversão de células tronco da medula óssea em osso. As estruturas fibrosas como a membrana conjuntiva que reveste estes tipos de osso achatados vão recrutar células tronco que se vão diferenciar em osteoblastos e começar então a produzir matéria orgânica, o colagénio e glicoproteínas, que vai ser mineralizada e convertida em osso. Esta mineralização vai ocorrer através da deposição dos iões cálcio e fosfato proveniente de vesículas. Como exemplo de ossos formados através de esta ossificação temos a mandíbula, maxila, o parietal, o frontal, o occipital, temporal e região mediana da clavícula.

3.2. Ossificação endocondral

É o processo de formação de osso através da cartilagem hialina. O processo de mineralização começa no centro da estrutura da cartilagem, numa zona chamada de centro primário de ossificação. Como exemplo de ossos formados por este tipo de ossificação estão o fêmur, as falanges, a tíbia, o úmero (Corra, 2020).

4. Membranas de revestimento ósseo

4.1. Perióstio

É uma membrana de tecido conjuntivo denso que reveste a superfície externa óssea e tem a função de conferir proteção, nutrição e reparação do osso (Palma & ISOLA, 2012).

Alguns autores defendem que esta membrana conjuntiva possui células tronco (Castro Junior et al., 2008).

A membrana é altamente vascular e recobre quase a totalidade dos ossos. O perióstio é composto por uma película de tecido conjuntivo, onde estão presentes fibroblastos, fibras de colagénio, vasos sanguíneos, muitas fibras nervosas, osteoblastos e osteoclastos, que circundam a parte cortical/compacta externa do osso. As fibras colágenas que unem o perióstio ao osso são denominadas de Fibras de Sharpey e penetram no osso.

A única zona onde não se encontra a membrana periostal é nas zonas articulares onde o osso é revestido por cartilagem articular (Clarke, 2008).

Na porção mais superficial da membrana estão fibras de colagénio e fibroblastos. A porção mais profunda da membrana contém mais células e células osteoprogenitoras que quando é preciso se multiplicam por mitoses e depois se diferenciam em osteoblastos que atuam no processo de crescimento e remodelação óssea, onde se forma e se reabsorve osso, para formar novo tecido ósseo (Corra, 2020).

4.2. Endósteo

Membrana de tecido conjuntivo laxo que reveste a superfície óssea interna e tem a função de conferir proteção, nutrição e a reparação do osso (Palma & ISOLA, 2012).

O endósteo tem na sua constituição células osteogénicas achatadas que revestem as cavidades do osso esponjoso ou trabecular, o canal medular e os canais de vasos sanguíneos que irrigam o tecido ósseo como os canais de Havers e de Volkmann (Clarke, 2008).

5. Estratificação óssea

O nome dado aos tecidos ósseos é dado pelas suas diferentes morfologias e diferentes microarquitecturas internas. A designação dada aos enxertos esponjosos, corticais ou corticoesponjosos é dada devida à morfologia óssea e o local onde eles se vão encontrar, se é mais numa zona central ou se é mais à periferia do osso. Esponjoso é a designação dada a um tipo ósseo trabecular, que é mais poroso e rico em células. Cortical é um tipo ósseo mais compacto, denso e não tão rico em células. Corticoesponjoso tem na sua constituição os dois tipos de osso, este tipo é mais encontrado nas costelas e no osso ilíaco (Rahal, 2004).

5.1. Osso cortical (Compacto)

Este é um osso mais superficial e este tipo de tecido ósseo é denso e rígido e por isso a sua parte exterior vai conferir proteção à sua parte interna. O osso cortical/compacto tem na sua composição três constituintes: periósteo, área intracortical e endósteo (Corra, 2020).

Ao longo do osso cortical, perpendicularmente à diáfise, passam os canais internos de Volkmann que são uns dos responsáveis pela irrigação sanguínea, linfática e nervosa do osso desde a superfície do periósteo até à camada intracortical. No osso cortical estão localizados os osteões que são estruturas ósseas cilíndricas com várias camadas circulares.

5.2. Osso intracortical

Nesta camada óssea interna estão contidos os canais de Havers que são cilíndricos, estão dispostos por camadas lamelares e estão localizados no centro do cilindro ósseo. Entre os espaços concêntricos de cada camada estão presentes os osteócitos que se interligam por extensões filamentosas e formam o sistema lacuno canalicular por onde circulam os osteoblastos e osteocastos. É juntos os canais de Havers que passa também a irrigação sanguínea venosa, linfática e nervosa. Os canais de Havers ao contrário dos de Volkmann, percorrem o longo eixo do osso.

5.3. Osso esponjoso (trabecular)

É composto também por camadas mas distribuídas de forma irregular, as lacunas entre as trabéculas do osso ajudam a tornar estes mais leves de forma a facilitar a locomoção. As áreas trabeculares são características de uma orientação de acordo com as linhas de stress que existiram e que auxiliaram o osso a resistir a forças de impacto e que minimizaram o risco de fratura. É no osso esponjoso que está contida a medula óssea vermelha e amarela. A medula óssea vermelha é constituída por células tronco pluripotentes, células sanguíneas como hemácias, leucócitos, plaquetas e tem esta coloração devido à grande quantidade de hemácias presentes. Esta é ainda responsável pela produção de células sanguíneas e existe em maior quantidade nas crianças. A medula óssea amarela é constituída por células adiposas e não produz células sanguíneas, contudo tem algumas células tronco para alguns casos de emergência. Esta está apenas presente nos adultos (Corra, 2020).

6. Enxertos e substitutos ósseos

É fundamental fazer previamente uma análise óssea do local que vai receber o enxerto para a regeneração e avaliar a quantidade óssea perdida em altura, largura e a qualidade óssea. Carl Mish em 1990 estabeleceu uma importante classificação utilizada

ainda na atualidade, foi baseada noutras classificações que eram bastante mais abrangentes. Assim definiu que o tipo de osso podia ser classificado de 4 formas diferentes e que podem ser encontrados em diferentes locais específicos do corpo humano.

Tipo I

Osso cortical denso. Não é o mais adequado para uma reabilitação implanto suportada, apesar de conseguir apresentar boa estabilidade primária devido à sua cortical mais densa o que dificulta a irrigação sanguínea na zona. Este tipo de osso é mais frequente na zona mandibular inferior, zona dos prés molares.

Tipo II

Osso cortical fino e trabeculado grosso. Adequado para a colocação de implantes e segundo alguns autores é o melhor tipo ósseo para receber implantes. Tem uma boa irrigação sanguínea mas não tem uma estabilidade primária tão boa. Este tipo de osso é geralmente encontrado na região anterior da mandíbula.

Tipo III

Osso cortical e trabeculado fino. Este tipo ósseo é mais encontrado na zona posterior da maxila.

Tipo IV

Osso trabecular fino, é um osso mole ou esponjoso com mineralização incompleta. Este tipo ósseo é mais encontrado na zona posterior da maxila em pessoas desdentadas há muitos anos (Falcón-antenucci et al., 2011).

Os diferentes tipos de enxertos ósseos podem ser classificados como, autógeno quando são transplantados de um local para outro no mesmo indivíduo, homogêneos ou aloenxertos quando são transplantados de entre indivíduos da mesma espécie, heterogêneos ou xenoenxertos quando são transplantados entre seres de diferentes espécies. Existe ainda o enxerto sintético ou aloplásticos, que é quando são recriados a partir de metais, cerâmicas, plásticos, conchas de seres vivos entre outros. Outro fator

importante a ter em consideração e que pode ter elevada influência no sucesso da regeneração óssea é a forma como é apresentado o material de enxerto, se o osso é particulado ou se é em bloco. No caso de ser osso particulado, o tamanho das partículas é bastante importante pois estas têm influência na vascularização e na sobrevivência das células presentes e ao redor do enxerto ósseo (Rahal, 2004).

Alguns autores, baseados na evidência científica defendem que o tamanho das partículas influenciam no processo de cicatrização e de regeneração, sendo que o mais adequado são as partículas com o tamanho entre os 500 e os 700 micrómetros (Morães et al., 2017).

Para que ocorra uma adequada regeneração óssea, o osso substituto necessitará de promover a ativação e libertação de fatores de crescimento (Ajzen et al., 2005).

O sucesso da cirurgia e de uma boa regeneração depende também de vários outros fatores que devem ao máximo ser respeitados, a falha de cumprimento de um ou mais pode levar ao comprometimento da cirurgia e da recuperação do doente. Fatores esses que são:

- Assepsia durante o ato cirúrgico
- Encerramento dos tecidos moles livre de uma tensão excessiva
- Boa estabilização dos enxertos
- Tecidos moles em redor devem estar saudáveis
- Fatores sistémicos fisiológicos do doente devem ser cooperantes para a cirurgia
- Leito do osso recetor deve estar saudável
- Condições do osso a ser transplantado (Rocha et al., 2015).

Outros fatores que afetam a própria resposta do organismo humano recetor do enxerto ósseo são:

- Tipo de material do enxerto
- Porosidade do material
- Rigidez do material
- Forma do material
- Microambiente em redor do local enxertado (de SOUZA et al., 2016).

6.1. Propriedades dos enxertos

6.1.1. Osteogénicas

As propriedades osteogénicas são exclusivas dos enxertos autógenos onde são recrutados osteoblastos e dá-se a formação e desenvolvimento do tecido ósseo. As células osteogénicas podem ainda estimular a formação óssea em tecidos moles ou ativar rapidamente a formação em locais onde já há osso. Existe um recrutamento de células multipotentes que se vão diferenciar em células osteogénicas formadoras de osso (Oliveira, et al., 2011).

6.1.2. Osteocondução

Neste processo são recrutadas células osteoprogenitoras com potencial de formarem novo osso para migrarem para a zona enxertada. No percurso para a zona do enxerto, as células recrutadas vão-se diferenciar para atuarem no local e depositar matriz diretamente sobre a superfície do enxerto (Dominic, 2020).

6.1.3. Osteoindução

É um processo fisiológico fundamental para que ocorra a regeneração óssea e é desencadeada pela ação das proteínas morfogênicas ósseas (BMP'S). É um processo onde são estimuladas e recrutadas por sinais químicos células osteogênicas que vão ajudar na neoformação óssea (Dos Santos et al., 2005).

6.1.3.1. Proteínas morfogênicas ósseas (BMP'S)

São proteínas com a capacidade de promover a diferenciação das células tronco em células osteoprogenitoras. Estas provocam uma osteoindução e são das poucas células que têm essa capacidade. Existem mais de 20 subtipos de BMP'S identificados nos seres humanos e que pertencem à superfamília do fator de crescimento tumoral beta (TGF-B) (R. Mendes et al., 2021).

As BMP'S são glicoproteínas responsáveis pelo recrutamento das células osteoprogenitoras para os locais onde é necessária formação de novo tecido ósseo. Estas têm uma ação reguladora onde podem ter uma ação de inibição ou estimulação sobre as células. As mais relevantes para a área de medicina dentária são a rhBMP2 e a BMP-7, onde a sua adição aos enxertos ósseos estão indicados em grandes perdas ósseas, em acontecimentos derivados de anomalias de desenvolvimento na estrutura óssea e em doenças infecciosas e inflamatórias (Dos Santos et al., 2005).

Ficou comprovado por vários estudos de diversos autores que a adição de BMP'S a esponjas de colagénio e a matérias de enxerto ósseo melhora os resultados de regeneração óssea, influenciando positivamente a formação de novo tecido ósseo, onde as BMP'S promoveram uma mobilização, diferenciação, organização, remodelação e ainda encurtamento do tempo de formação de novo osso (Monteiro et al., 2007).

