FACULDADE SETE LAGOAS

CLÍNICA INTEGRADA ODONTOLÓGICA – CIODONTO

CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM IMPLANTODONTIA

LUIZ EDUARDO RODRIGUES JULIASSE

ANÁLISE COMPARATIVA DOS DIFERENTES TIPOS DE ENXERTOS ÓSSEOS

JOÃO PESSOA/PB

2013

LUIZ EDUARDO RODRIGUES JULIASSE

ANÁLISE COMPARATIVA DOS DIFERENTES TIPOS DE ENXERTOS ÓSSEOS

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Especialização *Lato Sensu* em Implantodontia como parte integrante dos requisitos para obtenção do título de Especialista em Implantodontia.

Orientador: Prof. Dr. João Carlos Amorim

JOÃO PESSOA/PB

2013

LUIZ EDUARDO RODRIGUES JULIASSE

ANÁLISE COMPARATIVA DOS DIFERENTES TIPOS DE ENXERTOS ÓSSEOS

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Especialização *Lato Sensu* em Implantodontia como parte integrante dos requisitos para obtenção do título de Especialista em Implantodontia.

Aprovado em: ___/___/_____

Banca Examinadora

_____

Prof. Dr. João Carlos Amorim (Orientador)

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, por serem meus maiores exemplos na vida.

À minha noiva Lucélia, minha companheira em tudo.

RESUMO

Atualmente a Implantodontia tem se firmado como uma alternativa de excelência quando se busca a recuperação de espaços edêntulos, devolvendo função, estética e fonética ao paciente. Uma vez ocorrida a perda dental, mecanismos de reparação instalam-se na região ocasionando no processo alveolar o que se denomina de remodelação e consequente reabsorção óssea. Para a reabilitação desses pacientes por meio de implantes osseointegráveis é preciso ter boa ancoragem óssea. O rebordo alveolar deve permitir um posicionamento tridimensional ideal, tanto em altura quanto espessura. No entanto, a simples ancoragem as vezes se torna insuficiente, necessitando assim, reconstruir o rebordo. A utilização de técnicas de enxertia óssea previamente à instalação de implantes osseointegráveis representa, em muitas situações clínicas, uma prática indispensável para o sucesso das reabilitações protéticas sobre implante. O conhecimento sobre as bases biológicas que norteiam a cicatrização óssea e sobre o potencial reparador dos diferentes materiais utilizados na clínica odontológica torna-se, portanto, pré-requisito fundamental ao implantodontista. Considerando que a alta demanda para a reabilitação oral por meio de implantes osseointegráveis se tornou um padrão de cuidado na Odontologia Moderna, este trabalho teve por objetivo realizar um estudo, através do levantamento bibliográfico, para conhecer as tendências sobre a modalidade de técnica cirúrgica bem como os materiais de enxerto utilizados para o aumento ósseo em implantodontia.

Palavras-chave: Enxerto ósseo, Implantes dentários, Biomateriais

ABSTRACT

Currently, the Implantology has been established as an alternative of excellence when seeking the recovery of edentulous spaces, restoring function, aesthetics and phonetics to the patient. Once occurred the tooth loss, repair mechanisms installed in the region resulting in an alveolar process called remodeling and consequent bone resorption. For the rehabilitation of these patients with dental implants is necessary to have a good bone anchorage. The alveolar ridge should allow an ideal three-dimensional positioning, both in height and thickness. However, a simple mooring sometimes becomes insufficient, thus necessitating to reconstruct the edge. The use of bone grafting techniques prior to the placement of dental implants represents, in many clinical situations, an indispensable practice for successful rehabilitations. The knowledge about the biological basis that guide the bone healing and the reparative potential of different materials used in the dental clinic becomes, therefore, an essential requirement to the implantodontist. Whereas the high demand for oral rehabilitation with dental implants has become a standard of care in modern dentistry, this study aimed to conduct a revision, through literature, to know the trends on the surgical technique modality and the graft material used for bone augmentation in Implantology.

Key-words: *Bone Transplantation, Dental implants, Biocompatible Materials*

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

D1	Densidade óssea tipo 1
D2	Densidade óssea tipo 2
D3	Densidade óssea tipo 3
D4	Densidade óssea tipo 4
FAR	Fenômeno de aceleração regional
BMPs	Proteínas morfogenéticas ósseas
DFDB	Osso desmineralizado congelado e seco (do inglês "*Demineralized freeze-dried bone")*
FDB	Osso mineralizado congelado e seco (do inglês "*Freeze-dried bone*")
AATB	*American Association Tissue Bank*
FDA	*Food and Drug Administration*
CGSNT/MS	Coordenação Geral do Sistema Nacional de Transplantes do Ministério da Saúde
ANVISA	Agencia Nacional de Vigilância Sanitária
SUS	Sistema Único de Saúde
KGy	Kilogray (1000 x Gy) – unidade de dosagem de radiação ionizante
OE	Óxido de etileno
OHSC	Osso homólogo, seco e congelado
OHDEC	Osso homólogo, seco, congelado e desmineralizado
µm	Mícron (10^{-3} mm) – unidade de comprimento
mm	Milímetro (10^{-2} cm) – unidade de comprimento
HA	Hidroxiapatita
°C	Grau Celsius – medida de temperatura
M	Molaridade (mol/L)
POMs	Proteínas ósseas morfogenéticas
β-PTC	Fosfato de tricálcio beta
pH	Potencial de hidrogênio
PTC	Fosfato de tricálcio
ROG	Regeneração óssea guiada

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 9

2 PROPOSIÇÃO 11

3 REVISÃO DA LITERATURA 12

3.1 REABSORÇÃO ÓSSEA ALVEOLAR 12

3.2 BIOLOGIA ÓSSEA 13

3.3 COSIDERAÇÕES CIRÚRGICAS DETERMINANTES PARA O ENXERTO 16

3.4 MATERIAIS PARA ENXERTO ÓSSEO 17

3.4.1 Enxerto Autógeno 18

3.4.1.1 Áreas Doadoras 20

3.4.2 Enxerto Alógeno 24

3.4.3 Enxerto Xenógeno 26

3.4.4 Enxerto Aloplástico 27

3.4.5 Colágeno 31

4 DISCUSSÃO 33

5 CONCLUSÕES 36

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 37

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a Implantodontia tem se firmado como uma alternativa de excelência quando se busca a recuperação de espaços edêntulos, devolvendo função, estética e fonética ao paciente. Os elementos dentários apresentam uma íntima relação de existência e manutenção com os tecidos moles e duros do processo alveolar, sendo a inter-relação entre os mesmos com os tecidos periodontais, de vital importância para que o sistema mantenha suas funções e configurações físicas. Uma vez ocorrida a perda dental, mecanismos de reparação e remodelação instalam-se na região, ocasionando no processo alveolar o que se denomina de remodelação e consequente reabsorção óssea. Segundo Friberg; Jemt e Lekholm (1990) essa perda progressiva e irreversível, acumulativa e crônica é acompanhada pelos tecidos moles, primeiramente, provocando o estreitamento da largura da crista óssea e, consequentemente, a diminuição do trabeculado, e depois disso a da altura, sendo mais acelerada nos primeiros seis meses e continuada durante toda a vida do paciente (ATWOOD, 1971). A reabsorção causada por extrações precoces ocorre com maior intensidade nas regiões posteriores dos maxilares. Nesta região, o seio maxilar sofre o processo de pneumatização, que ocasiona uma redução do assoalho do seio maxilar e, consequentemente, a diminuição vertical do remanescente ósseo (JAFFIN e BERMAN, 1991).

Para se realizar a instalação de implantes dentários na região posterior de maxilas atróficas muitas técnicas têm sido propostas. Wiltfang et al. (2005) relataram que os melhores resultados são obtidos por meio de enxertos no seio maxilar. A técnica original foi descrita nos anos setenta pelo Dr. Hilt Tatum (1975) o qual introduziu a técnica que aumentava a altura do seio maxilar, colocando osso como material de enxerto no assoalho, por debaixo da membrana de Schneiderian (ADELL et al., 1990). Uma técnica menos invasiva para aumentar o seio foi originalmente descrita por Tatum em 1986 (KELLER et al., 1987) e depois modificada por Summers em 1994. A principal diferença da técnica de osteotomia expansiva preconizada por Summers, com a técnica da janela lateral, é que a membrana do seio é levantada através do rebordo ósseo utilizando osteótomos, e implantes são inseridos diretamente nos locais preparados.

Enxertos ósseos são amplamente utilizados em cirurgias bucais após a remoção de tumores, traumas, defeitos congênitos e em reabsorções ósseas severas. Há regiões doadoras intrabucais em potencial, utilizadas em casos de defeitos menores, com maior frequência de uso, a tuberosidade, ramo, sínfise mandibular e tórus palatino ou mandibular. Já em defeitos

maiores, as regiões doadoras passam a ser extrabucais, onde existe maior disponibilidade óssea, como a crista ilíaca posterior e anterior, costela, calota craniana e tíbia (KALK et al., 1996). Segundo Raghoebar et al. (1996), Sharawy et al. (1996) e Misch (2008), como opção de tratamento, é preferível o uso de osso autógeno nas reconstruções bucomaxilofaciais.

De acordo com Misch (1997) o planejamento incorreto quanto ao tamanho, largura, número de implantes, relação coroa/implante, rebordo favorável, densidade óssea e forcas oclusais, influenciam diretamente o sucesso a longo prazo das reabilitações. Sendo assim são necessários enxertos em rebordo atróficos e com defeitos, para que se possam obter resultados satisfatórios.

Entre as várias técnicas para reconstruir ou aumentar rebordos deficientes, a reconstrução óssea através de enxertos autógenos, homógenos, heterógenos e biomateriais aloplásticos tornaram previsível o procedimento cirúrgico para instalação de implantes osseointegráveis (WEBER; FIORELLINI; BUSER, 1997). Embora o osso autógeno seja inquestionavelmente aceito como o material de primeira escolha, os outros estão sendo extensivamente estudados com a finalidade de se evitar a remoção de enxertos autógenos (KIM et al., 2002; OIKARINEN et al., 2003). A razão mais frequentemente utilizada para uso alternativo de material de enxertia óssea é a morbidade do leito doador e, em certos momentos, o insuficiente volume de osso autógeno que pode ser colhido (JASTY; HARRIS, 1990; MALININ, 1992; MURPHEY et al., 1992; VON ARX et al., 2001; HALLMAN et al., 2002).

Considerando que a alta demanda para a reabilitação bucal por meio de implantes osseointegráveis se tornou um padrão de cuidado na Odontologia moderna, este trabalho teve por objetivo, através de levantamento bibliográfico, conhecer as tendências sobre a modalidade de técnica cirúrgica bem como os materiais de enxerto utilizados para o aumento ósseo em implantodontia.

2 PROPOSIÇÃO

Este trabalho tem por objetivo estudar os diferentes tipos de enxertos ósseos existentes, comparando as diferentes aplicações e os resultados obtidos entre os enxertos autógenos, alógenos, xenógenos e aloplásticos, analisando suas vantagens e desvantagens, bem como as técnicas utilizadas para sua obtenção.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 REABSORÇÃO ÓSSEA ALVEOLAR

Atualmente, sabemos que os implantes osseointegrados apresentam uma taxa de sobrevivência, acima de 95% (MISCH, 2008; ANDRÉ, 2011). Porém, muitas vezes nos deparamos com rebordos reabsorvidos, situação que requer a reconstrução dos mesmos previamente à reabilitação com implantes.