6.2. Tipos de formação, reparação e cicatrização óssea

6.2.1. Modelação óssea

A modelação é o processo pela qual se forma novo tecido ósseo sobre osso já existente sem que haja reabsorção óssea ou qualquer interação por parte dos osteoclastos. O objetivo da modelação é alterar a forma do osso ou adaptá-lo a uma mudança para que este consiga novamente suportar cargas mecânicas já existentes. A modelação é essencial para o bom funcionamento de 3 processos osteogénicos principais, o crescimento longitudinal na elongação dos ossos, crescimento radial e as derivações ósseas corticais e celulares. Este processo pode ocorrer no perióstio, nas superfícies ósseas endocondral ou trabecular (Gasser & Kneissel, 2017).

6.2.2. Remodelação óssea

A remodelação óssea é o processo através do qual se estabelece o equilíbrio entre os efeitos catabólicos dos osteoclastos e os efeitos anabólicos dos osteoblastos no mesmo local de atuação. Para o processo de reabsorção óssea ocorrer, é preciso ativar os osteoclastos já existentes e recrutar outros novos, isto ocorre com a ajuda das citocinas RANKL e OPG (osteoprotegrina) na regulação do processo de recruta dos osteoclastos. Na remodelação óssea, osso antigo é substituído por osso novo, é um processo que consiste em 5 fases: ativação, reabsorção, reversão, formação e uma fase de repouso ou quiescência. Na ativação, devido aos estímulos são recrutadas células precursoras dos osteoclastos para a superfície óssea. Na reabsorção, os osteoclastos diferenciam-se dos seus precursores e criam um microambiente ácido entre as células e a superfície óssea onde é dissolvida a porção mineralizada do osso. Na reversão, algumas células osteoclásticas sofrem apoptose e as células osteoblásticas são recrutadas para a superfície para realizarem a aposição óssea. Na fase de formação, os osteoblastos recrutados depositam matriz orgânica como colagénio, proteoglicanos, enzimas e fatores de crescimento, após a sua formação começam-se a depositar minerais como o cálcio, o fosfato, iões hidróxido e bicarbonato que vão ser cristalizados. Alguns osteoclastos que restaram da fase anterior têm capacidade de ativar osteoblastos. Na fase de repouso, alguns osteoblastos que restaram ficam retidos na sua própria matriz e

diferenciam-se em osteócitos que são incorporados nas lacunas entre as lamelas ósseas nos osteões e que regulam através da produção de moléculas como a esclerostonin a diferenciação dos osteoblastos secretores em células de revestimento ósseo finalizando o processo de remodelação óssea (Wirginne & Rodrigues, 2020).

6.2.2.1. RANKL

São produzidos por osteoblastos maduros e têm um papel importante na diferenciação dos osteoclastos. O RANKL vai-se ligar ao recetor RANK que está na membrana da superfície dos osteoclastos. Alguns autores afirmam que o RANKL se liga também à OPG.

6.2.2.2. Osteoprotegrina

Inibe a reabsorção óssea inibindo a formação dos osteoclastos, a OPG é produzida e libertada pelos osteoblastos na regulação do metabolismo ósseo e é potencializada pela ação do estrogénio. A OPG inibe a maturação e a ativação dos osteoclastos e tem ainda alta afinidade pela RANKL que quando ligadas, vão impedir que o RANKL produzido pelos osteoblastos se ligue à RANK na membrana dos osteoclastos (Alves et al., 2004).

Na regulação do metabolismo ósseo estão incluídos fatores locais e sistémicos. Os fatores locais relevantes são as proteínas formadas localmente que influenciam a recruta e eliminação de fatores de crescimento que atuam tanto de forma local como de forma sistémica.

Os fatores sistémicos com mais importância neste processo são a hormona calcitonina, grelina, hormona da tiroide, a vitamina D3, a hormona do crescimento ou somatotropina, hormonas sexuais e glucocorticoides (Corra, 2020).

Existem ainda fatores locais extrínsecos como a força mecânica fisiológica que vão ter influência nas diferentes fases (Castro Junior et al., 2008).

6.2.2.3. Calcitonina

Hormona que atua de forma direta no metabolismo mineral e auxilia na recuperação e manutenção óssea. Libertada pelas células parafoliculares da tireoide que vai regular e manter os níveis de cálcio, podendo causar hipofosfatemia ou hipocalcemia. Possui ainda ação analgésica, anti-inflamatória e anti-osteoclástica.

6.2.2.4. Grelina

É libertada de forma mais abundante nas células especializadas das glândulas oxínticas ou parietais do epitélio gástrico, entre 60% e 70% é o valor de grelina circulante libertada pelo estômago, o restante é libertado no intestino delgado e que numa altura acaba por se ligar aos recetores existentes nas células ósseas. A grelina pode induzir a formação de osteoblastos e a sua replicação. (Wirginne & Rodrigues, 2020).

6.2.3. Cicatrização óssea

Na cicatrização óssea estão envolvidos diferentes tipos de células e fatores que foram mediadas por fatores intrínsecos e extrínsecos. O aporte sanguíneo para o local que sofreu dano e o estado nutricional do doente são dois dos fatores que influenciam no processo de cicatrização. Alguns autores sugerem que as vitaminas A, C, D e E atuam como importantes ativadores e mediadores na cicatrização (Giordano et al., 2012).

Quanto menor for o tempo de cicatrização óssea ao redor dos implantes (osteointegração) melhor será o prognóstico e mais perto estará o sucesso da cirurgia (Albertini et al., 2015).

No processo de cicatrização óssea existem 3 processos passíveis de distinguir: a fase inflamatória, a fase reparadora e a fase de remodelação. A fase inflamatória tem como objetivo para a hemorragia por vasoconstrição, remover células mortas e

microrganismos. Esta começa logo após a fratura ou danificações provocadas e dura cerca de 24 a 48 horas onde se forma um hematoma que é constituído por células sanguíneas e da medula óssea que vão formar um calo ósseo. Após as 48 horas o exsudado celular do hematoma contém vários mediadores inflamatórios, fatores angiogénicos e de crescimento que são libertados e estimulados pelas células como plaquetas e outras células locais. Estes novos fatores vão estimular o aparecimento das células brancas como mastócitos, macrófagos, neutrófilos e linfócitos que vão por fagocitose eliminar matéria orgânica e vão estimular a deposição de fibrina e a recrutamento de células osteoprogenitoras. Na fase de reparo é essencial que haja um bom aporte sanguíneo, reestruturação e renovação dos vasos sanguíneos danificados ou destruídos, denominada de angiogénese, que é um passo crucial para que haja uma boa osteogénese. Um bom aporte sanguíneo para a zona danificada permite que sejam levados nutrientes, fatores de crescimento e células osteoprogenitoras essenciais para a reparação do tecido ósseo. (Palma & Isola, 2012).

6.3. Autoenxerto ou enxerto autógeno

Neste tipo de enxerto existem 2 classificações, os enxertos retirados de áreas extra orais e os retirados de áreas intra orais. Enxertos extra orais são utilizados em cirurgias onde é requerida uma maior quantidade de tecido ósseo para a reconstrução, estes acarretam como consequência uma alta morbidade e um maior desconforto durante o pós-operatório. A recolha de tecido ósseo pode ser feita da crista ilíaca, calote craniana, costela, tibia e da fíbula. Os enxertos intra orais são recolhidos da zona do mento, da tuberosidade maxilar, do ramo e corpo da mandíbula, ou também chamada de zona retromolar e da zona do pilar zigomático. Estes têm vantagens sobre os primeiros devido à proximidade do local recetor, serem de fácil acesso, terem menor custo e reduzem o tempo e risco de morbidade do pós-operatório (Costa Silva Pereira et al., 2012).

O osso autógeno tem como benefício serem transplantadas células vivas com propriedades osteogénicas e que não causam uma resposta imunológica. Auxiliam numa menor resposta inflamatória, têm uma reparação óssea mais rápida e não acarreta o risco

de transmissão de doenças provenientes de animais ou de outros seres humanos (Jc et al., 2016).

O período de cicatrização do enxerto na maxila é de 4 meses e de 5 a 6 meses na mandíbula. Os diferentes locais de onde pode ser colhido o tecido ósseo têm duas formas diferentes de ossificação, se foi intramembranosa ou endocondral. A primeira ossificação tem uma melhor e mais rápida revascularização e é melhor a responder contra uma futura reabsorção óssea (Faverani et al., 2014).

Enxertos em bloco podem ser utilizados isoladamente mas grande parte das vezes são utilizados em conjunto com o osso particulado, estes são estabilizados com parafusos e depois cobertos com uma membrana que pode ser de colagénio ou malha de titânio. O osso particulado também pode ser utilizado individualmente, contudo não é obrigatório o recobrimento com membrana (Faverani et al., 2014).

O osso autógeno é o único que tem propriedades osteocondutoras, osteoindutoras e osteogénicas em que no osso transferido contém células osteogénicas e osteoprogenitoras que ainda se podem diferenciar em osteoblastos aumentando assim o potencial de crescimento ósseo. Juntamente com o osso transferido vão também células que contêm proteínas ósseas morfogénicas (BPM) que estão presentes na matriz óssea, tanto no osso cortical como no osso esponjoso (Clarete et al., 2010).

6.3.1. Tuberosidade maxilar

Região onde o osso é praticamente todo medular, não oferece grandes quantidades de osso e quando necessário pode ser removido de ambos os lados da face. É um osso que serve para preenchimentos ósseos na forma de partículas. Acarreta como riscos cirúrgicos e complicações o risco de hemorragia, remoção excessiva de osso e que pode conduzir à abertura do seio maxilar podendo causando uma fístula buco-nasal.

6.3.2. Mento

É das melhores zonas para remover osso uma vez que nesta zona é possível encontrar osso cortical e medular. Este pode ser usado de diversas formas, em bloco sendo *onlay* (sobre o rebordo ósseo), *inlay* (dentro de uma cavidade), *sandwich* (entre as corticais da zona recetora) ou ser ainda triturado para preencher os pequenos espaços existentes entre os blocos ósseos aparafusados e o defeito ósseo. As complicações que poderão surgir ao realizar este procedimento de extração óssea podem ser o aparecimento de hemorragias, hematoma, parestesia labial ou dentária caso sejam danificadas as estruturas nervosas adjacentes, necessidade de apicectomia em dentes próximos por lesão destes, pode ainda existir sensibilidade cutânea devido à danificação do nervo mentoniano e modificação anatómica e estética do plano de perfil do doente.

6.3.3. Zona retromolar (ramo e corpo da mandíbula)

Nesta região é possível encontrar uma maior quantidade de osso cortical em relação ao medular e possível ser utilizado tanto em bloco como particulado. Esta zona é recomendada enxerto do tipo *veneer* (sobreposto ao remanescente ósseo), mais *inlay* ou *onlay*. É possível remover uma maior quantidade de osso nesta zona, tanto em espessura como em comprimento. Os riscos cirúrgicos neste local e o corte do feixe vasculo-nervoso alveolar inferior podem causar parestesia, hemorragia ou hematoma. O nervo lingual pode ser lesado ou mesmo seccionado pelo afastamento dos tecidos e má técnica operatória (Faverani et al., 2014).

Vários autores preconizam que a microarquitECTURA maioritariamente cortical, apresenta uma baixa reabsorção óssea e uma boa incorporação após a cicatrização. Esta devido à sua microarquitECTURA permite uma melhor estabilidade primária do implante dentário, melhora o processo de cicatrização e melhor suporta as forças que vão ser mais tarde aplicadas. Defendem ainda que a aplicação do implante dentário logo após a incorporação do enxerto tem aplicações estimulantes no osso que ajudam a manter o volume e previnem uma futura degradação óssea (Costa Silva Pereira et al., 2012).

6.4. Aloenxertos ou enxertos homogêneos

Estes enxertos ósseos são removidos de doadores humanos não vivos em colheitas multiorgânicas e/ou em vivos aquando de cirurgias mais invasivas. Têm a facilidade de o recetor apenas de precisar de receber, o que diminui a morbilidade de um local dador. Permite uma grande disponibilidade de material com as diferentes combinações ósseas por vezes necessárias, têm características corticais, medulares ou cortico-esponjosos, podendo ainda estes serem moldados e oferecer uma melhor adaptação à zona recetora. Este enxerto ósseo contém apenas propriedades osteoindutoras e osteocondutoras (Sobreira et al., 2011).

Os diferentes tipos ósseos são removidos de diferentes formas, usando serras pneumáticas, goivas e escopros manuais. Podem posteriormente ser usados em bloco ou particulado, sendo necessitam ser bem conservados e cumprir os requisitos de desinfeção e esterilização para não originar respostas imunogénicas por parte do recetor e evitar a transmissão de doenças infectocontagiosas. Antes da aplicação clínica os enxertos podem ainda ser mergulhados numa solução de antibióticos como a Rifampicina (1200mg) + 500cc de soro fisiológico ou de Vancomicina (1000mg) + 500cc de soro fisiológico, durante 1 hora, uma vez que estes antibióticos atuam contra os Gram + (bactérias e fungos), que são os microrganismos mais frequentes encontrados em enxertos alógenos rejeitados (Judas et al., 2018).

Com o decorrer do tempo e o avançar da tecnologia, surgiu a necessidade de arranjar novas alternativas e novos métodos de processamento destes tipos de osso e das formas como estes são armazenados (Galía et al., 2009).

A revascularização na zona lesada é influenciada pelo tipo de osso enxertado e o seu tipo de processamento antes da colocação de implantes. Os diferentes tipos de processamento e armazenamento, tal como se é fresco ou desmineralizado, vai ter uma importante influência na revascularização da zona onde foi feito o enxerto ósseo (Sobreira et al., 2011).

Muitas vezes aquando da remoção dos enxertos ósseos, eles ainda têm aderidos a si material orgânico como, gordura, sangue, membranas celulares que precisam de ser removidos. Eles são lavados abundantemente com soro fisiológico, processados usando soluções de peróxido de hidrogénio e de etanol, onde depois vão ser processados e armazenados de diferentes formas (Judas et al., 2018).

Os enxertos alógenos podem ser classificados como mineralizado ou desmineralizado. No grupo alógeno mineralizado, este pode ser apresentado de 3 formas diferentes, fresco, congelado e liofilizado.

6.4.1. Alógeno mineralizado fresco

Quase nunca é utilizado, porque necessita de ser transferido rapidamente do dador para o recetor e é quase inexistente o tempo para confirmar se o doente e o enxerto removido cumprem os requisitos de esterilidade e se pode vir a transmitir alguma doença contagiosa ao recetor.

6.4.2. Alógeno mineralizado congelado

Conservado a baixas temperaturas, por volta do 60°C para conseguir diminuir a degradação das enzimas, diminuindo também a imunogenicidade visto que vai cumprir um período de incubação onde não vão ser afetadas as propriedades mecânicas. Vai ter melhores propriedades mecânicas que o liofilizado apesar de ter um risco de transmissão maior.

6.4.3. Alógeno mineralizado liofilizado

O processo da liofilização envolve a remoção de água do tecido, o que fragiliza o enxerto devido a este sofrer alterações biomecânicas, diminuição da resistência à compressão, à tração e à flexão. Apresentam um período de vida útil não definido. O enxerto ósseo alógeno desmineralizado passa por um tratamento ácido que pode

degradar algum do material presente no osso, deixando apenas proteínas não colágenas, fatores de crescimento e colagénio (Rodolfo et al., 2017).

6.5. Xenoenxertos ou enxertos heterógenos

Existem enxertos xenógenos de origem bovina, equina, porcina, exosqueletos de corais e até mesmo de cascas de ovos, sendo os mais utilizados os de origem bovina. Estes contêm apenas propriedades osteocondutores, onde têm um baixo grau de reabsorção e são capazes de providenciar uma boa estabilidade primária (Daniel et al., 2020).

Neste tipo de enxertos apenas é deixada a porção inorgânica mineral do osso, a porção orgânica que está e vem aderida ao osso aquando da sua colheita é removida através de vários processos químicos que acabam por desmineralizar e criar porosidades na estrutura dos cristais de hidroxiapatite do osso, só tendo a capacidade de ser também osteoindutor se tivesse na sua composição componentes orgânicos. Grande maioria dos tecidos ósseos são desproteinizados de forma a reduzir as respostas imunogénicas do organismo recetor, sendo os enxertos de bovinos desproteinizados os mais utilizados. Os xenoenxertos demonstram uma formação óssea mais rápida do que os enxertos alógenos e do que os aloplásticos (Jung et al., 2020).

No processamento dos xenoenxertos resultam dois tipos de materiais diferentes, o inorgânico e o orgânico. O material inorgânico é isento de proteínas e células, têm na sua constituição apenas cristais de hidroxiapatite. Aqui são removidas as proteínas, com recurso a tratamentos térmicos que rondam os 300°C, contudo as diferentes temperaturas que podem ser utilizadas influenciam no grau de cristalinidade do tecido ósseo. Os procedimentos de purificação dos enxertos animais podem também ser efetuados por liofilização tal como os enxertos alógenos. São os tratamentos acima dos 300°C que neutralizam e eliminam o risco de transmissão de doenças dos animais para os humanos. Comercialmente estes enxertos ósseos são encontrados com tamanhos de partículas diferentes e podem ser associados a colagénio ou não, o que não modifica as suas propriedades. As vantagens deste tipo de enxertos são a sua elevada

disponibilidade no mercado e possuem uma estrutura similar à matriz inorgânica do osso humano. Contudo alguns autores defendem que muitos dos enxertos comercializados não correspondem a 100% ao que está descrito na descrição do produto, tendo sido possível encontrar alguns vestígios de partes orgânicas animais que podem provocar uma resposta imunológica por parte do recetor. Serão ainda precisos mais estudos no futuro para confirmar se estão a ser respeitados os controlos de qualidade como as empresas afirmam (Rodolfo et al., 2017).

6.6. Enxertos aloplásticos ou sintéticos

Para ser possível superar certas limitações que aconteciam e acontecem com os outros tipos de enxertos ósseos, nas diferentes áreas da medicina começou-se a apostar mais em outra alternativa, que são os enxertos ósseos aloplásticos. Com esta nova abordagem foi possível ultrapassar o problema da limitação de osso disponível, dos elevados custos, da eventual propagação de doenças e os problemas imunogénicos associados. Este tipo de enxerto apenas possui propriedades osteocondutoras (Clarete et al., 2010).

Contudo, as desvantagens das biocerâmicas é a sua reduzida resistência à carga mecânica, sendo essencial que os materiais estejam fixos por um período de tempo até estarem bem consolidados, além disso, não são adequados para zonas muito extensas de regeneração e que não necessitem de sustentação. Os materiais cerâmicos quando submetido a forças de tração, sofrem uma deformação plástica e fraturam de imediato, sendo aconselhado o seu uso, em locais onde exista predominantemente forças de compressão (Carlos et al., 2010).

Os enxertos ósseos aloplásticos podem ser categorizados em 2 grupos, os vidros bioativos e as biocerâmicas.

6.6.1. Bio cerâmicos

Nas bio cerâmicas estão incluídas:

- Fosfato de cálcio
- Hidroxiapatite
- Fosfato tricálcico polimórfico
- Cimentos de fosfato de cálcio
- Sulfato de cálcio

As biocerâmicas podem ainda ser classificadas em bio inertes, biotolerantes, bioativas e bio reabsorvíveis (Kawachi, Elizabeth Y.; Bertran et al., 2000).

Bio inertes, mantêm as suas propriedades físicas e mecânicas depois de implantados, não provocando resposta dos tecidos. Alguns autores não estão de acordo, pois qualquer material que seja implantado reproduz uma resposta, mesmo que seja mínima. Tanto neste como nos bio toleráveis, resultam no encapsulamento do implante por camadas de tecido fibroso não aderido, não havendo interação direta entre o implante e o tecido. Bioativos, interagem com os tecidos ao seu redor originando uma resposta como se o material implantado fosse um tecido natural. Bio reabsorvíveis, participam intimamente nos processos metabólicos do organismo e vão sofrendo degradação química, onde vão sendo substituídos lentamente por células de crescimento (Pires et al., 2015).

6.6.1.1. Fosfato de cálcio

Este composto é dos mais frequentemente utilizados. Este material é composto por sais de ácido fosfórico ou ortofosfórico. Todas as outras bio cerâmicas constituídas à base de fosfato de cálcio são basicamente modificações da formulação química deste, onde varia a solubilidade e a estabilidade conforme o ph em que são aplicados, onde são

distinguidos mais concretamente pela sua razão molar. As cerâmicas à base de fosfato de cálcio, têm ainda como destaque a sua capacidade de não serem tóxicas a nível local e sistémico para o organismo humano, ausência de respostas imunogénicas e de terem uma boa ligação ao tecido hospedeiro. Estas características são possíveis por este conter na sua formulação íões de cálcio e fosfato que participam nas trocas iónicas entre o tecido biológico e o material enxertado (Pires et al., 2015).

6.6.1.2. Hidroxiapatite

A hidroxiapatite (HA), é apenas fosfato de cálcio com menos solubilidade, mas mais estável em meios aquosos quando o pH é maior que 4,2. Hidroxiapatite é um dos principais constituintes minerais e está presente em várias zonas distintas do corpo humano, como nos ossos, nas unhas, no esmalte, na dentina e em pedras urinárias e dentárias. Tem uma lenta biodegradação no organismo humano, entre 4 a 5 anos, o que faz com que não possa ser utilizada de forma absurda, mas contém uma rápida adaptação óssea e sem formação de tecido fibroso, o que faz com que o tempo de cicatrização seja mais reduzido e consegue ainda uma estreita adesão entre o tecido já existente e o enxerto e induz ainda a neoformação óssea ao redor das partículas enxertadas (Pires et al., 2015).

Esta está disponível tanto em bloco como em partículas e para obter melhores resultados pode ser misturada com outros substitutos ósseos. A hidroxiapatite quando contém elevada porosidade o que evita o encapsulamento por tecido conjuntivo fibroso e aumenta a velocidade de crescimento do tecido ósseo (Clarete et al., 2010).

É ainda possível obter com a hidroxiapatite na zona enxertada, uma boa vascularização e uma resistência e rigidez semelhante ao osso humano (de SOUZA et al., 2016).

6.6.1.3. Fosfato tricálcico polimórfico

Pode ser encontrado em 4 formas estruturais diferentes que tiveram origem numa só, sendo essas formas a alfa, alfa linha, beta e gama, que são obtidos quando submetidos a certos processos químicos a diferentes temperaturas. Na medicina dentária o alfa e o beta são os de interesse, uma vez que estes também apresentam propriedades osteocondutoras, de bioatividade e de biodegradação. Segundo vários autores a utilização conjunta de fosfato tricálcico polimórfico (TCP) e de hidroxiapatite (HA) têm obtido melhores performances no que toca à velocidade de dissolução da mistura HA/TCP, uma vez que a velocidade é controlada pela quantidade de TCP presente na mistura (Carlos et al., 2010).

A dissolução destes materiais à base de fosfato de cálcio ocorrem com mais eficácia quando os valores de pH diminuem e a temperatura aumenta (Kawachi, Elizabeth Y.; Bertran et al., 2000).

6.6.1.4. Fosfato tricálcico polimórfico

Este material para enxertos ósseos é encontrado no mercado na forma de pasta, tem como vantagem a capacidade de poder ser injetado diretamente nos defeitos ósseo e em fraturas, o que leva a uma melhor adaptação ao local recetor independentemente de qual for o seu formato, sendo capaz de endurecer posteriormente à temperatura corporal quando entra em contacto com os fluidos do organismo humano e possuindo ainda excelentes propriedades osteocondutivas (Saciloto, 2014).