A necessidade de enxertia óssea reflete o fato de que áreas edêntulas estão associadas a variados graus de reabsorção óssea. Onde o processo de remodelação que levará eventualmente aos diferentes graus de atrofia alveolar se inicia imediatamente no mesmo dia após a exodontia ou avulsão dentária (ALFARO et al., 2006). Algumas condições podem agravar o processo de reabsorção, dentre elas, a forma em que os dentes são perdidos, que está diretamente ligada à maior ou menor perda óssea durante o reparo alveolar. Assim, devemos ficar atentos a situações como: reabsorção óssea por falta de estímulo; exodontia por vias não alveolares, tais como osteotomias extensas; fraturas radiculares; infecções endodônticas, periodontais e/ou doença periodontal crônica; procedimentos ortodônticos malsucedidos; parafunção; apicetomia; cistos e tumores; e traumatismos bucomaxilofaciais, além de má adaptação das margens da coroa e preparo protético subgengival, responsáveis pela deiscência da lâmina vestibular do osso de suporte (MISCH, 2008; ANDRÉ, 2011).

Segundo Misch (2008), a perda de volume primeiramente em espessura se justifica pelo fato de que a parede cortical vestibular dos dentes naturais ser muito mais fina do que a lingual. Na região ântero-superior, o osso alveolar é rapidamente reanatomizado após a perda dos dentes naturais, mesmo na presença de um alvéolo intacto após a exodontia. Há cerca de 25% de diminuição de volume durante o primeiro ano e 40% a 60% de redução na largura dentro dos primeiros 3 anos após a perda do dente. Essa reabsorção ocorre principalmente a expensas da parede vestibular, uma vez que a lingual reabsorve apenas quando ocorre atrofia mais avançada. Como resultado, um rebordo anterior de 8 mm de largura pode remodelar para menos do que 3 mm dentro de 5 anos após a exodontia. Nas regiões posteriores, a taxa inicial da perda óssea é frequentemente maior do que nas regiões anteriores. Entretanto, uma vez que a dimensão inicial do rebordo posterior é duas vezes mais larga, mesmo uma perda óssea de 50% ainda permite a instalação de implantes de 4 mm de diâmetro. Em consequência dessas alterações dimensionais, a parede vestibular remodelada é mais medial do que sua posição original.

De Freitas (2008) descreveram alguns problemas anatômicos que estão diretamente relacionados ao edentulismo, e que dificultam a reabilitação protética: (1) diminuição do osso de suporte, primeiramente em largura e posteriormente em altura; (2) proeminência das cristas obliqua interna e milo-hióidea; (3) diminuição progressiva da mucosa inserida; (4) perda do osso basal – em estado mais avançado, levando até a nevralgias e parestesias por "afloração" do nervo mental; (5) diminuição do controle muscular; (6) aumento do volume da língua; e (7) deformidade da face – piora da aparência da face – onde o paciente adquire aparência prognata, diminuição do ângulo labial horizontal, adelgaçamento dos lábios, aprofundamento do sulco nasolabial e ptose dos músculos do queixo ("queixo de bruxa").

Através da instalação do implante, conseguimos a manutenção óssea por meio dos estímulos recebidos pela prótese em direção ao implante e consequentemente ao osso. Assim, quanto mais cedo se conseguir substituir o dente ausente por um implante osseointegrado, menos perdas anatômicas e consequentemente fisiológicas e funcionais têm-se no futuro (De FREITAS, 2008).

3.2 BIOLOGIA ÓSSEA

De acordo com Burchardt (1983) o mecanismo de vascularização em enxertos autógenos funciona da seguinte forma: o osso transplantado morre, porém, sobrevivem algumas células e o periósteo, o qual conserva o seu poder osteogênico. O osso necrótico será substituído por novo tecido que iria se formar ao longo dos canais deixados pelos vasos sanguíneos invasores. Durante um período de tempo ocorre a mistura do osso necrótico com osso novo viável, e o complexo se desenvolve através da reabsorção do tecido necrótico e crescimento interno de novo osso (incorporação). Os transplantes autógenos esponjosos e corticais têm três diferenças histológicas: (1) Os enxertos esponjosos são revascularizados mais rapidamente e completamente que os enxertos corticais; (2) A substituição de osso de esponjoso inicialmente envolve uma aposição (fase de formação óssea), seguida por uma fase de reabsorção, considerando que os enxertos corticais sofrem um processo de substituição inversa; e (3) Os enxertos esponjosos tendem a ser completamente recuperados com o tempo, considerando que enxertos corticais permanecem como misturas de osso necrótico e viável.

Lekholm e Zarb (1985) propuseram a seguinte classificação em relação a densidade óssea, dividindo os tipos ósseos em 4 (quatro) grupos: D1, D2, D3 e D4 (D1 – contém pouco trabeculado ósseo, apresenta um sistema nutricional reduzido comparado a outras categorias ósseas, sendo composto de osso lamelar histológico. A incorporação dos enxertos se dá num

tempo maior devido à lenta penetração dos vasos nesse tipo ósseo; D2 – apresenta uma combinação de osso compacto denso para poroso na porção externa e osso trabecular grosso na porção interna. É mais comumente encontrada na mandíbula, principalmente na região posterior; D3 – é composto de uma cortical óssea fina na crista e osso trabecular fino no interior. É muito comum na maxila; e D4 – é um osso trabecular fino, cuja cortical óssea é mínima ou nenhuma, sendo mais comumente encontrado na região posterior da maxila.

Listrom e Symington (1988) realizaram evidências experimentais e concluíram que os enxertos intramembranosos como a mandíbula, mantém mais volume e mostra menos reabsorção que o enxerto endocondral, como da crista ilíaca e costela. Assim sendo o enxerto intramembranoso demonstra mais rápido desenvolvimento do leito vascularizado, que permite a incorporação do implante em 4 meses comparada a 6 meses no enxerto endocondral.

Lindhe (1999) concluiu que embora o tecido ósseo mostre um grande potencial de regeneração e possa restaurar completamente a sua estrutura e função originais, os defeitos ósseos podem frequentemente falhar em cicatrizar com tecido ósseo. Admite-se que os mecanismos biológicos que formam o princípio básico para os enxertos ósseos incluem três processos: osteogênese, osteocondução e osteoindução. A osteogênese ocorre quando osteoblastos ou células precursoras de osteoblastos são transplantadas com o material de enxerto para dentro do defeito, onde podem estabelecer centros de formação óssea. Osso autógeno do ilíaco e enxertos de osso medular são exemplos de transplantes com propriedades osteogênicas. A osteocondução ocorre quando o material de enxerto não vital serve como um arcabouço para o crescimento de células precursoras de osteoblastos para o interior do defeito.

Segundo Gomes (2002) o enxerto autógeno esponjoso é considerado "*gold standard*", ou seja, a melhor opção em enxertos, por possuir as cinco características básicas de um enxerto ideal: a presença de células osteogênicas, ser osteoindutivo, osteocondutivo, não imunogênico e não patogênico. O processo de incorporação do enxerto é função do leito receptor e depende de alguns fatores: de um íntimo contato com o tecido doado, do tempo decorrente desse contato e do equilíbrio de alguns processos independentes que são proliferação das células osteoprogenitoras, diferenciação dos osteoblastos, osteoindução, osteocondução propriedades biomecânicas do enxerto. A incorporação é definida como um processo que envolve uma fase necrótica do enxerto ósseo e a fase de substituição desse tecido necrótico por osso novo viável. Esse complexo se desenvolve pela reabsorção de tecido necrótico e crescimento de novo osso, e é a manifestação da remodelação tecidual fisiológica do esqueleto, do leito receptor e do tipo de material enxertado. A incorporação varia entre material autógeno e alógeno. As incidências de união entre o leito receptor e enxerto, "*creeping substitution*", reflete a aceitação biológica

do transplante, enquanto, posteriormente, a remodelação do enxerto o transforma em material funcionalmente útil. Esta incorporação depende do metabolismo fisiológico do esqueleto e da idade do paciente. O osso é um tecido vivo, rígido e que serve a duas funções primordiais: suporte estrutural e metabolismo de cálcio, porém não admite carga excessiva. A fisiologia do osso é resumida na lei de Wolff na qual estabeleceu que uma força excessiva sobre o osso acarretaria reabsorção; por outro lado, se tiver presente uma força menos intensa, esta seria interpretada como força de solicitação ou tensão e haveria neoformação óssea. O tecido ósseo é composto de estruturas celulares: (a) células osteoprogenitoras – ocupam amplamente o tecido ósseo, tem como função, por meio de atividades mitóticas, dar origem a outras células ósseas em condições normais; (b) osteoblastos – tem como função produzir os constituintes matriciais do tecido ósseo, são os promotores da osteogênese; (c) osteócitos – são células localizadas no interior da matriz óssea, responsáveis pela mobilização dos sais minerais no tecido ósseo; e (d) osteoclastos – são monócitos espiralados que apresentam células gigantes multinucleadas, responsáveis pela reabsorção da matriz óssea; matriz orgânica, matriz inorgânica.

Para Polido e Marini (2004) ocorre frequentemente o envolvimento dos três mecanismos de formação óssea. A osteogênese sem a osteocondução é improvável de ocorrer, já que quase nenhuma das células transmitidas do enxerto de osso medular autógeno sobrevive ao transplante. Assim, o material do enxerto funciona predominantemente como mantenedor de espaço para a invasão das células do hospedeiro. Além disto, os osteoblastos e os osteócitos ao redor do osso não tem habilidade para migrar e se dividir significando que o transplante é invadido por células mesenquimais indiferenciadas, que se diferenciam em osteoblastos.

Zerbo et al. (2005) realizaram estudo com 19 pacientes com enxertos ósseos derivados da sínfise e instalados no processo alveolar maxilar e foi dado um período de espera de 2, 5 e 7 meses e foram realizadas biópsias ósseas, histologia óssea e histomorfologia para análise da densidade, viabilidade e remodelação do enxerto. Clinicamente todos os enxertos tiveram sucesso e não houve fracasso de implantes, além de observar-se pouca reabsorção óssea. Eles afirmaram que nos defeitos ósseos locais na maxila anterior se reabilita com blocos monocorticais de osso autógeno para a restauração do local do defeito antes da colocação dos implantes. Uma crescente evidência sugere que os osteócitos participam do controle da remodelação óssea e osseointegração dos implantes, porém não se sabe bem se os osteócitos sobreviveram quando os blocos ósseos são colocados nos defeitos.

Cardoso et al. (2006) concluíram que os enxertos esponjosos reabsorvem menos que os corticais, pela maior vascularização, apresentam estabilidade secundária e recuperam-se completamente. Enquanto o osso cortical participa da ancoragem do implante por apresentarem

maior densidade de matriz inorgânica, permitindo a estabilidade primária. Assim, de modo geral, os melhores resultados são obtidos com enxertos monocorticais com a porção esponjosa posicionada em contato com o leito receptor.