O cimento é possível designar-se como um elemento de ligação entre diferentes materiais. Os produtos finais formados são de extrema importância, pois são estes que determinam a solubilidade e a sua reabsorção no organismo humano. Muitas vezes, aos cimentos são adicionados aditivos que visam melhorar as suas propriedades. Diversos autores referem que aditivos como gelatinas, polissacarídeos e ácido poliacrílico têm elevado interesse para a biocompatibilidade do material e para as suas capacidades de escoamento, que fazem parte a viscosidade e a energia de ativação. Têm ainda adição

por vezes de componentes que têm capacidades antimicrobianas e cicatrizante que melhoram ainda mais este material (Gomes et al., 2012).

6.6.1.5. Sulfato de cálcio

O sulfato de cálcio (SC) não é tão usado como a HA e o TCP para os enxertos ósseos. O sulfato de cálcio pode ser encontrado em duas formas, alfa e beta, que se fazem diferenciar pelo tamanho dos cristais, pela sua superfície, pela sua rede de imperfeições e pela capacidade de dissolução. As suas composições químicas são idênticas, apenas as propriedades físicas é que diferem. A dissolução e absorção do sulfato de cálcio de pois de enxertado, ocorre em cerca de 8 semanas, dependendo do tamanho do local enxertado. Segundo descrito em alguns artigos, o enxerto com SC acelera a cicatrização óssea, permitindo a presença de osteoblastos funcionais que produzem matriz orgânica. O SC é dissolvido em iões de cálcio e de sulfato. Esses dois iões vão se combinar com a ajuda dos fluidos do corpo humano e vão formar fosfato de cálcio que vai originar uma rede osteocondutiva de apatite biológica que vai estimular o crescimento ósseo no local do defeito, através da mobilização de osteoblastos (López et al., 2011).

6.6.2. Vidros bioativos (VB)

Este substituto ósseo tem também a capacidade de regenerar defeitos ósseos uma vez que consegue estabelecer ligações químicas com o tecido ósseo e o meio ao redor. A capacidade de criação de ligações ósseas e a sua estabilização depende da composição e da microestrutura dos materiais bioativos, onde vários estudos indicam que a percentagem de sílica presente tem influencia, o ideal é que esta se situe entre os 42% e os 53% (Borges et al., 2018).

O VB tem também uma capacidade osteoestimuladora onde vai atrair células osteoblásticas para a superfície óssea e irá realizar deposição de nova matriz óssea

mineral, contudo foi também demonstrado que este material contém propriedades osteocondutoras (Felix et al., 2017).

Os VB estão disponíveis na forma particulada e em blocos e as reações químicas que irão ocorrer na superfície são baseadas em dissolução e precipitação de íons (Maia et al., 2010).

Os VB têm na sua formulação química dióxido de silício, óxido de cálcio, óxido de sódio e pentóxido de difósforo. Devido à presença destes materiais, após o VB entrar em contato com os tecidos vai existir uma troca de íons, onde se vai formar um gel que vai conter uma camada rica em sílica na superfície do VB, nessa camada vão estar apenas íons de cálcio e fosfato que vai influenciar biologicamente na formação óssea, pois contém uma estrutura química similar à fase mineral óssea onde se dá a formação do tecido ósseo. Esta camada é reconhecida pelo organismo como algo natural e então os osteoblastos reconhecem como uma superfície onde têm de depositar colagénio para se iniciar então a mineralização na superfície entre o osso enxertado e o osso maduro já existente. Na camada de gel que se forma que é rica em sílica, forma-se em simultâneo uma outra camada rica em cálcio e fósforo que faz atrair células fagocitárias para degradarem a camada de gel e fazerem o processo de neoformação óssea (Neto et al., 2008).

Este material tem ainda como vantagens o fato de ser um material sintético absorvível, apresentar ausência de riscos de transmissão de doenças ou respostas imunológicas e auxiliar na hemostasia. Para mais rápidos e melhores resultados este material pode ser misturado com outros tipos de osso, contudo devido à sua baixa tenacidade não está indicado para áreas que são continuamente submetidas a pressão quando ainda estão em condições clínicas onde o processo de remodelação óssea é obrigatório (J. V. Martins et al., 2010).

7. Técnicas cirúrgicas de regeneração óssea

7.1. Técnicas maxilares e mandibulares

Tanto a maxila como a mandíbula estão divididas por zonas. A zona I é definida como a região anterior e a zona II é definida como a região posterior. Na maxila a quantidade e qualidade óssea varia de pessoa para pessoa e conforme os seus hábitos e a sua genética. É frequente encontrar-se na maxila um tipo ósseo III e IV, que é definido como um osso cortical delgado ou até quase ausente (Sendyk, 2020).

A reabsorção vertical observada na maxila é quatro vezes superior à da mandíbula, contudo a reabsorção horizontal em ambas as arcadas, começa normalmente na superfície vestibular e vai aumentando progressivamente em direção à zona lingual ou palatina (Faverani et al., 2014).

Um dos pontos mais importantes e difíceis de alcançar, devido à falta de osso cortical e ausência de estruturas dentárias é a estabilidade primária do implante dentário (Scarano et al., 2006).

Em doentes com insuficiente volume ósseo na zona posterior da maxila, existe a possibilidade de realizar a técnica de elevação do seio maxilar, zona esta que com o avançar dos anos é um local que tem tendência a perder o seu volume ósseo e ocorrer a pneumatização do seio, onde este aumenta de tamanho e a membrana acompanha-o por todo o espaço da cavidade, dificultando a colocação de implantes. Com o evoluir dos anos e da ciência é uma área mais previsível e com mais eficácia das técnicas aplicadas (R. J. C. Martins & Lederman, 2013).

A cirurgia de elevação do seio maxilar permite um aumento substancial da quantidade de osso maxilar. Esta pode ser realizada por duas formas de acesso, um acesso lateral e outro acesso através da crista óssea. Para cada doente é necessário realizar um bom diagnóstico, onde é essencial respeitar sempre as indicações e contra-indicações deste tipo de cirurgia. Como indicações é requerido ter um seio maxilar pneumatizado com atrofia óssea, perda óssea devido a extrações e uma reduzida altura maxilar posterior. Como contra-indicações, o doente deve ser portador de doenças

sistêmicas e imunológicas, diabetes não controlado, periodontite, consoma em excesso álcool, drogas ou tabaco, problemas mentais, estar grávida, ter sinusite crónica, ter lesão periapical ou ainda se estiver a realizar algum procedimento de quimioterapia ou radioterapia nos 6 meses anteriores à realização da cirurgia (Bacelar & Neto, 2019).

A técnica escolhida pelo cirurgião é influenciada pela preferência do mesmo e pela anatomia do doente (Silvestre & Pinto, 2017).

Contudo para a elevação do seio maxilar existem várias técnicas que foram sendo modificadas. Com a inovação das técnicas foi possível torná-las menos invasivas e traumáticas para os doentes podendo assim ajudar os doentes a ter uma melhor recuperação pós-operatória aumentando assim a previsibilidade e o sucesso das cirurgias (Abadzhiev, 2009).

Concluiu-se que são necessários ainda mais estudos comprovados por evidência científica para concluir qual é o material de eleição para este tipo de técnica cirúrgica. Sendo que para uns o que é o mais correto, pode não ser para outros, o que questionada a validação científica dos artigos publicados até agora (Dentária & Felino, 2012).

7.1.1. Anatomia do seio maxilar

São cavidades ósseas presentes bilateralmente no maxilar superior, uma presente no lado direito e outra no lado esquerdo da face, têm uma forma de quadrilátero e está rodeado pelas paredes ósseas infra-orbitária, palato duro, processo zigomático e fossas nasais. Em média o seio maxilar no adulto apresenta 35mm da largura e 25mm de altura. Estão localizados na região posterior do maxilar superior, na zona dos pré molares e dos molares podendo em alguns casos progredir até à zona dos caninos (Sassone, 2013).

Dentro da cavidade óssea existe uma membrana, denominada de membrana de Schneider que é composta por células epiteliais colunares ciliadas pseudoestratificadas no seu lado interno e revestida por células basais, o periósteo, no lado exterior e que em média tem uma espessura de 2 a 3 mm (Malheiros & de Jesus Tavares, 2016).

O periósteo tem a capacidade de produzir diversos fatores celulares e humorais necessários para a regeneração óssea, grande parte conseguida com a ajuda das proteínas BMP2, que tem um papel fundamental na regeneração óssea. Um periósteo vital e são consegue regenerar e produzir tecido ósseo apenas com a presença de um coágulo sanguíneo, mesmo não existindo qualquer estrutura calcificada (A Troedhan et al., 2012).

7.1.2. Técnica de janela lateral ou direta

Esta é uma técnica onde o acesso é feito de uma forma lateral na parede média do osso que reveste o seio maxilar, onde pode ser efetuada por instrumentos rotatórios ou piezoelétricos. Nesta técnica, é feita a remoção da parede lateral óssea, depois a membrana de Schneider que é a que reveste o seio, é elevada com descoladores e depois o espaço em falta é preenchido com material de substituição ósseo. Esta técnica cirúrgica para a colocação de implantes é um procedimento que pode ser executado em uma ou duas fases cirúrgicas. É realizado em uma fase só quando é possível obter uma altura mínima de 5mm ou em duas fases quando apenas é apenas possível obter uma altura óssea entre 1 e 4mm, o que vai dificultar a estabilidade primária do implante colocado (Correia & Felino, 2012).

Uma das vantagens desta técnica é que a membrana do seio é visualizada diretamente e manipulada através de uma janela óssea criada no osso de revestimento maxilar, o que permite que a técnica seja executada de uma forma mais controlada. São efetuadas duas incisões de descarga verticais por vestibular, uma na região do canino e outra na região do molar, onde a secção óssea da osteotomia tem uma forma retangular ou oval que deve ser sempre irrigada aquando da osteotomia para não danificar o tecido ósseo. Após a osteotomia óssea é feita a elevação manual da membrana sinusal e depois é feito o

preenchimento ósseo pela abertura lateral, tentando ao máximo evitar o rompimento da membrana e sem espalmar demais de forma a permitir que ocorra uma melhor osteocondução do tipo ósseo enxertado. A decisão da colocação imediata do implante ou não é tida em conta conforme a quantidade de osso pré existente (David et al., 2018).

7.1.3. Técnica por osteótomos de Summers ou indireta

Esta de entre as técnicas de elevação de seio maxilar existentes, é considerada uma técnica não traumática, pois é menos invasiva. Nesta técnica é realizada uma incisão na mucosa que recobre a crista óssea dessa zona, para ter contato direto com o osso e o poder visualizar. Após o descolamento, são feitas perfurações no tecido ósseo com as brocas do sistema de implantes, onde posteriormente o material de enxerto vai ser introduzido e vai ser pressionado para apical com ajuda dos osteótomos com medidas crescentes, de forma a fazer a membrana de Schneider elevar-se para cima fazendo assim aumentar a quantidade de osso presente na zona. Os osteótomos vão ser inseridos e martelados de forma que o acesso ao seio vá sendo alargado, de forma que permita uma maior introdução de material. Devido à ponta dos osteótomos se romba e não cortante, esta provoca uma fratura e não uma perfuração. Esta técnica é recomendada quando é possível obter uma altura óssea residual superior a 5mm. Outro fator que vai influenciar uma boa e rápida absorção e conversão do material de enxerto é o formato, o tamanho e a aspereza das partículas do material enxertado. Quanto mais poroso o material for, maior dissolução irá existir (Batista et al., 2020).