Mazzonetto, Duque e Nascimento (2012) relataram que existem duas variantes de tecido ósseo: o tecido cortical (compacto ou denso) e o medular (esponjoso ou trabecular) que apresentam o mesmo tipo de células e de substâncias intercelulares, diferindo entre si apenas na disposição de seus elementos e na quantidade de espaços medulares. O tecido ósseo esponjoso apresenta espaços medulares mais amplos sendo formado por várias trabéculas, que dão aspecto poroso ao tecido. O tecido ósseo compacto praticamente não apresenta espaços medulares, existindo além dos canalículos, um conjunto de canais que são percorridos por nervos e vasos sanguíneos, denominados canais de Volkmann e canais de Harvers. Por ser uma estrutura inervada e irrigada, os ossos apresentam grande sensibilidade e capacidade de regeneração.

Biologicamente, a reabsorção de um enxerto deve ser vista sob dois aspectos distintos. O primeiro é a reabsorção que ocorre devido à arquitetura ou tipo de enxerto (cortical, medular e córticomedular). O segundo é a reabsorção que ocorre devido à origem do osso (área doadora). O único modo de reduzir ou mesmo deter o processo de reabsorção é tornar o enxerto funcional o mais rápido possível para a implantação, desde que condições biológicas para a osseointegração existam.

3.3 CONSIDERAÇÕES CIRÚRGICAS DETERMINANTES PARA O ENXERTO ÓSSEO

Para se indicar corretamente um enxerto, devemos levar em consideração alguns fatores preponderantes para o sucesso, sendo a perspectiva da prótese a ser instalada após a inserção dos implantes um dos mais importantes. Para tanto, uma minuciosa avaliação clínica, radiográfica e tomográfica, juntamente com os modelos de estudo e um enceramento de diagnóstico faz-se necessários pata a indicação de um procedimento reconstrutivo (ANDRÉ, 2011).

Misch (2008) afirma que os resultados consistentes de enxertos ósseos têm sido difíceis de serem alcançados porque técnicas similares são usadas a despeito das condições preexistentes do paciente, do volume de osso e da região de aumento. Elementos específicos determinantes precisam estar presentes para um enxerto de osso ser bem-sucedido. O cirurgião deve avaliar a condição existente e alterar a técnica de enxertia e materiais em função de cada

tratamento realizado. São listados 11 fatores determinantes que aumentam as chances do sucesso do enxerto ósseo, onde uma combinação de pelo menos 7 desses fatores tornam o procedimento mais seguro, sendo mais previsível o crescimento de osso com um volume suficiente para a instalação do implante.

Os determinantes para enxerto ósseo são fatores locais que afetam o prognóstico do procedimento e incluem: ausência de infecção, fechamento do tecido mole, manutenção do espaço, imobilização do enxerto, fenômeno de aceleração regional (FAR), vascularização do osso, fatores de crescimento, proteínas morfogenéticas ósseas (BMPs), tempo de cicatrização, topografia e tamanho do defeito e prótese provisória. Vários desses determinantes estão correlacionados, sendo que cada um pode interferir no outro e formar uma cascata em direção à falha ou ao sucesso (MISCH et al., 2008).

3.4 MATERIAIS PARA ENXERTO ÓSSEO

Segundo Pecora et al. (1997), em regiões da maxila e mandíbula que perderam osso por processos patológicos, traumáticos ou fisiológicos, começaram, frequentemente, a serem utilizados materiais diversos com o intuito de estimular o crescimento ósseo. Esses materiais de enxerto podem ser classificados em três grupos: (1) *Osteocondutores*, que são materiais que proporcionam um crescimento por aposição do osso circundante, tal como o osso bovino; (2) *Osteoindutores*, que promovem a neoformação óssea a partir de células osteoprogenitoras, sendo elas derivadas das células mesenquimatosas primitivas com a influência de um ou vários agentes indutores da matriz óssea, por exemplo o osso homógeno; e (3) *Osteogênicos*, que consiste no crescimento proveniente de células viáveis transferidas para o enxerto, sendo a osteogênese uma propriedade exclusiva do osso autógeno (PROLO; RODRIGO, 1985; GOLDBERG; STEVENSON, 1987; MISCH, 2000; ANDRÉ, 2011).

Segundo Misch (2008), além dos determinantes necessários para realizar um enxerto ósseo previsível, os materiais necessários para aumentar o local usados na implantodontia para auxiliar o enxerto ósseo incluem: (1) colágeno, (2) DFDP humano – DFDB do inglês *demineralizedfreeze-driedbone*, (3) enxerto alógeno humano congelado e seco (FDB), (4) osso xenógeno e (5) osso autógeno. Cada um com um mecanismo de ação diferente.

Alfaro et al (2006), classificou os tipos de enxertos ósseos de acordo com sua estrutura, origem e resposta imune, e origem embriológica. Os enxertos ósseos classificados de acordo com sua estrutura incluem: *osso cortical* – mento e corpo da mandíbula, calota craniana; *osso esponjoso* – interior da tíbia e da crista ilíaca; *córtico-esponjoso* ou *composto* – bloco da crista

ilíaca. Os enxertos ósseos classificados de acordo com a origem e resposta imune incluem enxertos: *autógenos*; *alógenos* – originados de outros seres humanos; *xenógenos* – provenientes de outros seres vivos; e *aloplásticos* ou *sintéticos*. Por último, os enxertos classificados de acordo com sua origem embriológica incluem: *membranoso* – originado de células mesenquimais, como por exemplo, todos os ossos da face e *endocondral* – originado do ectomesênquima, crista ilíaca e tíbia por exemplo.

3.4.1 Enxerto Autógeno

Lindhe (1999) define enxerto autógeno como enxertos transplantados de um lugar para outro em um mesmo indivíduo. Os tipos de enxertos autógenos podem ser: osso cortical ou osso trabeculado e medular, e são colhidos em regiões intraorais ou extraorais dos doadores.

Na literatura, encontramos muitas discussões e controvérsias em torno da utilização dos diversos materiais para reconstrução em bloco, podendo ser tanto o osso autógeno como o osso alógeno. No entanto, os melhores resultados têm sido relatados com o uso do osso autógeno, como apontam Lyford et al. (2003) e como foi mostrado pela primeira vez por Ollier, em 1867, quando demonstrou as bases científicas das propriedades osteogênicas do tecido ósseo e do periósteo.

André (2011) explica que o mecanismo de crescimento ósseo com relação aos enxertos autógenos ocorre em três fases: Fase I – *osteogênese*: as células transportadas vivas, principalmente na porção esponjosa do enxerto, sobrevivem nos primeiros três a quatro dias por meio de suprimento sanguíneo da área receptora. Os osteoblastos presentes nas trabéculas óssea que sobrevivem ao transplante são responsáveis pela proliferação e formação de um novo tecido osteóide. Esse processo é associado ao número de células transplantadas e determina a quantidade de osso que se formará. Essa fase ocorre nas primeiras quatro semanas; Fase II – *osteoindução*: à medida que as células ósseas provenientes do enxerto morrem, as células do leito receptor seguem e remodelam o enxerto por meio da reabsorção (ação osteoclástica). As proteínas indutoras e os fatores de crescimento são liberados pelo osso transplantado, induzindo células mesenquimatosas indiferenciadas a se diferenciar em osteoblastos e produzir um novo osso. O osso cortical é fonte primaria dessas proteínas morfogenéticas. Essa fase começa após seis semanas do transplante e permanece por no máximo seis meses; e, por fim, Fase III – *osteocondução*: a matriz inorgânica do enxerto autógeno formada principalmente por hidroxiapatita, fornece arcabouço para a proliferação de células osteoprogenitoras e posterior

aposição de tecido ósseo novo, além de a lamina cortical do enxerto autógeno atuar como uma membrana, impedindo a infiltração do epitélio e do tecido conjuntivo.

Por isso, segundo Peterson (2000), o enxerto autógeno é considerado o melhor enxerto por possuir células ósseas imunocompatíveis vivas, as quais são essenciais à fase I do mecanismo de crescimento ósseo. Sendo o osso autógeno recém extraído o material ideal, por ser o único que apresenta um potencial de osteocondução, osteoindução e osteogênese. Desta maneira, o osso autógeno é o tipo de enxerto ósseo mais utilizado em reconstruções maxilofaciais (MISCH et al., 2008).

Um determinante importante para a previsibilidade do enxerto ósseo é a presença de osso autógeno como um componente do enxerto, por ser o único material de enxerto que forma osso a partir de células transplantadas do osso esponjoso. O enxerto autógeno também contribui para o crescimento do osso com vários fatores de crescimento (BMPs por exemplo) que são liberados dentro do ambiente durante a incorporação e formam osso por meio de indução (MISCH et al., 2008).

O enxerto autógeno que se torna um osso não viável age como uma matriz osteoindutora de fosfato de cálcio para crescimento do osso por substituição. Os requisitos do espaço para o enxerto podem ser preenchidos pelo osso autógeno pelo seu volume físico, que mantém o contorno do aumento desejado. Os fatores de crescimento também ajudam a cicatrização de tecido mole e aceleram o crescimento de vasos sanguíneos da área receptora para dentro do enxerto (MISCH et al., 2008).

O sucesso do enxerto autógeno depende do contato íntimo do mesmo com o tecido receptor vascular (BURCHARDT, 1983). Assim sendo, a estabilidade do enxerto autógeno ao leito receptor é crucial. A imobilização absoluta é exigida para a completa cicatrização do enxerto ósseo sem a presença de um componente fibroso.

Devido às características histológicas, o mecanismo de neoformação óssea e o respeito às condições técnicas necessárias, o osso autógeno é eleito por Misch (2000) como o melhor material para regeneração óssea. Contudo, esse material tem uma grande desvantagem que é a morbidade associada à área doadora, além do aumento significativo do custo da cirurgia, a limitação da área doadora e ainda a necessidade de cirurgia adicional (KUBLER et al., 2004).

O enxerto autógeno pode ser extraído e utilizado em bloco, que são peças sólidas tanto do osso cortical quanto do osso medular, ou particulado, sendo este principalmente de osso medular. Apesar de não proporcionar uma quantidade adequada, nem uma forma compatível com o arco mandibular, são considerados ideais os enxertos transplantados juntamente com a preservação do suprimento sanguíneo. Esses enxertos são chamados *vascularizado livre* quando

é feita a dissecação de uma artéria e uma veia e são transplantadas com o retalho de tecido mole e duro ou *retalhos vascularizado compostos*, que pode ser pediculado, quando é rodado um retalho com tecido muscular e ósseo (retalho de clavícula com músculo esternocleidomastóideo). Esta modalidade tem também a desvantagem de causar mais deformidade no sitio doador, ser necessária uma cirurgia adicional aumentando o custo e a morbidade associada (OLIVEIRA Jr.; FABER; MENDES, 2002).

3.4.1.1 Áreas Doadoras

Segundo Linkow (1983) os procedimentos de enxertia óssea intrabucal tornaram-se uma solução viável para pequenas e médias reconstruções de rebordos severamente reabsorvidos, sendo uma vantagem a não necessidade de ambiente hospitalar, o que acaba onerando o procedimento, para obtenção do enxerto ósseo autógeno com finalidade de reconstrução alveolar de rebordos severamente reabsorvidos.

A mandíbula provê uma boa qualidade óssea para o enxerto, tanto do ramo da mandíbula quanto da sínfise, e comparado com outras áreas doadoras extraorais, tem vantagens como ter uma só área a ser operada, menor morbidade, mínimo desconforto, nenhuma alteração ambulatorial. Entretanto o volume do osso disponível é limitado, e pode haver complicações incluindo o nervo alveolar e estragos nas raízes dos dentes molares (LINSTROM; SYMINGTON, 1988).

Os locais doadores intrabucais mais comuns são a sínfise mandibular, ramo mandibular e tuberosidade da maxila (MISCH et al., 2000; MARINHO, 2001), e ainda o ângulo mandibular, espinha nasal anterior, crista infrazigomática (MARINHO, 2001).

Os sítios doadores intrabucais exigem apenas um campo cirúrgico o que diminui o tempo de cirurgia e de anestesia, além disso, os pacientes relatam um desconforto menor, por se tratar de uma mesma região. Estas áreas podem oferecer menor morbidez na coleta do enxerto, quando comparadas com os locais doadores extrabucais. Muito embora o uso de enxerto autógeno de crista ilíaca para reparo de maxilas atróficas tem se tornado um procedimento seguro e com baixa taxa de complicações além de ser uma boa fonte de osso córticoesponjoso (PINTO; DONA, 2001).

Quando se necessita de enxertia para correção de deficiências em largura que envolva uma extensão de correspondente até quatro elementos dentários ou locais que envolvam um ou dois dentes que requerem ganhos em altura e espessura é bem comum a utilização de enxertos retirados da sínfise mandibular (MISCH et al. 1992). De acordo com Burh e Coulon (1996) a

sínfise como leito doador permite a obtenção de osso esponjoso adicional, após a obtenção do enxerto em bloco. Esse osso particulado pode ser usado para aumentar ou preencher discrepâncias entre o enxerto em bloco e o osso receptor, no entanto pode ser escasso a quantidade disponível de osso esponjoso na região. O acesso cirúrgico desta área é bom, conferindo a este sitio doador uma opção mais fácil de obter osso córticoesponjoso maior que 01 cm^3, além de posteriormente haver uma reabsorção mínima do enxerto. Uma das preocupações dos pacientes desta modalidade de enxerto é a aparência do seu mento no pós-operatório, entretanto nenhuma alteração foi perceptível no perfil e contorno do mento dos doadores (JENSEN; SINDET-PEDERSEN, 1991). Ainda no pós-operatório é comum uma sensação de parestesia nos dentes anteriores inferiores sendo resolvida e seis meses e dor e edema pós-operatórios moderados, podendo haver deiscência da incisão (MISCH, 1997). Segundo Johnson e Hinds (1969) é necessário alertar o paciente de que, em torno de 25% dos casos, pode haver necrose pulpar dos dentes anteriores inferiores posteriormente.

Para suprir a necessidade de aumento em largura o rebordo alveolar pode-se utilizar como área doadora o ramo mandibular podendo-se obter um pedaço de osso cortical retangular com até 4 mm de espessura, sendo que os limites dependem do acesso clínico, processo coronóide, molares, canal alveolar e largura da região posterior da mandíbula, esse comprimento pode chegar a até 3,5 cm, mas a altura normalmente não passa de 1 cm. O ramo doa um osso que após a integração com o leito receptor reabsorve minimamente. Comparado com a sínfise, o local doador do ramo é associado a menos complicações pós-operatórias, além dos pacientes mostrarem menor preocupação com a remoção e não haver relatos de deiscência nessa região posterior. O acesso cirúrgico é de regular a bom. Devido à menor percepção na região posterior, os pacientes relatam menos perturbações neurossensoriais comparados com o lábio inferior e mento (MISCH, 1997). Mesmo sendo raro o risco de haver lesões no nervo alveolar inferior o paciente deve ser alertado dos riscos (MISCH, 2000).

A tuberosidade oferece uma quantidade variável de osso esponjoso sendo útil para pequenos aumentos no rebordo e devido a sua natureza esponjosa esse enxerto pode ser melhor modelado no leito receptor sendo necessário a utilização de uma membrana para estabilizar o enxerto e diminuir a reabsorção que é maior que os enxertos mais corticalizado (BUSER et al., 1995; HEIPLE; CHASE; HERNON, 1963). É importante realizar uma avaliação radiográfica para verificar a real quantidade de osso pois é possível haver uma espessa faixa gengival comprometendo a avaliação da quantidade do enxerto. As limitações anatômicas destas áreas incluem o seio maxilar, placas pterigoideas, dentes adjacentes e o canal palatino maior (MISCH,

1992). O acesso cirúrgico é de regular a bom e há poucas preocupações do paciente com a remoção e mínima dor pós-operatória (MISCH, 2000).

Blocos menores de osso podem ser obtidos da região retromolar entre as linhas oblíquas externa e interna. Apesar do uso do processo coronóide como enxerto autólogo ter sido relatado por Wood e Moore (1998) e Berry, Edwards e Paxton (1994), a quantidade de osso disponível para o aumento do rebordo é desprezível, considerando-se o potencial de morbidade após a cirurgia de coronoidectomia (MCLOUGHLIN; HOPPER; BOWLEY, 1994; KOURY, 1997).

Misch et al. (2008) concluíram que o osso autógeno transplantado da mandíbula oferece várias vantagens na reconstrução de defeitos ósseos. Este enxerto requer períodos menores de cicatrização e apresenta menor reabsorção, mantendo a qualidade da densidade óssea. A área do ramo tem algumas vantagens sobre a sínfise mandibular como área doadora, isto inclui menor reclamação do paciente quanto à visualização e estética pós-operatória, menor incidência de deiscências provenientes da incisão, menores queixas de sensibilidade pós-operatórias na face e nos dentes. Entretanto, o acesso cirúrgico pode ser mais difícil e há limitações no tamanho e formato do osso.

Tavares et al. (2005) relataram que os enxertos de origem extrabucais tais como a crista ilíaca, calota craniana, tíbia e costela, têm sido frequentemente utilizados para reconstruções extensas do rebordo alveolar. Segundo Misch et al. (2008) outros locais incluem a costela e a fíbula. Marinho (2001) relata também a utilização do rádio, escápula, clavícula e metatarso.

O osso autógeno coletado da crista ilíaca é o local doador de escolha para os enxertos ósseos de defeitos grandes nos maxilares pela sua grande quantidade disponível. Em sua parte externa, encontra-se osso cortical que é abundante em osteócitos e, em sua parte interna uma abundante quantidade de osso medular ricamente vascularizado e abundante em osteoblastos (MISCH, 2000). Segundo Oliveira Jr., Faber e Mendes (2002) o ilíaco é o osso que oferece uma maior quantidade de osso medular com até 15 cm de enxerto córtico-medular. Apresenta também a vantagem de exigir um tempo cirúrgico menor, permitindo a preparação do leito receptor juntamente com a obtenção em ambiente hospitalar.

Kaptein et al. (1999) indicam a utilização desse tipo de enxerto para pacientes edêntulos totais com atrofia maxilar severa.

A calota craniana é uma área caracterizada por osso cortical e pouco medular e possuindo a mesma origem embrionária que a mandíbula. Sua indicação é para a reconstrução de amplas áreas, sendo os ossos parietal e o occipital o de escolha. É possível se conseguir uma pequena quantidade de osso medular aderido à parte externa cortical, podendo-se remover grandes quantidades de osso. Os riscos e possíveis complicações são bem reduzidos e há poucos

relatos de complicações na literatura (KUABARA et al., 2000). A calvária como área doadora apresenta altos índices de sucessos assim como o ilíaco, com as vantagens de apresentar menor reabsorção e melhor pós-operatório para os pacientes (TUNCHEL et al., 2002).

De acordo com Kuabara et al. (2000) pode ocorrer pequena hemorragia, controlável com a secção do ramo parietal da artéria temporal profunda. Sendo que pior seria a penetração na própria cavidade craniana durante a remoção do enxerto, o que levaria a danos irreparáveis.

Quando há preferência pelo osso da calota craniana, devido a sua natureza densa da cortical, os implantes devem ser colocados num segundo tempo cirúrgico de 6 a 8 meses após a realização dos enxertos e, quando é usado osso da crista ilíaca, deve-se aguardar um mínimo de 4 a 6 meses (TOLEDO FILHO; MARZOLA; SANCHES, 2001; MATSUMOTO et al., 2002).

Com um adequado preparo cirúrgico e técnico a calota craniana é uma área de acesso fácil e com grande quantidade de osso cortical disponível. O tempo cirúrgico é um pouco maior, pois geralmente a remoção do enxerto não é feita junto com o preparo da área receptora. A maior dificuldade para a indicação é a aceitação por parte do paciente e não pela sua dificuldade técnica (KUABARA et al., 2000).

Apesar de apresentar uma cortical espessa, a fíbula se mostra uma boa opção nas reconstruções mandibulares. É uma escolha para casos que houve falha prévia de reconstruções e necessita-se repetir o enxerto.

Um dos fatores que pode levar à escolha da fíbula como área doadora extraoral é a quantidade óssea disponível, já que esta permite grandes reconstruções de ângulo a ângulo (20 a 25 cm) em retalhos vascularizados e de até 9 cm em enxertos não-vascularizados. Já os enxertos autógenos de crista ilíaca vascularizada atinge em torno de 8 a 10 cm (CUNHA FILHO, 2004). Além disso, tem como vantagens a baixa morbidade do leito doador e é um enxerto de fácil obtenção. De acordo com Oliveira Jr., Faber e Mendes (2002) os índices de reabsorção do enxerto têm sido pequenos, com relação ao que se deveria esperar de um osso bastante corticalizado. Sua desvantagem é o transplante não vascularizado de fíbula não poder sofrer muitas osteotomias para modelá-lo, pois se corre o risco de necrose dos fragmentos. Por outro lado, o retalho vascularizado da fíbula pode sofrer osteotomias para uma melhor adaptação ao contorno mandibular e permitir a colocação de implantes.

A costela tornou-se um local doador menos favorável na reconstrução maxilofacial para a inserção de implantes pois o risco de morbidez pós-operatória é relativamente alto. Os pacientes queixam-se habitualmente de dor durante a inspiração profunda e tosse, o que compromete o volume respiratório e predispõe o paciente à atelectasia. No entanto o bloqueio

do nervo intercostal e a anestesia local para infusão podem minimizar este problema. Outra complicação significativa é o dilaceramento da pleura com pneumotórax resultante, que requer a inserção de tubo peitoral. Já a quinta, sexta ou a sétima costela pode ser normalmente utilizada para aumento ósseo. O volume ósseo é modesto, com medula esponjosa mínima, comparada à crista ilíaca; o formato e o contorno do enxerto são geralmente menos satisfatórios para o aumento para implante. Além disso a reabsorção óssea foi considerada maior do que outros locais doadores autógenos (MISCH et al. 2000).