Outro fator importante aquando da perfuração com as brocas do sistema de implantes é que na trepanação, esta deve ser o menos traumático possível para que se obtenha uma boa osteointegração. Certos fatores que possam ser demasiado traumáticos podem interferir no processo de maturação do osso. O preparo mecânico pode provocar danos térmicos no osso e com isso a vitalidade do tecido ósseo vai depender de fatores como a velocidade de rotação, a irrigação, o tipo de osteotomia, a temperatura na zona, a pressão aplicada, a forma, o tamanho e o tipo de corte da broca perfuradora e ainda duração da perfuração e a densidade do tecido ósseo (Gaspar et al., 2013).

7.1.4. Técnica do balão sinusal

Com esta técnica, o acesso ao seio maxilar pode ser feito de duas formas diferentes, pode ser feita através de uma janela lateral ou através da crista óssea, onde posteriormente vai ser introduzido o balão que ao expandir vai elevar a membrana de Schneider. Uma das vantagens desta técnica é poder ser aplicada quando existe apenas 3mm de altura de osso residual, enquanto a técnica de osteótomos requer que exista uma altura de 5mm ou mais. Na execução desta técnica são aplicados no tempo cirúrgico o enxerto ósseo e o implante dentário caso exista uma boa quantidade óssea. O acesso à cavidade do seio maxilar através de perfuração unicamente com brocas, enquanto outros começam a perfuração com brocas e quando estiverem a cerca de 1mm de chegar à cavidade do seio maxilar fazem o acesso final com recurso a osteótomos de forma a preservar a integridade da membrana e permitir assim uma fratura controlada (Peñarrocha-diago et al., 2012).

Após a entrada na cavidade a integridade da membrana é avaliada através do recurso a um endoscópio que é inserido através do leito de implantação. Efetuados estes passos, é depois introduzindo o balão de látex que vai ser insuflado com uma concentração salina de soro fisiológico estéril que vai provocar o descolamento suave da membrana no pavimento da cavidade. Com esta técnica o que se consegue é a não irrigação da membrana, o que resulta em um pós-operatório com uma redução da dor, devido a ser menos traumática diminui também a taxa de hemorragia e as taxas de infeção da ferida provocada. É importante que na altura de colocar o material de enxerto ósseo não exista uma compactação excessiva do material, de forma que formação de novo osso possa ocorrer nas melhores condições e que exista espaço entre as partículas ósseas, para que os fatores de crescimento e células osteogénicas possam penetrar (Velázquez-cayón et al., 2012).

7.1.5. Técnica hidrodinâmica transcrestal (intralift)

É uma técnica minimamente invasiva, onde o acesso ao seio é feito pela crista óssea através de um retalho único pela utilização de pontas ultrassônicas. As perfurações ósseas nesta técnica são realizadas com recurso a pontas ultrassônicas hidrodinâmicas revestidas com diamante, onde a irrigação é feita com soro fisiológico estéril ou água estéril. É uma técnica onde o sistema usado é um sistema piezoelétrico e não o rotatório convencional, o que torna o processo menos traumático. Esta técnica tem uma particularidade, o pavimento do seio quando é exposta a membrana de Schneider vai ser elevada por uma pressão hidrodinâmica que é provocada pela pressão do soro usado durante a irrigação (A Troedhan et al., 2012).

É utilizado um sistema onde são utilizadas sequencialmente cinco pontas ultrassônicas diamantadas com tamanhos diferentes. É feita uma perfuração com a perfuradora piloto e em seguida é alcançado o pavimento do seio mas sem o perfurar. Em seguida existe um alargamento da grossura da perfuração e uma outra ponta irá irrigar e fragilizar a zona de interesse. Por último, com uma seringa é injetada água ou soro estéril durante cinco segundos com o objetivo de descolar e elevar a membrana e o osso seccionado para dentro da cavidade sinusal.

Após este processo aplica-se o material de enxerto ósseo, onde o cirurgião conforme cada situação pode colocar imediatamente o implante ou esperar que ocorra uma boa cicatrização óssea. Esta técnica realizada por cirurgiões experientes e bem capacitados, foi considerada mais segura que a técnica tradicional transcrestal de Summers e do que a técnica do balão (Angelo Troedhan et al., 2013).

7.1.6. Técnica de osseodensificação

É uma técnica mais atual que envolve o processo de osseodensificação, que é executado com o auxílio de brocas multilaminadas não cortantes que rodam no sentido

do horário e no sentido anti horário. A osseodensificação é a condensação das paredes do tecido ósseo que ocorre na altura do preparo com as brocas. É uma técnica que permite a manutenção do rebordo alveolar e permite a colocação de implantes dentários com uma maior estabilidade primária, o que é um fator extremamente importante para que ocorra uma boa osteointegração e que seja possível uma maior longevidade do implante. É possível ser realizada tanto na maxila como na mandíbula. As brocas de perfuração apresentam um cinzel de corte na ponta e uma base cônica que permite que o diâmetro aumente gradualmente à medida que se aprofunda o osso, o que ajuda no controlo da expansão óssea. Nesta técnica como é possível operar em diferentes direções torna mais eficaz o processo de densificação óssea (Sendyk, 2020).

A estabilidade primária do implante é um dos aspetos fundamentais do sucesso a longo prazo do implante, esta técnica conseguiu ampliar a previsibilidade e a taxa de sucesso, ao permitirem a compactação do osso trabecular, fazendo aumentar também a densidade óssea. Este sistema alargador é menos traumático, a compactação ocorre devido às propriedades viscoelásticas e elásticas que o osso apresenta. Durante a perfuração e devido à abundante irrigação necessária com soro para não sobreaquecer e danificar o tecido ósseo, algumas partículas de osso autógeno são incorporadas na compactação e outras são removidas, contudo a maior vantagem é não ter de remover osso quando este é perfurado (Huwais & Meyer, 2017).

Esta técnica permite a imediata colocação de implantes dentários e caso seja necessário pode ainda ser adicionado material de enxerto ósseo para obtenção de melhores resultados (Huwais, 1997).

7.1.7. Técnica de expansão óssea controlada de Mesinger/ Slipt Crest

Esta técnica é uma das que vai usar o método de implantação através da osseodensificação e tal como não existirá uma osteotomia escavadora mas sim expansora, onde o osso vai ser compactado e vai aumentar a densidade óssea. Esta é também uma técnica que é mais utilizada na zona maxilar anterior, mas podendo também ser executada na mandíbula. Onde a maxila e mandíbula variam pelas suas

diferentes densidades ósseas. É necessário o recurso a imagens radiográficas de diagnóstico como uma ortopantomografia, uma peri apical e um CBCT. A nível da estrutura óssea é ainda essencial avaliar a sua forma, a sua altura e espessura que convém que seja no mínimo de 3 mm, onde é indicado que a altura da base óssea seja mais larga que a da crista óssea (Horrocks, 2010).

Em alguns artigos é possível identificar que existem atualmente diferentes procedimentos de separação da crista óssea onde há casos que se colocam material de enxerto ósseo nas maxilas e nas mandíbulas desdentadas, o que varia de caso para caso (Tolstunov & Hicke, 2013).

Isto acomete para uma regeneração óssea guiada onde é efetuada uma osteotomia longitudinal de separação da crista óssea que permite colocação imediata dos implantes e elimina a morbidade e o tempo de cicatrização. A divisão pode ser feita com brocas rotatórias ou piezoelétricas e isto permite ganhar largura de vestibular a lingual ou palatino, de forma que se ganhe espaço para o posicionamento do implante. Nesta técnica, a expansão óssea pode ser realizada de 2 formas, através de osteótomos ou através de expansores de Mesinger, onde nesta os expansores são parafusos rosqueadas ou 1 placa que vai expandindo. O novo espaço existente na crista óssea é preenchido naturalmente com novo osso que se vai formar, ou que pode ser acrescentado, sendo uma técnica adequada para recuperar de deficiências horizontais, mas não verticais. No caso de ser usada uma membrana em simultâneo com os implantes dentários esta terá de ser bem adaptada de forma a que a membrana não fique exposta de forma a minimizar o risco de infeção. O risco e a falha destas cirurgias ocorrem quando é colocada uma membrana de proteção ou fixação e essa membrana fica exposta, o que faz aumentar bastante o risco de infeção da zona e leva a uma reabsorção óssea e à perda dos implantes. Mas em cirurgias maiores e mais complexas e quando existe também a necessidade de aplicação de material de enxerto ósseo, está aconselhado o uso de membrana que pode apenas ser colocada sobre a zona ou pode ser fixa com parafusos (Papathanasiou et al., 2014).

7.1.8. Osteotomia piezoelétrica

Este tipo de instrumento e técnica de corte, converte a eletricidade em ondas ultrassônicas que vão gerar uma vibração que emite uma frequência de 25-30 kHz e que pode variar ainda entre os 2.8 a 16 W conforme a densidade óssea que é necessário cortar. Sendo que para cortar tecidos moles é preciso uma frequência superior a 50 kHz. A piezoeletricidade é três vezes mais potente que os ultrassons comuns e daí conseguir cortar apenas osso mineralizado (Consolaro et al., 2007).

Este instrumento permite reduzir o risco de danos provocados aos tecidos moles, como os vasos sanguíneos, nervos e membranas. Com isto consegue também reduzir o aquecimento que existe na altura do corte e permite uma melhor visibilidade devido a uma menor hemorragia. Ficou comprovado também que, aquando da remoção de terceiros molares impactados foi possível reduzir o edema facial e o trismo pós-operatório em comparação à osteotomia rotatória convencional. Devido às frequências especiais, tem um corte mais preciso onde se obtém uma perda óssea menor durante a cirurgia, o que vai promover condições de reparação óssea mais rápidas fazendo com que haja um menor número de células inflamatórias. Contudo, tem como desvantagem o seu elevado preço e o tempo cirúrgico ser maior que o das osteotomias convencionais, pois esta tem um corte mais lento (Filho et al., 2021).

A reduzida força e pressão que é aplicada para que o instrumento corte é reduzida, pois se for excessiva o próprio interrompe o corte. Apenas deve ser feito um posicionamento firme que vai resultar num mínimo aquecimento, o que diminui o risco de osteonecrose, garantindo assim desta forma a vitalidade dos osteócitos. Para ajudar a evitar o sobreaquecimento, é feita uma irrigação anexa com soro fisiológico ou uma solução salina a 0,9% (Consolaro et al., 2007).

8. Implantes dentários

8.1. Propriedades dos implantes

8.1.1. Osteointegração

Para melhor se compreender o que realmente é a osseointegração ou osteointegração, é essencial perceber como funcionam os mecanismos de osteogênese, pois este processo vai ocorrer sobre a superfície do implante. Este processo é possível devido à estabilidade primária e adesão entre o osso e o implante. O tecido ósseo no seu interior é irrigado por vasos sanguíneos de um calibre bastante reduzido e aquando da colocação do implante dentário endósseo esses vasos vão ser rompidos e a estrutura óssea vai ser modificada o que leva a uma resposta imunológica do organismo humano e a que ocorra um processo de reparação, reestruturação e nova formação de osso ao redor do implante dentário, a estes processos se chama de processo de osteointegração. Outro fator que vai também ter alguma influência é o formato e a rugosidade do implante dentário. O processo de osteointegração pode ser dividido em 3 fases diferentes onde ocorre: osteocondução, formação óssea e remodelação óssea (V. C. Mendes & Davies, 2016).

Na osteointegração existe uma conexão direta, estrutural e funcional entre o osso e a superfície do implante que vai ser submetido a carga funcional (Dominic, 2020).

8.1.1.1. Estabilidade primária/ancoragem

É devido à estabilidade obtida que é possível manter o implante bem fixo no local, dando suporte mecânico. Diversos fatores podem interferir numa boa estabilidade primária, tais como a densidade óssea, qualidade do tecido ósseo, a proporção de osso cortical e osso medular, presença de alvéolos pós extrações e de maus preparos no leito ósseo recetor. Para que haja estabilidade os micros espaços existentes entre o osso e o

implante têm de ser preenchidos, o que vai fazer com que passe a existir resistência aquando da tentativa de remoção do implante (V. C. Mendes & Davies, 2016).

É essencial que haja estabilidade, no qual faz com que exista o mínimo micro movimento possível ou até a ausência de movimento entre o implante e o leito ósseo recetor, para que ocorra um bom processo de formação de osso na interface osso-implante. O nível de estabilidade pode ainda ser medido no ato cirúrgico através do torquímetro usado na colocação do implante ou ainda através de aparelhos que usam ultrassons que medem a superfície implantar em contato com o osso do leito recetor (Falcón-antenucci et al., 2011).

8.2. Implantes dentários e as suas plataformas

Para a colocação de implantes dentários existem determinados pontos que devem ser devidamente analisados antes de partir para a fase cirúrgica. (Tamez et al., 2016).

Os implantes dentários são a superfície que está em contato direto com osso e que vai ter acoplado a si uma peça intermediária, o pilar, que vai fazer a ligação do implante com a peça protética definitiva, onde esse encaixe pode ser considerado interno ou externo. Os implantes dentários podem ser feitos de titânio que atualmente ainda são os mais utilizados ou podem ser de cerâmica. Para esses sistemas de encaixe existem três tipos de implantes diferentes, o de hexágono interno (HI), o hexágono externo (HE) e o cone morse (CM), onde este último é o mais recente. Os implantes variam de uns para outros conforme a necessidade do doente e da sua disponibilidade óssea, variando no material em que são fabricados, no tamanho, na largura, no tratamento da sua superfície e até no seu formato, se é cilíndrico ou cónico. Os pilares por sua vez variam também no material em que são confeccionados, no tamanho e largura, se receberam tratamento químico ou não e ainda se são pré-fabricados ou se são personalizados para um doente específico. O elemento protético depende e varia conforme o tipo de implante que foi colocado e se este vai ser cimentada ou aparafusada. É ainda essencial moldar os tecidos moles à volta do implante de forma que seja possível obter uma estética favorável e que

seja possível ter uma boa manutenção dos tecidos ao redor, onde esta pode ser feita com o uso de cicatrizadores e com coroas temporárias (Barros & Neto, 2010).

É ainda possível ao cirurgião fazer modificações na superfície do implante melhorando fatores como o atrito, propriedades mecânicas, químicas e biológicas de forma a aumentar a sua biocompatibilidade. Estas modificações influenciam comportamentos celulares, como a adesão e proliferação que são afetadas pela rugosidade, carga, energia livre e morfologia do implante dentário (Alves-Rezende et al., 2011).

É possível na implantologia obter taxas de sucesso passados cinco anos de mais de 90% e de após 10 anos de 85%, isto foi possível devido a novas técnicas que foram surgindo e os sistemas de conexões dos implantes que foram evoluindo para outros mais eficientes e com melhores desempenhos (Costa, 2017).

As conexões implante-pilar devem permanecer estáveis de forma a evitar o afrouxamento ou fratura do parafuso de forma que não existam complicações. Existem no mercado na atualidade variadas formas de conexão internas e externas como, octogonal, hexagonal, parafuso de cone, cilindro hexadecimal e tri-canal. A conexão interna é uma evolução da conexão externa, porém, em todos os sistemas onde é utilizado um parafuso para unir o intermediário ao implante é observado a presença de gaps (Oliveira & Ladeia, 2018).

8.2.1. Plataforma Hexágono Externo (HE)

Foi a primeira plataforma a surgir no mercado e são os mais apropriados para colocação de implantes em dois tempos cirúrgicos. Este contém um sistema anti rotacional, de reversibilidade e ainda de compatibilidade entre diversos sistemas. Dos principais problemas desta plataforma são micro movimentos que ocorrem devido à altura do hexágono que causam o afrouxamento do parafuso e do pilar, podendo mesmo levar à fratura do parafuso. Como têm um centro de rotação mais elevado, faz com que tenha menor resistência a movimentos de rotação e lateralidade, provocando um novo

problema que são as fendas que passam a existir entre o implante e o pilar (Dayube et al., 2017).

8.2.2. Plataforma Hexágono Interno (HI)

Esta plataforma surgiu para melhorar os pontos que o HE falhava, sendo que esta é superior pois consegue estabelecer uma conexão mais profunda onde o pilar vai ter uma maior área de contato com as paredes internas do implante, o que leva a uma diminuição de micro movimentos durante a aplicação de cargas, não projetando assim um elevado stress físico ao parafuso de retenção evitando que afrouxe ou frature com tanta facilidade. Esta plataforma é adequada para implantes de carga imediata, pois permite uma maior estabilidade e efeito anti rotacional devido à sua maior área de conexão entre o implante e o pilar sendo mais adequada também para reabilitações unitárias. É ainda mais resistente a cargas laterais e oclusais, conseguindo fazer uma melhor distribuição das forças ao longo do implante (Oliveira & Ladeia, 2018).

8.2.3. Cone Morse (CM)

Os implantes com a plataforma Morse têm resultados biológicos e estéticos satisfatórios superiores, pois conseguem reduzir o gap entre o implante e o elemento protético (José et al., 2019).

Este possui uma conexão interna onde o pilar possui uma forma mais estreita na sua base que está acoplada com uma conexão morse no interior do implante de uma forma mais justa. Este sistema surgiu na medida em que era necessário melhorar a distribuição das cargas fisiológicas para a região apical do implante dentário. Este comparativamente aos outros sistemas tem uma melhor adaptação, reduz micro fendas, reduz a reabsorção óssea peri implantar, melhor estabilidade mecânica do pilar, reduzida ocorrência de micro movimentos e rotações o que reduziu a taxa de afrouxamentos e fraturas de parafusos. Com este sistema foi ainda descoberta e desenvolvida a plataforma switching, onde são utilizados pilares protéticos têm uma largura menor que a

plataforma do implante devido à sua conexão cônica, possibilitando assim a diminuição da existência de gaps (Campos & Melo, 2019).

O sistema cone morse tem ainda como vantagem o facto de ter um melhor selamento da interface, o que faz diminuir a quantidade de bactérias na zona reduzindo assim a perda óssea no local (Silva et al., 2020).

III. Conclusão

Na área da cirurgia oral é essencial que o médico dentista perceba os mecanismos de regeneração dos tecidos duros e moles, como estes ocorrem e quais os fatores que podem influenciar uma boa cicatrização.

A regeneração óssea e os implantes dentários têm um importante papel na prática da Medicina dentária, sendo cada vez mais expressiva a sua procura por parte dos pacientes ao longo dos anos.

São procedimentos em que é possível reabilitar o doente tanto de uma forma física como de uma forma psicológica. É possível devolver a certas capacidades que foram perdidas gradualmente, tais como a capacidade fonética, estética, mastigatória e funcional, com o intuito de melhorar a sua qualidade de vida e autoestima do doente.

Contudo para cada caso individualizado de regeneração e para cada zona existem diferentes substitutos ósseos e diferentes técnicas que são possíveis eleger. Cada enxerto e cada técnica possuem a sua vantagem e desvantagem mas todas elas têm como objetivo reabilitar os doentes que perderam osso alveolar com implantes osteointegrados.

Para uma boa recuperação do volume ósseo perdido e reabilitação existem diferentes tipos de implantes. Em conjugação com os enxertos ósseos e a regeneração, todos eles são um conjunto que vai permitir restabelecer a estética e o bom funcionamento do sistema estomatognático do doente.

IV. BIBLIOGRAFIA

- Abadzhiev, M. (2009). *Literature review*. 23–27.
- Ajzen, S. A., Moscatiello, R. A., Lima, A. M. C. de, Moscatiello, V. A. M., Moscatiello, R. M., Nishiguchi, C. I., Alves, M. T. de S., & Yamashita, H. K. (2005). Análise por tomografia computadorizada do enxerto autógeno na cirurgia de “sinus lift.” *Radiologia Brasileira*, 38(1), 25–31. <https://doi.org/10.1590/s0100-39842005000100007>
- Albertini, M., Fernandez-yague, M., Lázaro, P., & Herrero-climent, M. (2015). *Advances in surfaces and osseointegration in implantology . Biomimetic surfaces*. 20(3). <https://doi.org/10.4317/medoral.20353>
- ALVES-REZENDE, M. C. R., BERTOZ, A. P. M., GRANDINI, C. R., LOUZADA, M. J. Q., SANTOS, A. P. de A., CAPALBO, B. C., & ALVES-CLARO, A. P. R. (2012). Archives of Health Investigation. *Archives of Health Investigation*, 1(1), 33–40. <http://archhealthinvestigation.com.br/ArcHI/article/view/77>
- Alves-Rezende, M., Dekon, S., Grandini, C., Bertoz, A., & Alves-Claro, A. (2011). TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE DE IMPLANTES DENTÁRIOS: SBF Surface treatment of dental implants : SBF. *Revista Odontológica de Araçatuba*, 38–43.
- Alves, I., Maria, R., & Pereira, R. (2004). *Osteoporose e Erosões Ósseas . ocais na Artrite Reumatóide : Osteoporosis and . ocal Erosive Bone Lesions in Rheumatoid Arthritis : Pathogeny and Treatment*. 347–354.
- Barros, G., & Neto, S. (2010). Giulianna Pinto Coelho Barros 1 , Saint’Clair Batista Rabelo Neto 2 1 2. *M. Load, I. Unit, I. Review*, 6(3), 163–169.
- Batista, S. G., Raposo, M., Faria, S. De, Bochnia, J., Agostinho, O. De, & Mello, E. B. De. (2020). *Levantamento de seio maxilar bilateral por duas técnicas diferentes com concomitante instalação de implantes : relato de caso implants : case report*. 2, 1–8.

- Borges, A. V., Teixeira-pimentel, I., Carvalho, O., Henriques, B., Silva, F., Bousbaa, H., & Caramês, J. (2018). Biomateriais sintéticos e xenógenos com alto potencial clínico para reparo tecidual. *Rev. Científica Internacional Revsalus*.
- Bozal, C. B., Sánchez, L. M., & Ubios, Á. M. (2012). *THE LACUNO-CANALICULAR SYSTEM (LCS) AND OSTEOCYTE NETWORK OF ALVEOLAR BONE BY CONFOCAL LASER SCANNING MICROSCOPY (CLSM)*. 25, 122–129.
- Bydlowski, S. P., Debes, A. A., Maselli, L. M. F., & Janz, F. L. (2009). Biological characteristics of mesenchymal stem cells. *Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia*, 31(SUPPL. 1), 25–35. <https://doi.org/10.1590/S1516-84842009005000038>
- Campos, A. D. L., & Melo, A. (2019). Fábio Alexandre de Lima Campos e MORSE CIMENTADAS VERSUS PARAFUSADAS: SCREW VS SCREWED IMPLANT PROSTHESIS: ADVANTAGES AND DISADVANTAGES. *Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences*, 84–100.
- Carlos, A., Herrera, A., Físico-química, D. De, Química, I. De, Paulista, U. E., Prof, R., & Degni, F. (2010). *Revisão*. 33(6), 1352–1358.
- Carvalho, N. B., Gonçalves, S., Guerra, C., & Carreiro, A. (2006). *UMA VISÃO CONTEMPORÂNEA Treatment Planning in Implantodontology : a Contemporary View*. 5458, 17–22.
- Castro Junior, A. F., Castro, B. K., Neto, L. L. da S., Mota, N. L., & Aarestrup, B. J. V. (2008). Embriologia e histofisiologia do tecido ósseo: revisão de literatura e bases histofisiológicas das principais doenças ósseas metabólicas. *Boletim Do Centro de Biologia Da Reprodução*, 27(1/2), 27–32. <https://periodicos.ufjf.br/index.php/boletimcbr/article/view/17023>
- Chen, A., Martins, J., Pragosa, A., Sousa, S., & Caramês, J. (2011). Tratamento endodôntico vs colocação de implante: Factores de decisão no sector estético anterior. *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial*, 52(2), 107–114. [https://doi.org/10.1016/S1646-2890\(11\)70019-X](https://doi.org/10.1016/S1646-2890(11)70019-X)