3.4.2 Enxerto Alógeno

O enxerto homólogo, ou homógeno, é aquele disponibilizado por indivíduos da mesma espécie, no caso dos enxertos para implante, o de humanos (MAZZONETO, 2009). O uso do enxerto homólogo trouxe para a implantodontia uma alternativa cirúrgica de regeneração do leito ósseo, mais rápida e menos traumática, em relação ao ato cirúrgico, do que quando se utiliza o osso autógeno, pois não há a necessidade de uma segunda área cirúrgica ou uma área doadora. O osso homólogo é captado junto aos bancos de tecidos musculoesqueléticos que seguem normas da *American Association Tissue Bank* (AATB) e do órgão governamental americano *Food and Drug Administration* (FDA). No Brasil, todos os bancos de tecidos obtêm doações que são regularizadas pela Coordenação Geral do Sistema Nacional de Transplantes do Ministério da Saúde (CGSNT/MS) e pela Agencia Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), que também autorizam o funcionamento dos bancos de tecidos de todo o Brasil. Essa doação é regulamentada pela lei n° 9.434 de 4 de fevereiro de 1997 e pela lei n° 10.211 de 23 de março de 2001. A lei prevê que transplantes ou enxertos de tecidos, órgão ou partes do corpo humano só poderão ser realizados por estabelecimento de saúde, público ou privado, e por equipes médico-cirúrgicas de remoção e transplante, previamente autorizadas pelo órgão de gestão nacional do Sistema Único de Saúde (SUS); prevê também, que tais atos só poderão ser autorizados após realização, no doador, de todos os testes de triagem para diagnostico de infeção e infestação exigidos para a triagem de sangue para a doação, conforme legislação vigente (ANDRÉ, 2011).

Esses enxertos são provenientes de cadáveres, depois é processada, e armazenada sob várias formas e tamanhos em bancos de ossos para um uso posterior. A principal vantagem do uso desses enxertos é a sua igual forma e tipo daquele que substituirá, além da grande disponibilidade em volumes sem a necessidade de uma área doadora no paciente, diminuindo

assim os custos e a morbidade associada a uma cirurgia adicional para obtenção do enxerto (MAZZONETO, 2009).

Existem três tipos principais de enxerto homólogo: congelado, seco, e desmineralizado seco e congelado (MISCH, 2008; MAZZONETO, 2009). O osso congelado é criopreservado a -80°C para evitar a proliferação das bactérias e a para manter a matriz óssea em condições favoráveis ao crescimento ósseo, bem como reduzir o potencial antigênico (ANDRÉ, 2011) e então seu uso posterior no mesmo paciente, podendo também ser irradiado para diminuição da resposta imune em outro receptor. Este tipo de enxerto é raramente usado na implantodontia pelo potencial risco de rejeição e transmissão de doenças infectocontagiosas (MAZZONETO, 2009).

No entanto, em um estudo acerca do processo de esterilização do osso homólogo feita por Galea e Keraney em 2005 mostra que raios Gama (25KGy a 30KGy) são efetivos para promover a esterilidade do tecido ósseo. Contudo, ocorre redução de 60% na capacidade de indução à mineralização e formação de novo osso. Além disso, a desinfecção pelo óxido de etileno (OE) promove efetiva esterilização, porém deixa resíduos que interferem no processo de incorporação, bem como na capacidade osteoindutiva. Portanto, os bancos não utilizam nenhum tratamento complementar, pois alega-se que isso não substitui uma rotina correta de obtenção e manuseio (FRANCO et al., 2011).

O osso homólogo, seco e congelado (OHSC) e o desmineralizado (OHDEC) podem ser corticais e/ou trabeculares sendo coletado de uma forma estéril em um doador sem doenças. O osso então é lavado em agua destilada e triturado até a obtenção de partículas com 500µm a 5mm de tamanho. Depois desse processo o osso é submergido em etanol a 100% para remoção de gordura, congelado em nitrogênio e, então, seco e congelado e moído em partículas menores de 250 a 750µm que é um tamanho apropriado para promover a osteogênese (MELLONIG; LEVERY, 1984). O estágio de dissecação permite a diminuição da antigenicidade e armazenamento a um longo prazo. Nesse processo a matriz orgânica e inorgânica fica mantida, pois o cálcio e os sais de fosfato permanecem. O material orgânico que resta estará contido dentro dos cristais de hidroxiapatita (HA). As células osteoclásticas são necessárias para a reabsorção do osso, afim de que haja a liberação de fatores de crescimento. A porção inorgânica serve como fonte mineral e uma plataforma para reabsorção óssea. O OHSC age principalmente por um processo osteocondutor, conforme as proteínas indutoras são liberadas após reabsorção do mineral (MISCH, 2008). Segundo Franco et al. (2011) o osso preservado a -80°C pode ser armazenado por até 5 anos, e a -20°C por até 6 meses.

O OHDEC ainda tem um estágio adicional que é a desmineralização do pó do osso moído a 0,6M de ácido clorídrico durante 6 a 16 horas. O cálcio e os sais de fosfato são eliminados do osso expondo assim as proteínas ósseas morfogenéticas (POMs) com mais rapidez. Logo após ele é lavado, irradiado ou esterilizado em OE para que se diminua ainda mais a antigenicidade. O tecido que ainda permanecer depois desses processos possui os fatores de crescimento osteoindutora orgânico necessários para a formação óssea (MISCH, 2008).

No estudo de Narang, Wells e Laskin (1982) foi demonstrado que os enxertos completamente desmineralizados estimularam mais a formação óssea que os parcialmente desmineralizados, já que as POMs insolúveis estão disponíveis em um estágio anterior, comparados com o osso seco e congelado, que requer sua liberação por meio da atividade osteoclástica, resultando em uma maior quantidade de células indiferenciadas para se tornarem osteoblastos (MULLIKEN; GLOWACKI, 1980; CUNNINGHAM; REDDI, 1992).

Comparado ao osso autógeno, esse enxerto tem a desvantagem de não fornecer células viáveis para a fase I da osteogênese, além de não ser osteoindutora e proporcionar remodelagem mais lenta e ainda possuir vascularização incompleta em relação ao autógeno (MAZZONETO, 2009).

A literatura discute bastante a transmissão de doenças com os enxertos alógenos, como infecções virais, bacteriana e fúngicas, pois havia um potencial risco de se desenvolver doenças infectocontagiosas do doador, porem a melhoria dos critérios de triagem dos doadores como exclusão de pessoas potenciais em ter tais doenças, os testes sanguíneos nos doadores reduziram muito o risco de transmissão. É importante reconhecer que nem todos os enxertos alógenos são similares e não podem ser considerados como uma unidade quanto à discussão de segurança. Entretanto foi relatado que em 25 anos de história desses enxertos não houve nenhum incidente de transmissão de doenças (NEVINS; MELLONIG, 2003).

3.4.3 Enxerto Xenógeno

Os enxertos heterógenos são aqueles provenientes de indivíduos de espécies diferentes. Também conhecidos como enxertos xenógenos ou xenoenxertos, envolvem o uso principalmente da matriz óssea bovina mineralizada que é antigenicamente diferente do osso humano o que implica um tratamento mais vigoroso do enxerto para prevenir a rejeição. Como os materiais são quimicamente tratados para eliminar o risco de atividade imunológica, este tipo de enxerto atua apenas como suporte na forma osteocondutora. A neoformação óssea

ocorre lentamente para o interior de um arcabouço, e então o enxerto é gradualmente substituído (MAZZONETTO; DUQUE; NASCIMENTO, 2012),

A matriz óssea bovina tornou-se bastante popular no último século, contudo logo após o seu aparecimento foi observada uma rejeição por parte do organismo receptor. Entretanto, após o aperfeiçoamento da extração do osso bovino na década de 90, a antigenicidade foi reduzida tornando o material mais biocompatível. A matriz óssea bovina é um material altamente osteocondutivo e que, por esta razão, auxilia na reparação dos defeitos ósseos (BESLE et al., 1998).

Apresenta como vantagens a disponibilidade de grandes volumes, sem a necessidade de uma área doadora, bem como os custos. Além de fornecer um osso do mesmo tipo e forma daquele que substituirá. No entanto, assim como o osso homógeno, esse enxerto também pode causar rejeição e precisa passar por um tratamento rigoroso para reduzir sua antigenicidade, o que compromete as células tornando-as inviáveis às necessidades da fase I da osteogênese, além de não ser osteoindutor (MAZZONETO, 2009; MAZZONETTO; DUQUE; NASCIMENTO, 2012).

Mazzoneto (2009) afirma que devido ao tratamento, a matriz óssea é desproteinada funcionando assim como arcabouço para as células do hospedeiro se proliferarem. Desta forma, o osso do paciente cresce lentamente nesse meio, o qual é substituído gradativamente por osso novo.

Alguns autores questionaram a possibilidade de transmissão de doenças através desta técnica cirúrgica (SOGAL; TOFE, 1999), contudo WENZ, OESCH e HORST (2001) discutiram de forma exaustiva os mecanismos de transmissão e concluíram que as etapas de processamento extinguem o risco de transmissão de doenças de bovinos a humanos.

Tentativas vem sendo realizadas em busca de melhores resultados da formação óssea através da adição de fatores de crescimento tais como a proteína morfogenéticas. Serra e Silva, Albergaria-Barbosa e Mazzonetto comprovaram que é melhor a utilização desses enxertos com esses adicionantes.

3.4.4 Enxerto Aloplástico

Os materiais aloplásticos são produzidos e sintetizados em laboratório, com o objetivo de atuar como substituto ósseo, e são totalmente biocompatíveis (MISCH, 2008; ANDRÉ et al., 2011).

Assim, o biomaterial é um composto de natureza sintética ou natural, utilizado por um período de tempo para melhorar, aumentar e substituir, parcial ou inteiramente, tecidos ou órgãos. Os biomateriais são materiais usados em contato com tecidos vivos no intuito de restaurar os substituir tecidos danificados (CAMPOS et al. 2005).

Os biomateriais são classificados em conformidade com a sua origem, mecanismo de ação e comportamento fisiológico. Assim podem ser metálicos, cerâmicos ou polímeros e interagem como inertes bioativos ou reabsorvíveis. Entre os cerâmicos foi descrito a hidroxiapatita que devido a sua similaridade com o tecido ósseo é considerada um dos materiais mais biocompatíveis conhecidos favorecendo a proliferação de fibroblastos, osteoblastos e outras células ósseas. A hidroxiapatita sintética possui propriedades de osteointegração o que a torna substituta do osso humano em implantes dentários.

A utilização de materiais aloplásticos foi reportada associando-os a um potencial de osteocondução, onde o crescimento ósseo ocorre por meio da aposição do osso circunjacente, portanto o enxerto deve estar em íntimo contato com o osso ou células mesenquimais diferenciadas para ocorrer este processo. A grande vantagem destes biomateriais é a de não oferecer nenhum risco de transmissão de doenças (GRISDALE, 1999; MISCH, 2008). O comportamento clínico, bem como suas indicações, é semelhante aos enxertos heterógenos, servindo de arcabouço para a proliferação das células do hospedeiro (MAZZONETTO; DUQUE; NASCIMENTO, 2012).