- Clarete, T., Vieira, F., & Sampaio, S. (2010). *Uso da biocerâmica no preenchimento de falhas ósseas*. 45(4), 433–438.
- Clarke, B. (2008). Normal bone anatomy and physiology. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology: CJASN*, 3 Suppl 3, 131–139. <https://doi.org/10.2215/CJN.04151206>
- Consolaro, M. F., Sant’Ana, E., & Neto, G. (2007). *Cirurgia PIEZELÉTRICA ou PIEZOCIRURGIA em Odontologia : o sonho de todo cirurgião ...* 17–20.
- Corra, F. (2020). Skeletal system 1: the anatomy and physiology of bones. *Nursing Times*, 116(2)(2), 38–42.
- Costa, C. (2017). AS DIFERENTES CARACTERÍSTICAS DE SISTEMAS E MODELOS DE IMPLANTES DENTÁRIOS: UMA REVISÃO DE LITERATURA. Cláudio Rodrigues Rezende COSTA 1 1. *Semana Académica: Revista Científica*, 01.
- Costa Silva Pereira, C., Jardim, C. G., Gomes De Souza Carvalho, C., Gealh, W. C., Marão, F., Ramon Esper, H., & Júnior, G. (2012). Técnica cirúrgica para obtenção de enxertos ósseos autógenos intrabucais em reconstruções maxilomandibulares Surgical technique for obtaining intra-oral bonegrafts in maxillo-mandibular reconstruction. *Rev Bras Cir Craniomaxilofac*, 15(2), 83–92.
- Da, C. D., Diferenciação, P. D., Araújo, A. C. G. De, Vasconcelos, R. G., & Vasconcelos, M. G. (2020). *PROLIFERAÇÃO E MEDIADORES QUÍMICOS ENVOLVIDOS : a literature review*. 435–459.
- Daniel, D., Shetty, V., Jose, J., Kumar, A. H., Santosh, B. S., & Saikrupa, S. P. (2020). *The efficacy of synthetic allograft and bioresorbable xenograft in immediate implant procedures : A comparative clinical study*. <https://doi.org/10.4103/jdi.jdi>
- David, G. M., Vermudt, A., Ghizoni, J. S., Pereira, J. R., & Pamato, S. (n.d.). *LEVANTAMENTO DE SEIO MAXILAR : UMA COMPARAÇÃO DE TÉCNICAS*.
- Dayube, U., Leal, T., Cunha, R., Monteiro, R., Shibli, J., & Furtado, T. (2017).

DESAJUSTE VERTICAL ENTRE IMPLANTE DE HEXÁGONO INTERNO E PILARES. *ImplantNewsPerio*, September.

de SOUZA, G., Vieira ELIAS, F., de SOUZA, R., & Letícia de Souza JOAQUIM, F. (2016). Hidroxiapatita Como Biomaterial Utilizado Em Enxerto Ósseo Na Implantodontia: Uma Reflexão Hydroxyapatite As a Biomaterial Used in Bone Graft in Implantology: a Reflection. *Revista Odontológica de Araçatuba*, 37(3), 33–39. <http://apcdaracatuba.com.br/revista/2016/12/5.pdf>

Dentária, M., & Felino, A. (2012). Levantamento do seio maxilar pela técnica da janela lateral : tipos enxertos. *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial*, 53(3), 190–196. <https://doi.org/10.1016/j.rpemd.2012.03.003>

Direct, S. (2019). *TEMA : SINUS LIFT : REALIZAÇÃO E TÉCNICAS*.

Dominic, A. (2020). *Brazilian Journal of health Review Brazilian Journal of health Review*. 11277–11292. <https://doi.org/10.34119/bjhrv3n4-374>

Dos Santos, A., Miranda, C., Alves, M., & Faloppa, F. (2005). *O PAPEL DA PROTEÍNA MORFOGENÉTICA ÓSSEA NA*. 13(4), 194–195.

Eder Magno Ferreira de OLIVEIRA, VITORINO, N. de S., FREITAS, P. H. L. de, WASSAL, T., & NAPIMOGA, M. H. (2011). Uso de proteínas recombinantes na reconstrução de maxilares. *RGO.Revista Gaúcha de Odontologia (Online)*, 59(3), 491–496.

Falcón-antenucci, R. M., Caroline, A., & Verri, G. (2011). *CLÍNICOS DE SUCESSO E INSUCESSO*. 26–31.

Fardin, A. C.; Jardim, E. C. G.; Pereira, F. C. (2010). Enxerto ósseo em odontologia: revisão de literatura. *Innov. Implant J, Biomater Esthet*, 5(3), 48–52.

Faverani, L. P., Ramalho-Ferreira, G., Santos, P. H. Dos, Rocha, E. P., Garcia Júnior, I. R., Pastori, C. M., & Assunção, W. G. (2014). Técnicas cirúrgicas para a enxertia óssea dos maxilares - revisão da literature. *Revista Do Colegio Brasileiro de*

- Cirurgioes*, 41(1), 61–67. <https://doi.org/10.1590/S0100-69912014000100012>
- Felix, P., Martinez, C., Villafuerte, K., Cardoso, R., Messoria, M., & Jr, M. (2017). USO DA MATRIZ DERIVADA DO ESMALTE (MDE) ASSOCIADA AO VIDRO BIOATIVO NO TRATAMENTO DE DEFEITOS INFRAÓSSEOS: UMA REVISÃO DE LITERATURA. *Brazillian Society of Periodontology*, August.
- Filho, M., Pontes, F., Gonçalves, B., Aguiar, J., Nascimento, J., Pimenta, Y., Ohse, D., & Jesus, G. (2021). *Comparação de técnicas cirúrgicas convencionais com a piezocirurgia: revisão de literatura Comparison of conventional surgical techniques with piezosurgery: literature review*. 16963–16974. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n2-361>
- Galia, C. R., Macedo, C. A. de S., Rosito, R., Mello, T. M. de, Diesel, C., & Moreira, L. F. (2009). Caracterização físico-química de ossos liofilizados de origem bovina e humana. *Revista Do Colégio Brasileiro de Cirurgiões*, 36(2), 157–160. <https://doi.org/10.1590/s0100-69912009000200013>
- Gaspar, J., Borrecho, G., Oliveira, P., Salvado, F., & Martins dos Santos, J. (2013). Osteotomy at low-speed drilling without irrigation versus high-speed drilling with irrigation: an experimental study. *Acta Medica Portuguesa*, 26(3), 231–236. <https://doi.org/10.20344/amp.4250>
- Gasser, J. A., & Kneissel, M. (2017). Bone physiology and biology. In *Molecular and Integrative Toxicology*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-56192-9_2
- Gaviria, L., Salcido, J. P., Guda, T., & Ong, J. L. (2014). *Current trends in dental implants*.
- Giordano, V., Albuquerque, R. P. e, Amaral, N. P. do, Chame, C. C., Souza, F. de, & Apfel, M. Í. R. (2012). Suplementação de vitamina C não acelera o processo de consolidação de fratura da tíbia em ratos. *Acta Ortopédica Brasileira*, 20(1), 10–12. <https://doi.org/10.1590/s1413-78522012000100001>
- Gomes, L. C., Di Lello, B. C., Campos, J. B., & Sampaio, M. (2012). Síntese e caracterização de fosfatos de cálcio a partir da casca de ovo de galinha / Synthesis

- and characterization of calcium phosphates produced from chicken eggshell. *Cerâmica*, 58(348), 448–452. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84873342259&doi=10.1590%2FS0366-69132012000400005&partnerID=40&md5=59fd96349b45b7ef943e12b72bda7bf7%0Ahttp://search.ebscohost.com.ezproxy.ufro.cl/login.aspx?direct=true&db=edssci&AN=edssci.S0366.69132012>
- Gordon, S., & Plüddemann, A. (2019). The mononuclear phagocytic system. Generation of diversity. *Frontiers in Immunology*, 10(AUG), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2019.01893>
- Horrocks, G. B. (2010). *The Controlled Assisted Ridge Expansion Technique for Implant Placement in the Anterior Maxilla : A Technical Note*.
- Huwais, S. (1997). *Enhancing implant stability with osseodensification — a case report with 2-year follow-up*. 8(1).
- Huwais, S., & Meyer, E. G. (2017). *A Novel Osseous Densification Approach in Implant Osteotomy Preparation to Increase Biomechanical Primary*. 27–36. <https://doi.org/10.11607/jomi.4817>
- Jc, F., Kassardjian, F., Lr, M., Wj, G., Fernando, C., & Mestre, B. (2016). *Enxerto ósseo em bloco autógeno na maxila*. 70(2), 198–203. <http://revodonto.bvsalud.org/pdf/apcd/v70n2/a16v70n2.pdf>
- José, Á., Reyes, S., Thomé, G., Cartelli, C. A., Bernardes, S. R., Moura, M. B. De, & Trojan, L. C. (2019). *PREVISIBILIDADE NA INSTALAÇÃO IMEDIATA DE IMPLANTE CONE MORSE PELO PLANEJAMENTO DIGITAL E PROVISIONALIZAÇÃO IMEDIATA : RELATO DE CASO PREDICTABILITY IN IMMEDIATE IMPLANT PLACEMENT OF MORSE TAPER BY DIGITAL PLANNING AND IMMEDIATE PROVISIONALIZATION: CASE* . 28(85), 77–81.
- Judas, F., Pinheiro, V. H., Ferreira, I., Matos, P., Francisco, C., & Dias, R. (2018). Aloenxertos ósseos granulados esponjosos criopreservados na revisão do componente acetabular de artroplastias da anca. *Revista Portuguesa de Ortopedia e*

- Traumatologia*, 26(2), 151–158.
- Jung, Y., Kim, W., Lee, S., Ju, K. W., & Jang, E. (n.d.). *Evaluation of New Octacalcium Phosphate-Coated Xenograft in Rats Calvarial Defect Model on Bone Regeneration*.
- Júnior, R., Oliveira, W., Vieira, P., & Magalhães, S. (2014). *IMPLANTODONTIA: Próteses totais fixas sobre implante com carga imediata em mandíbula*
IMPLANTOLOGY: total prosthesis fixed on implant with immediate load in mandible. 76–93.
- Kawachi, Elizabeth Y.; Bertran, C. A. ., Rei, R. R. ., & Alves, O. L. (2000). S 1,7 S 1,7
S. *Química Nova*, 23(4), 518–522.
- Lethícia, A., Santos, L., Cavalcanti, R., Novaes, C., Alves-silva, E. G., Eduardo, M., & Bispo, A. (2021). *Laser na implantodontia: revisão integrativa*
Laser in implantology: integrative review
Láser en implantología: revisión integrativa. 2021, 1–15.
- López, J., Alarcón, M., Od, S., Odujd, P., Fotqlfd, K., Pdwhuldo, F., Qwuh, V., Sulqflsdohv, V. X. V, Ghvwdfdq, S., Hv, T. X. H., Iiflo, G. H., Fdsdfldg, R., Qhfhvduldv, V. R. Q., Vhu, S., Frpr, X., Glihuhqfldv, H., Od, H. Q., & Hvwuxfwxud, P. (1955). Sulfato de calcio: propiedades y aplicaciones clínicas
Calcium sulfate: properties and clinical applications. *Revista Clínica de Periodoncia, Implantología y Rehabilitación Oral*, 4(3), 138–143.
[https://doi.org/10.1016/S0718-5391\(11\)70083-0](https://doi.org/10.1016/S0718-5391(11)70083-0)
- Maia, M., Klein, E., Monje, T., & Pagliosa, C. (2010). Reconstrução da estrutura facial por biomateriais : revisão de literatura. *Rev. Bras. Cir. Plást.*, 25(3), 566–572.
- Malheiros, A. S., & de Jesus Tavares, R. R. (2016). Regeneração óssea na região posterior da maxila para instalação de implantes dentários. *Revista Cubana de Estomatologia*, 53(4), 245–255.
- Martins, J. V., Perussi, M. R., Rossi, A. C., & Freire, A. R. (2010). PRINCIPAIS BIOMATERIAIS UTILIZADOS EM CIRURGIA DE LEVANTAMENTO DE

SEIO MAXILAR : ABORDAGEM CLÍNICA BIOMATERIALS USED IN MAXILLARY SINUS LIFTING SURGERY : CLINICAL. *Revista Odontológica de Araçatuba*, 22–30.

Martins, R. J. C., & Lederman, H. M. (2013). Virtual planning and construction of prototyped surgical guide in implant surgery with maxillary sinus bone graft. *Acta Cirurgica Brasileira*, 28(9), 683–690. <https://doi.org/10.1590/S0102-86502013000900010>

Mendes, R., Targino, M., Menezes, I., Nascimento, J., Junior, E., & Marinho, S. (2021). *Proteínas Morfogenéticas Ósseas em defeitos maxilofaciais: uma breve atualização Bone Morphogenetic Proteins in maxillofacial defects : A brief update*. 47541–47553. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n5-249>

Mendes, V. C., & Davies, J. (2016). Uma nova perspectiva sobre a biologia da osseointegração. *Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent*, 70(2), 166–171.

Molina, I. C., Molina, G. C., Bez, L., Magini, R. D. S., Ángela, C., & Volpato, M. (2013). Cirugía guiada en implantología. *Revista Odontológica Mexicana*, 17(2), 117–122. [https://doi.org/10.1016/S1870-199X\(13\)72026-3](https://doi.org/10.1016/S1870-199X(13)72026-3)

Monteiro, B. S., Del Carlo, R. J., Pinheiro, L. C. P., Vilorio, M. I. V., Silva, P. S. A., Souza, L. P. O., & Balbinor, P. Z. (2007). *Proteínas morfogenéticas ósseas associadas a osso esponjoso autógeno na reparação de falhas experimentais na calota craniana de coelhos* (. 1451–1461.

Morães, I. S., Marson, F. C., Progiante, P. S., & Silva, D. E. O. E. (2017). O uso do sistema piezoelétrico para remoção de enxerto ósseo autógeno em mandíbula: uma revisão bibliográfica. *Brazilian Journal of Surgery and Clinical Research - BJSCR*, 17, 97–102. <http://www.mastereditora.com.br/bjscr>

Mv, P., & Pineda, B. (2021). *Fisiopatología de la osteoporosis en las enfermedades articulares inflamatorias crónicas*. 13(1), 32–38.

Neto, B., Deliberador, T., Storrer, C., Sousa, A., Campos, E., & Lopes, T. (2008). O uso do vidro bioativo na terapia regenerativa periodontal – revisão da literatura The use

of the bioactive glass in the regenerative periodontal therapy – a literature review. *Revista Sul-Brasileira de Odontologia*.

- Nóia, laudio F., Netto, H. D. de M. C., Lopes, R. O., Rodríguez-Chessa, J., & Mazzonetto, R. (2009). Uso de enxerto ósseo autógeno nas reconstruções da cavidade bucal. análise retrospectiva de 07 anos. *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentaria e Cirurgia Maxilofacial*, 50(4), 221–225. [https://doi.org/10.1016/S1646-2890\(09\)70022-6](https://doi.org/10.1016/S1646-2890(09)70022-6)
- Oliveira, L. F. De, & Ladeia, F. D. G. (2018). Comment Plataformas e Conexões em Implante : Uma Revisão de Literatura Platforms and Connections in Implant : A Literature Review e tecnológico da reabilitação oral , dentro desses estudos as conexões e plataformas vem sendo externa , a externa mais comum. *Rev. Multidisciplinar e de Psicologia*, 2011, 1110–1118.
- Palma, J. G. M., & ISOLA, P. C. M. (2012). Bone Structure and Regeneration - Literature Review. *Revista Científica Eletrônica De Medicina Veterinária*, 9, 1–12. http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/HKa3gfDRwswUIV6_2013-6-28-18-5-37.pdf
- Papathanasiou, I., Vasilakos, G., Baltiras, S., & Zouloumis, L. (n.d.). *Ridge Splitting Technique for Horizontal Augmentation and Immediate Implant Placement*.
- Peñarrocha-diago, M., Galán-gil, S., Carrillo-garcía, C., & Peñarrocha-diago, D. (2012). *Transcrestal sinus lift and implant placement using the sinus balloon technique*. 17(1), 122–128. <https://doi.org/10.4317/medoral.17268>
- Pires, A. L. R., Bierhalz, A. C. K., & Moraes, Â. M. (2015). Biomateriais: Tipos, aplicações e mercado. *Quimica Nova*, 38(7), 957–971. <https://doi.org/10.5935/0100-4042.20150094>
- Portinho, C. P., Collares, M. V. M., Silva, F. H. da, Nardi, N. B., Pinto, R. de A., Siqueira, E., Morellato, G., & Sumino, K. (2006). Reconstrução de calota craniana com células-tronco mesenquimais indiferenciadas: estudo experimental. *Rev. Soc. Bras. Cir. Plást.*, (1997), 21(51), 161–165.

- Queiroz, S. B. F. de, Aragão, L. B. B., Mota, A. B., Smeke, L., Lima, V. N. de, & Magro Filho, O. (2015). Bloco xenogêno para aumento do rebordo e colocação de implante dentário com finalidade estética na região anterior da maxila - relato de caso com dois anos de acompanhamento TT - The use of xenogeneic blocks for ridge augmentation and implant placement w. *ImplantNews*, 12(4), 445–449.
- Rahal, S. C. (2004). *Enxerto ósseo esponjoso autólogo em pequenos animais*. 1969–1975.
- Ramires, M. A., Mello, F., Malluf, A., & Mello, D. De. (1984). *Enxertos ósseos autógenos e xenógenos como alternativa de manutenção do espaço alveolar*. 19(2), 8–18.
- Rocha, J., Oliveira, J., Ramos, J., Filho, J., Gonçalves, E., Hochuli-Vierira, E., & Carvalho, P. (2015). *Doadoras E Receptoras , E Sobrevivência De Implantes Dentários : Um Estudo Retrospectivo*. 44(6), 340–344.
- Rodolfo, L. M., Machado, L. G., Betoni-Júnior, W., Faeda, R. S., Queiroz, T. P., & Faloni, A. P. D. S. (2017). Substitutos Ósseos Alógenos E Xenógenos Comparados Ao Enxerto Autógeno: Reações Biológicas. *Revista Brasileira Multidisciplinar*, 20(1), 94. <https://doi.org/10.25061/2527-2675/rebram/2017.v20i1.478>
- Saciloto, D. (2014). *OBTENÇÃO DE α -FOSFATO TRICÁLCICO VIA SÍNTESE DE COMBUSTÃO EM SOLUÇÃO PARA USO COMO PRODUCTION OF TRICALCIUM A-PHOSPHATE VIA SOLUTION COMBUSTION*. 63–73.
- Sassone, L. M. (n.d.). *Alterações no seio maxilar e sua relação com problemas de origem odontológica Maxillary sinus changes and the relationship with dentistry problems sources Interações – Otorrinolaringologia e Odontologia*.
- Scarano, A., Degidi, M., Iezzi, G., Pecora, G., Piattelli, M., Orsini, G., Caputi, S., Perrotti, V., Mangano, C., & Piattelli, A. (2006). Maxillary sinus augmentation with different biomaterials: A comparative histologic and histomorphometric study in man. *Implant Dentistry*, 15(2), 197–207.

<https://doi.org/10.1097/01.id.0000220120.54308.f3>

Sendyk, W. R. (2020). *No Title. d*, 1–14.

Silva, R., Rolim, A., Delgado, L., Sousa, J., Ribeiro, R., Rodrigues, R., & Rodrigues, R. (2020). Cone morse x external hexagon , advantages and disadvantages in the clinical aspect : literature review. *Research, Society and Development, January*.

Sobreira, T., Maia, F. B. M., Palitó, A. P. P. G., Galdino, A. de S., & Morais, F. R. de. (2011). Enxerto Ósseo Homógeno para Reconstrução de Maxila Atrófica. *Rev. Cir. Traumatol. Buco-Maxilo-Fac*, 11(1), 21–25.

Tabuse, H. E., Corrêa, C. B., & Vaz, L. G. (2014). Comportamento biomecânico do sistema prótese/implante em região anterior de maxila: análise pelo método de ciclagem mecânica. *Revista de Odontologia Da UNESP*, 43(1), 46–51. <https://doi.org/10.1590/s1807-25772014000100008>

Tamez, J. E. B., Zilli, F. N., Antonio, L., & Guizar, M. (2016). *Cirurgia Oral y Maxilofacial Factores relacionados con el éxito o el fracaso de los implantes dentales colocados en la especialidad de Prosthodontia e Implantología en la Universidad de La Salle Bajío*. 9(2), 63–71. <https://doi.org/10.1016/j.maxilo.2016.02.001>

Tolstunov, L., & Hicke, B. (n.d.). *Horizontal Augmentation Through the Ridge-Split Procedure: A Predictable Surgical Modality in Implant Reconstruction*. 59–68. <https://doi.org/10.1563/AAID-JOI-D-12-00112>

Troedhan, A, Kurrek, A., & Wainwright, M. (2012). *Biological Principles and Physiology of Bone Regeneration under the Schneiderian Membrane after Sinus Lift Surgery: A Radiological Study in 14 Patients Treated with the Transcrestal Hydrodynamic Ultrasonic Cavitational Sinus Lift (Intralift)*. 2012. <https://doi.org/10.1155/2012/576238>

Troedhan, Angelo, Kurrek, A., Wainwright, M., Schlichting, I., Fischak-treitl, B., & Ladentrog, M. (2013). *The transcrestal hydrodynamic ultrasonic cavitational sinuslift: Results of a 2-year prospective multicentre study on 404 patients* , 446

sinuslift sites and 637 inserted implants. 2013(December), 471–485.

Vanderlei, A., Comunian, C. R., Neto, M., & Cruz, É. (2019). *Artigo de Revisão Implantodontia: Histórico, Evolução e Atualidades Implantology: History, Evolution and News.* 36–48.

Vasconcelos, M. G., & Vasconcelos, R. G. (2020). *CÉLULAS-TRONCO NA REGENERAÇÃO DOS TECIDOS PERIODONTAIS:*

Velázquez-cayón, R., Torres-lagares, D., & Pérez-dorao, B. (2012). *Hydrodynamic ultrasonic maxillary sinus lift: Review of a new technique and presentation of a clinical case.* 17(2), 271–275. <https://doi.org/10.4317/medoral.17430>

Wirginne, A., & Rodrigues, D. L. (n.d.). *CONDIÇÕES BIOQUÍMICAS ASSOCIADAS À OSTEOPOROSE E SEU ACOMETIMENTO EM IDOSAS NO PERÍODO PÓS-MENOPAUSA.*

درگ :اهان ج غرانه :هائ ی پ راک نش ونا لور ب رر سی (n.d.). No Title
148, 148–162. اس نان ان ران شرم نط نه مران ع در ان ل نم با ارنا باط