Também denominado enxertos alógenos ou xenógenos, envolvem exclusivamente o uso de materiais sintéticos, desenvolvido para cobrir uma extensão mais ampla. São comercializados em várias formas de textura, tamanhos de partículas e formatos, tais como: Hidroxiapatita (HA) sintética, natural, fosfato de cálcio, cerâmicas vítreas bioativas e polímero composto biocompatível. Os mais usados são as cerâmicas que podem ser bioinertes (oxido de alumínio e oxido de titânio) e bioativos (fosfato de cálcio). Nas cerâmicas bioinertes não há união direta com o osso do receptor, sendo necessária a união mecânica com o leito ósseo. As cerâmicas bioativas são a maior família de aloplásticos usados para o aumento de volume ósseo e incluem o fosfato de cálcio e a HA (MISCH, 2008). O fosfato de cálcio tem a capacidade de se unir ao osso e agir como um substrato para que haja um crescimento ósseo, sendo por isso, um material de escolha quando se quer um material osteocondutor, porém não osteogênico (KENT; QUINN; ZIDE,1983).

Os materiais osteocondutores podem ser classificados como reabsorvíveis ou não; densos ou porosos; cristalinos ou amorfos. A HA é um exemplo de biomaterial não-reabsorvível de estrutura cristalina densa. É amplamente utilizada quando não se exige um

substituto ósseo com células vivas (REJDA; PEELEN; De GROOT, 1977; JARCHO et al., 1977).

Mavropoulos (1999) afirmou que devido à similaridade da hidroxiapatita com o tecido ósseo, a mesma se torna um dos materiais mais biocompatíveis conhecidos que favorecem a proliferação de fibroblastos, osteoblastos e outras células ósseas. Entretanto Mazzonetto (2009) afirmou que a reabsorção da hidroxiapatita bovina se dá lentamente, portanto, muitas partículas podem ser encontradas muitos meses e até anos após a enxertia, sendo lenta e gradualmente degradadas e reabsorvidas pelos osteoclastos. Okamoto et al. (2006) concluíram que embora os biomateriais não sofram rejeições imunológicas, estes materiais não possuem a capacidade de osteoindução ou de osteogenia.

Por este material não ser absorvível haverá uma interface direta entre o osso e a HA, caracterizando um crescimento ósseo ao redor do material em contato com o leito receptor, enquanto o tecido fibroso cresce ao redor do restante do material (LEGEROS, 1988).

Devido a velocidade de crescimento do tecido fibroso (0,5 mm/dia) em relação ao tecido ósseo (50 μm/dia), o tecido fibroso chegara primeiro à HA encapsulando a maior parte do material de enxerto, necessitando assim do uso de membranas como barreiras físicas para obtenção de um crescimento ósseo em volta do enxerto (JARCHO et al., 1977).

A HA densa é inorgânica e, como tal, não pode crescer ou integrar-se em uma superfície de implante, portanto é usada para ocupar um espaço e manter o contorno e o volume ósseo, não sendo indicada para preencher alvéolos pós-extração que no futuro possam ser usados para inserção de implantes. Um uso bastante comum da HA é utilizá-la na região vestibular de alvéolos ou implantes a fim de se obter um melhor contorno do tecido mole ou aumento de rebordo para melhor suporte de próteses (KENT; QUINN; ZIDE,1983).

Os materiais reabsorvíveis osteocondutores quando são inseridos no osso são substituídos por um processo similar à “substituição por escoamento”, que é encontrado na remodelagem óssea natural, tendo este material, formas porosas e/ou amorfas de cerâmicas de fosfato de cálcio. Sua composição geralmente é HA, fosfato de tricálcio beta (β-PTC), ou várias combinações de ambos (TOFE; WATSON; BOWERMAN, 1991; CHEUNG; TOFE, 1993).

A reabsorção ocorre principalmente por meio de dois mecanismos diferentes: celular e mediação por solução. Na mediação celular as células que cercam o material enxertado agem por meio de fagocitose e depois por degradação intracelular. A mediação por solução é uma consequência direta do pH do meio, pois a medida que o meio se torna mais ácido, os minerais como a HA se dissolvem. O osso composto de 60 a 70% de HA pode se desmineralizar na presença de infecção e pH baixo. Por esse motivo acredita-se que todos os produtos de HA,

sintéticos ou naturais, densos ou reabsorvíveis, são susceptíveis à reabsorção na presença de infecção e níveis baixos de pH (LEGEROS, 1988).

Deve-se levar em consideração o tamanho da partícula de fosfato de cálcio quanto a sua reabsorção, pois partículas grandes demoram mais para serem absorvidas, bem como o volume implantado, onde um volume grande também demora a ser absorvido. Também um defeito maior demora mais para ser preenchido por osso que um menor em iguais condições. A HA densa é a que reabsorve mais lentamente (TOFE; WATSON; BOWERMAN, 1991; CHUENG; TOFE, 1993).

A HA cristalina é a mais resistente à deterioração que a forma amorfa e a estrutura cristalina dos materiais de enxerto apresentam diferenças baseadas nas origens dos produtos. Os estudos *in vivo* em animais sugerem que os índices de reabsorção estão relacionados ao conteúdo e PTC, portanto toda HA pode reabsorver dependendo do pH circunjacente, da porosidade, do tamanho das partículas, do volume e da cristalinidade. As partículas de HA densas e cristalinas podem durar a vida toda quando o volume ou o tamanho é grande e as condições de pH ficarem estáveis. Já as amorfas podem reabsorver dentro de vários meses, quando o volume e o tamanho das partículas forem pequeno. Os materiais microporosos são intermediários no período de reabsorção, mas podem demorar mais de um ano se estiverem em grandes volumes (KLEIN; DRISSEN; DE GROOT, 1983; UCHIDA et al., 1984).

Segundo Smiler et al. (1992) o tempo de maturação em enxertos de materiais aloplásticos misturados ao DFDB é de nove a 11 meses.

Um outro exemplo de um aloenxerto eficaz com propriedades osteocondutoras é o vidro bioativos, sendo um material absorvível. Nas análises histológicas, há formação de tecido ósseo e não de um tecido reforçado por partículas aloplásticas. A regeneração óssea completa ocorre de 12 a 18 meses (THOMPSON; HENCH, 1998).

Um dos fatores que limita o uso de aloenxerto é o receio da transmissão de doenças através do transplante ósseo. Porém existem vários passos que o banco de ossos realiza para tornar o aloenxerto seguro. O tecido é preparado através de processos de assepsia para minimizar o potencial de contaminação do tecido e após este tratamento é realizada a desinfecção a fim de remover contaminações do tecido. Entretanto estes métodos de esterilização afetam e destroem propriedades mecânicas e biológicas. A hidroxiapatita bovina tem como exemplo o Bio-Oss, biomaterial que dispõe de vasta literatura científica ao longo dos anos. Uma das características biofuncionais mais importantes é a topografia que exerce um papel decisivo na regeneração óssea guiada devido a uma superfície ultraporosa, um sistema de poros interconectados e uma estrutura que proporciona precisamente as condições adequadas

para a nova síntese óssea. Essa superfície funciona como uma micro-esponja e constitui o portal para interações biofuncionais formadoras de osso, enquanto os microporos facilitam a rápida absorção dos líquidos do ambiente biológico in vivo, o extenso sistema de macroporos interconectados a permeação completa do fluido do biomaterial. Com a sua estrutura osteocondutiva, biomimética estável, o Bio-Oss protege o osso recém-formado da reabsorção prematura e permite a manutenção segura do espaço da região aumentada (MC ALLISTER et al., 2007).

3.4.5 Colágeno

Vários tipos de colágeno são encontrados no corpo humano. O colágeno tipo I está entre os primeiros produtos sintetizados pelo corpo quando ocorre a formação de osso. Na implantodontia, a fonte mais comum de colágeno é o colágeno bovino do tendão de Aquiles. Outra fonte de colágeno tipo I é o DFDB, que pode fornecer o espaço necessário para o crescimento de vaso sanguíneo no enxerto e pode contribuir para o processo de formação óssea. Entretanto, o DFDB não provou ser um material de enxerto efetivo e deve ser combinado com outras categorias de materiais de enxerto (MISCH et al. 2008).

Esses mesmos autores dizem que o colágeno é uma parte integral dos tecidos moles com propriedades quimiotáticas e hemostáticas, podendo se ligar às plaquetas e ativá-las, formando um tampão plaquetário dentro do vaso, bem como agir como uma armação para a migração das células migratórias do epitélio. Sua indicação na regeneração óssea é o uso em nível de tecido mole para acelerar a cicatrização no sítio de exodontia ou para promover a coagulação do sangramento do sítio cirúrgico (MISCH et al., 2008).

Misch et al. (2008) afirmam ainda que nas últimas décadas, várias membranas de colágeno foram introduzidas para a regeneração óssea guiada, onde as membranas originadas do colágeno tipo I bovino processado (de tendões e derme) têm demonstrado resultados favoráveis na diminuição da invasão de células epiteliais ou fibroblastos dentro da região do enxerto. As taxas de reabsorção das membranas de colágeno são variáveis, com médias de poucos meses a 1 ano, e é esperado que elas sejam mantidas por todo o ciclo da regeneração óssea.

Os critérios essenciais de uma membrana são a biocompatibilidade e suas propriedades mecânicas em combinação com as do tecido suporte da camada óssea. Estas características incluem a textura das superfícies do arcabouço, o tamanho e distribuição dos poros (RAMIRES; GIUFFRIDA; MILELLA, 2002). A habilidade de controlar o tamanho do poro no arcabouço

permite usá-lo como um parâmetro importante para ser aplicado na bioengenharia tecidual (NAGEN et al. 2006). De acordo com Ramires, Giuffrida e Milella (2002) as características químicas tais como a hidrofilia constituem também um fator importante para determinar a capacidade de aderência das células.

O princípio biológico que sustenta esta técnica é a seletividade celular onde é colocada uma barreira sobre o defeito ósseo para impedir a penetração de células do epitélio juncional e do tecido conjuntivo gengival. Isso favorece a proliferação de células do ligamento periodontal e do osso alveolar para o interior da lesão, levando à regeneração de defeitos ósseos (VANIN et al. 2004).

As membranas exibem boas propriedades mecânicas e seu principal uso é como material de suporte (NAGEN et al. 2006).

4 DISCUSSÃO

A reabilitação dentária de pacientes parcial ou totalmente edêntulos com implantes orais tornou-se uma modalidade de tratamento de rotina nas últimas décadas, com resultados confiáveis a longo prazo. No entanto, as condições locais desfavoráveis do rebordo alveolar, devido à atrofia, doença periodontal e sequelas de traumatismos, podem prover insuficiente volume ósseo ou relações intermaxilares verticais, horizontais e sagital desfavoráveis, o que pode tornar impossível a colocação do implante ou incorreta do ponto de vista funcional e estético. Cinco métodos principais foram descritos para aumento do volume ósseo de sítios deficientes: (1) osteoindução, através do uso de fatores de crescimento adequado; (2) osteocondução, em que um material de enxerto serve como um arcabouço para a neoformação óssea; (3) distração osteogênica, pelo qual uma fratura é induzido cirurgicamente e os dois fragmentos de ossos são então lentamente se separaram, com regeneração óssea espontânea entre os dois fragmentos; (4) a regeneração óssea guiada (ROG), que permite com que os espaços a serem preenchidos com osso sejam mantidos por membranas ou barreira e (5) enxertos ósseos revascularizados, onde um segmento ósseo vital é transferida para o seu leito receptor com seu pedículo vascular, assim permitindo a sobrevivência imediata do osso sem a necessidade de um processo de remodelação/substituição.

Considerando que a osteoindução utilizando fatores de crescimento tais como proteínas ósseas morfogenéticas (BMPs) ainda está em fase experimental e/ou tem aplicações clínicas extremamente limitadas, os enxertos ósseos *inlay* ou *onlay*, técnicas de ROG, expansão alveolar e distração osteogênica representam as técnicas mais comumente aplicadas para a reconstrução da morfologia e volume ósseo adequados para a colocação do implante. No entanto, apesar de um número crescente de publicações relacionadas com a correção de rebordos edêntulos deficientes, muita controvérsia ainda existe a respeito de qual é a técnica mais adequada e confiável. Isso se deve muitas vezes porque as publicações utilizarem metodologias insuficientes (por exemplo um tamanho inadequado da amostra, a falta de critérios de exclusão e inclusão bem definidas, e até falta de critérios de sucesso bem definidos etc.).

No entanto, é unanime o fato do enxerto autógeno ser o mais indicado para as reconstruções ósseas por reunir todas as características desejáveis de um enxerto como osteocondução, osteoindução e osteogênese, não apresentar riscos de transmissão de doenças e não induzir a resposta imune. Dessa maneira, preconiza-se o uso deste tipo de enxerto pela qualidade de osso formado e pela sua previsibilidade. Entretanto a escolha do leito doador deve

ser cuidadosamente escolhida de acordo com a quantidade necessária, a morbidade associada, o tipo de osso que será obtido e, não menos importante, a aceitação do paciente.

Para áreas que necessitam de pouco ganho de volume ósseo, os sítios doadores intrabucais são uma boa opção. Quando se necessita de enxertos para corrigir deficiências de largura que envolva uma extensão de até quatro dentes ou áreas que envolvam um ou dois dentes que requerem tantos ganhos em altura quanto largura, é bem comum a utilização de enxertos retirados da sínfise mandibular, como sugere Misch (2008). Entretanto quando se tem a necessidade de aumentar em largura o rebordo alveolar, pode-se utilizar como área doadora o ramo mandibular, podendo-se obter um pedaço de osso cortical retangular com até 4mm de espessura e até 1cm de altura (MISCH, 1997). Por fim, para pequenos aumentos no rebordo e com disponibilidade de uso associado de membrana, pode-se utilizar o osso com característica esponjosa do túber para a neoformação óssea, sendo bastante usado em volta de espiras expostas de implantes após sua instalação cirúrgica (HEIPLE et al., 1963; BUSER et al., 1995).

Em reconstruções maiores onde se necessite de uma grande quantidade de enxerto, considera-se a utilização de áreas doadoras extrabucais como sendo uma excelente opção. O osso autógeno coletado da crista ilíaca, bem como da calota craniana, são os locais mais utilizados para os enxertos ósseos de defeitos grandes nos maxilares pela sua grande quantidade disponível, fácil acesso cirúrgico e preparação do leito receptor junto com a obtenção em ambiente hospitalar (MATSUMOTO et al., 2002; MISCH et al., 2008).

Tavares et al. (2005) relataram que os enxertos de origem extrabucais tais como a crista ilíaca, calota craniana, tíbia e costela, têm sido frequentemente utilizados para reconstruções extensas do rebordo alveolar.

Kaptein et al. (1999) realizaram um estudo com 88 indivíduos sendo 49 mulheres e 39 homens, com idade média de 51,6 anos, com atrofia maxilar severa, que possuíam próteses totais maxilares e apresentavam queixas de atividade social reduzida, perda de confiança, aversão à prótese levando ao vômito, além de dificuldades de mastigação, na fala e estética. Foi feita a reconstrução óssea maxilar através de enxerto ósseo da crista ilíaca e, posteriormente a colocação dos implantes na região do canino e pré-molar. Para estes pacientes foram construídas 42 *overdentures* e 30 próteses parciais fixas. Um total de 90% dos pacientes respondeu que eles passariam pelo tratamento novamente ou recomendariam o tratamento a um amigo, se necessário.

Tavares et al. (2005) afirmam que a calota craniana tem sido uma das opções de escolha por apresentar baixo índice de complicações pós-operatórias, baixa morbidade e menor reabsorção pós-cirúrgica. Segundo Misch et al. (2008) além destes, os locais doadores de osso

autógeno extrabucal preferidos incluem a crista ilíaca, a tíbia, a calota craniana e, em proporção menor, a costela e a fíbula. Marinho (2001) relata também a utilização do rádio, escápula, clavícula e metatarso.

Apesar de apresentar uma cortical espessa, a fíbula se mostra uma boa opção nas reconstruções mandibulares. É uma escolha para casos em que ouve falha prévia de reconstruções e necessita-se repetir o enxerto (MISCH, 2008).

Os enxertos alógenos constituem uma excelente opção quando o paciente não pode ou não quer se submeter a uma cirurgia adicional para a obtenção de osso pois estes, apesar de formarem um novo osso mais lentamente e deficiente em circulação, ainda são melhores que outros enxertos não autógenos por serem osteocondutores e osteoindutores. Segundo Narang (1995) os enxertos completamente desmineralizados estimularam mais a neoformação óssea que os parcialmente desmineralizados, sendo então a melhor escolha nas reconstruções.

Considerando a redução dos custos e a disponibilidade, a utilização de matriz óssea bovina torna-se bastante interessante para leitos receptores pequenos e para aumento de volume de enxertos, contornando blocos autógenos por exemplo, visto que o material possui um potencial osteocondutor apenas, e sua previsibilidade, segundo Mazzonetto (2009), é questionável.

Para ganhos estéticos de volumes ou melhorar rebordo para retenção de próteses, os enxertos aloplásticos são utilizados por sua natureza não absorvível, ou pelo fato de ser lentamente substituído, o que torna esse material inapto para receber implantes futuros por não ser substituído por osso em tempo apropriado (MISCH, 2008).

5 CONCLUSÕES

De acordo com esta revisão da literatura podemos concluir que:

1. A utilização dos enxertos deve ser muito bem planejada para que não haja erro na indicação e consequentemente, insucessos futuros.

2. Cada tipo de material tem uma utilização mais apropriada levando em consideração o leito receptor, a quantidade necessária, os custos, a morbidade associada, dentre outros fatores relevantes para a escolha da melhor opção.

3. O padrão clínico de formação óssea é melhor quando empregado o osso autógeno.

4. Vários autores defendem a instalação de implantes após a maturação do enxerto ósseo por 5 a 10 meses.

5. A deiscência de sutura é uma complicação comum em enxertos extensos e volumosos. Implantes expostos juntamente com o enxerto circundante apresentam maior probabilidade de fracassar ou exibir perda da crista óssea.

6. A abordagem tardia permite a instalação de implantes em um volume ósseo otimizado e até permite novos enxertos em regiões comprometidas após a cicatrização inicial do enxerto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

ADELL, R. et al. Reconstruction of severely resorbed edentulous maxillae using osseointegrated fixtures in immediate autogenous bone grafts. **Int J Oral Maxillofac Imp**, v. 5, n.3, p. 233-46, 1990.

ALFARO, F. H. et al. **Bone grafting in oral implantology:** techniques and clinical applications. 1ª ed. Quintessence Pub Co, 2006, 233p.

ANDRÉ, L. F. M. **Atlas de implantes cone morse:** da cirurgia à prótese. 1ª ed. Nova Odessa: Napoleão, 2011, 376p.

ATWOOD, D. A. Reduction of residual ridges: a major oral disease entity. **J Prosthet Dent**, 26: 266-279, 1971.

BERRY, R. L.; EDWARDS, R. C.; PAXTON, M. C. Nasal augmentation using the mandibular coronoid as an autogenous graft: report case. **J Oral Maxillofac Surg**, 52: 633-638, 1994.

BESLE, M. F. et al. Shape and orientation of osteoblast-like cells (saos 2) are influence by collagen fibers in xenogenic bone biomaterial. **J Biomed Mat Res**, 40: 350-357, 1998

BRANEMARK, P. I. et al. An experimental and clinical study of osseointegrated implants penetrating the nasal cavity maxillary sinus. **J Oral Maxillofac Surg**, v. 42, p. 497-505, Aug. 1984.

BREINE, U.; BRANEMARK, P. I. Reconstruction of alveolar jaw bone. **Scand J. Plast Reconstr Surg**, Stokholm, p. 14-23, 1.980. *Apud* JENSEN, J.; SIMONSEN, E. K.; SINDET-PEDERSEN, S. Reconstruction of the severely resorbed maxilla with bone grafting and osseointegrated implants: a preliminary report. **J Oral Maxillofac Surg**, v. 48, n. 1, p. 27-32, Jan. 1990.

BURCHARDT, H. The biology of bone graft repair. **Clin Orthop Relat Res**, 4(174):28-42, 1983.

BURH, W.; COULON, J. P. Limits of the mandibular symphysis as a donor site for bone grafts in early secondary cleft palate osteoplasty. **Int J Oral Maxillofac Surg**, 25: 389-393, 1996.

BUSER, D. et al. Localized ridge augmentation using guided bone regeneration. II. Surgical procedure in the mandible. **Int J Periodont Rest Dent**, 15: 11-29, 1995.

CAMPOS, S. D. et al. Biomateriais à base de Na2O, CaO, SiO2, P2O5 preparados com serragem e com glucose de milho: influência na porosidade e na cristalinidade. **Cerâmica**, 51(319): 274-79, 2005.

CARDOSO, A. L. et al. Histologia e Fisiologia do enxerto autógeno: revisão de Literatura. **Innov Implant J**, 1(1): 11-4, 2006.

CHEUNG, H. S.; TOFE, A. J. Mechanism of cell growth on calcium phosphonate particles: role of cell mediated dissolution of calcium phosphonate matrix. **STP Pharma Science**, 3(1): 51-55, 1993.

** De acordo com as normas da ABNT*

CUNHA FILHO, J. J. D. A. Colocação de implantes osseointegrados em enxertos autógenos microvascularizado de fíbula para reconstrução mandibular – relato de um caso clinico. **Revista Bras de Implantodontia e Prótese sobre Implantes**. Vol. 11, n. 42, Ago/Nov, pág. 96-100, Porto Alegre, 2004.

CUNNINGHAM, 1992 – CUNNINGHAM, N. S.; REDDI, A. H. Biologic principles of bone induction: application to bone grafts. In: In: Habal, M. B.; Redi, A. H. **Bone grafts and bone substitutes**. Philadelphia: WB Saunders, p. 93, 1992.

De FREITAS, R. **Tratado de cirurgia bucomaxilofacial**. 1ª reimpressão. São Paulo: Editora Santos/ Grupo Editorial Nacional, 2008, 654p.

FRANCO, C. R. et al. Preparo do leito receptor. In: **Atlas de implante cone morse:** da cirurgia a prótese. 1ª ed. Nova Odessa: Napoleão, 2011, cap. 3, p.75-166.

FRIBERG, B.; JEMT, T.; LEKHOLM, U. Early failures in 4641 consequently placed Brânemark dental implants: a study of from stage I surgery to the connection of complete prostheses. **Int J Oral Maxillofac Implants**, 6:142-146, 1990.

GALEA, G.; KEARNEY, J. N. Clinical effectiveness of processed and unprocessed bone. **Transfus Med**, 15(3): 165-74, 2005.

GOLDBERG, V.; STEVENSON, S. Natural history of autografts and allografts. **Clinical Orthopaedics and Related Res**, v. 225, p. 90-91, 1987.

GOMES, L. A. **Implantes Osseointegrados:** técnica e arte. São Paulo: Santos. 2002.

GRISDALE, J. The clinical applications of synthetic bone alloplast. **J Can Dent Assoc**, 65:559-62, 1999.

HALLMAN, M. et al. A prospective 1-year clinical and radiographic study of implants placed after maxillary sinus floor augmentation with bovine hydroxyapatite and autogenous bone. **J Oral Maxillofac Surg**, Mar. 60 (3): 277-84, 2002.

HEIPLE, K. G.; CHASE, S. W.; HERNON, C. H. A comparative study of the healing process following different types of bone transplantation. **J Bone Joint Surg**. 45A: 1593-1616, 1963.

JAFFIN, R.A.; BERMAN, C. L. The excessice loss of Brânemark fixtures in type IV bone: a 5- year analysis. **J Periodontol**, 62:2-4, 1991.

JARCHO, M. et al. Tissue, cellular and subcellular events at a bone-ceramic hydroxyapatite interface. **J Bioengin**. 1: 79, 1977.

JASTY, M.; HARRIS, W. H. Salvage total hip reconstruction in patients with major acetabular bone deficiency using structural femoral head allografts. **J Bone Joint Surg Br**, 72 (1): 63-7, 1990.

JENSEN, J.; SIMONSEN, E. K.; SINDET-PEDERSEN, S. Reconstruction of the severely resorbed maxilla with bone grafting and osseointegrated implants: a preliminary report. **J Oral Maxillofac Surg**, v. 48, n. 1, p. 27-32, Jan. 1990.

JENSEN, J.; SINDET-PEDERSEN, S. Autogenous mandibular bone graft and osseointegrated implants for reconstruction of the severely atrophied maxilla: a preliminary report. **J Oral Maxillofac Surg**, 49: 1277-1287, 1991.

JENSEN, J.; SINDET-PEDERSEN, S.; OLIVER, A. J. Varying treatment strategies for reconstruction of maxillary atrophy with implants: results in 98 patients. **J Oral Maxillofac Surg**, 52(3):210-6, 1994.JOHNSON, J. V.; HIND, E. C. Evaluation of teeth vitality after subapical osteotomy. **J Oral Surg**, 27: 256, 1969.

KALK, W. W. et al. Morbidity from iliac crest bone harvesting. **J Oral Maxillofac Surg**, Dec. 54 (12): 1424-1429, 1996.

KAPTEIN, M.L.; DE LANGE, G.L.; BLIJDORP, P.A. Peri-implant tissue health in reconstructed atrophic maxillae-report of 88 pacients and 470 implants. **J Oral Rehabil**, 26(6): 464-74, 1999.

KELLER, E. E. et al. Prosthetic surgical reconstruction of the severely resorbed maxilla with iliac bone grafting and tissue integrated prostheses. **Int J Oral Maxillofac Implants**, 2: 155-165, 1987.

KENT, J. N.; QUINN, J. H.; ZIDE, M.F. Alveolar ridge aumengtation using non resorbable HA with and without autologous cancellous bone. **J Oral Maxillofac Surg**, 41: 629-640, 1983.

KIM, S. G. et al. A comparative study of osseointegration of Avana implants in demineralized freeze-dried bone alone or with platelet-rich plasma. **J Oral Maxillofac Surg**, Sep. 60 (9): 1018-1025, 2002.

KLEIN, C. P. A. T.; DRISSEN, A. A.; DE GROOT, K. Biodegradation behavior of various calcium phosphate material in bone tissue. **J Biomed Mater Res**, 17: 769-784, 1983.

KOURY, M. E. Complications of mandibular fractures. In: KABAN, L. B.; POGREL, M. A.; PERROTT, D. H., editors: **Complications in oral and maxillofacial surgery**, p. 140. Philadelphia, WB Saunders, 1997.

KUABARA, M. R.; VASCONCELOS, L. W.; PERRI, C. O. S. Técnicas cirúrgicas para obtenção de enxerto ósseo autógeno. **UNIMEP**, 12(2): 44-51, 2000.

KUBLER, A. et al. Growth and proliferation of human osteoblasts in different bone graft substitutes: an *in vitro* study. **Implant Dentistry**, 13 (2): 171-179, 2004.

LeGEROS, R. Z. Calcium phosphate material in restorative dentistry: a review. **Adv Dent Res**, 2: 164-180, 1988.

LEKHOLM, M. U.; ZARB, G. A. Patient selection and preparation. In: BRANEMARK, P.I.; ZARB, G. A.; ALBREKTSSON, T. **Tissue-integrated prostheses, osseointegration in clinical dentistry**. Chicago: Quintessence; p.199-210, 1985.

LINDHE, J. Formação do osso alveolar. In: KARRING, T.; LINDHE, J.; CORTELLINI, P. **Tratado de Periodontia Clínica e Implantodontia Oral**. 3ª. Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 32: 665-88, 1999.

LINKOW, L. I. Bone transplants using the symphysis, the iliac crest and synthetic bone materials. **J Oral Implantol**, 11(2): 211-47, 1983.

LISTROM, R. D.; SYMINGTON, J. M. Osseointegrated dental implants in conjunction with bone grafts. **Int J Oral Maxillofac Surg**, 17(2): 116-8, 1988.

LYFORD, R. H. et al. Clinical evaluation of freeze-drie block allografts for alveolar ridge augmentation: a case series. **Int J Periodont Rest Dent**, 23(5): 417-25, 2003.

MALININ, T. Acquisition and banking of bone allografts. In: Habal, M. B.; Redi, A. H. **Bone grafts and bone substitutes**. Philadelphia: WB Saunders, cap.3, p. 9-36, 1992.

MARINHO, L. H. M. Cirurgia avançada. In: NEVES, J. B. **Implantodontia Oral**. Belo Horizonte: Rona. Pág. 95-125, 2001.

MATSUMOTO, M. A. et al. Microscopic analysis of reconstructed maxilary alveolar ridges using autogenous bone grafts from the chin and iliac crest. **Int J Oral Maxillofacl Implants**, 17(4): 507-16, 2002.

MAVROPOULOS, E. A. **Hidroxiapatita como removedora de chumbo**. Rio de Janeiro: Fiocruz, Escola Nacional de Saúde Pública, 1999.

MAZZONETTO, R. **Reconstruções em implantodontia**. Ed. Napoleão; cap. 4, pág. 98, 2009.

MAZZONETTO, R.; DUQUE, H. N.; NASCIMENTO, F. F. Enxertos ósseos em implantodontia. Nova Odessa: Napoleão, 2012.

Mc ALLISTER, D. R. et al. The current status of tissue regulation, procurement, processing, and sterilization. **Am J Sports Med**, 35(12): 2148-58, 2007.

Mc LOUGHLIN, P. M.; HOPPER, C.; BOWLEY, N. B. Hyperplasia of the mandibular coronoid process: an analysis of 31 cases and a review of the literature. **J Oral Maxillofac Surg**, 53: 2250-2255, 1995.

MELLONIG, J. T.; LEVERY, R. The effect of different sizes of freeze dried bone allograft on bone growth. **J Dent Res**, 63: 222, 1984.

MISCH, C. E. et al. **Implantes Dentais Contemporâneos**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008, 1120p.

MISCH, C. E. et al. **Implantes Dentários Contemporâneos**. 2ª ed. São Paulo: Editora Santos, 2000, 685p.

MISCH, C. M. Comparison of intraoral donor sites for onlay grafting prior to implant placement. **Int J Oral Maxillofac Impl**, 12: 767-776, 1997.

MISCH, C. M. et al. Reconstruction of maxillary alveolar defects with mandibular symphysis grafts for dental implants: a preliminary procedural report. **Int J Oral Maxillofac Impl**, 7: 360-366, 1992.

MISCH, C. M. The pharmacologic management of maxillary sinus elevation surgery. **J Oral Implantol**. 18: 15-23, 1992.

MISCH, C. M. Use of the mandibular ramus as a donor site for onlay bone grafting. **J Oral Implantol**, 26(1): 42-48, 2000.

MISCH, M. C.; MISCH, C. E. The repair of localized severe ridge defects for implant placement using mandibular bone grafts. **Implant Dent**, 4(4): 261-267, 1995.

MULLIKEN, J. B.; GLOWACKI, J. Induced osteogenesis for repair and construction in the craniofacial region. **Plast Reconstr Surg**, 63: 553, 1980.

MURPHEY, M. D. et al. Radiographic assessment of bone grafts. In: HABAL, M. B.; REDI, A. H. **Bone grafts and bone substitutes**, Philadelphia: WB Saunders, cap.3, p. 9-36, 1992.

NAGEM, H. F. et al. Engenharia tecidual dos biomateriais. **Innov Implant J**, 1(1): 56-62, 2006.

NARANG, R.; WELLS, H.; LASKIN, D. M. Experimental osteogenesis with demineralized allogenic bone matrix in extraskeletal sites. **J Oral Maxillofac Surg**, 40: 133, 1982.

NEVINS, M.; MELLONIG, J. T. **Implantoterapia**: abordagens clínicas e evidências de sucesso. 1ª ed. Ed. Quintessence Pub Co, 2003, 257p.

OIKARINEN, K. S. et al. Augmentation of the narrow traumatized anterior alveolar ridge to facilitate dental implant placement. **Dental Traumatol**, Review. Feb. 19 (1): 19-29, 2003.

OKAMOTO, M. et al. Influence of the porosity of hydroxyapatite ceramics on in vitro and in vivo bone formation by cultured rat bone marrow stromal cells. **J Mater Sci Mater Med**, 17(4): 327-36, 2006.

OLIVEIRA Jr., P. A.; FABER, P. A.; MENDES, J. P. Reconstruções mandibulares com enxerto livre de fíbula: relato de um caso clínico. **Revista Bras de Cirurgia e Implantodontia**. Vol. 9, n. 33, jan/mar, p. 59-65, 2002.

OLLIER L. Traité experimental et clinique de la regeneration des os. Paris, **Victor Masson et Fils**, 1867.

PECORA, G. et al. Bone regeneration with a calcium sulfate barrier. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, 84: 424-429, 1997.

PETERSON, L. S. **Cirurgia oral e maxilofacial**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2000.

PINTO, J. T.; DONA, W. Enxerto ósseo autógeno bilateral em seio maxilar, com área doadora intrabucal – relato de caso clínico. **Rev Bras Cir Implantodont**, 8(31): 216-18, 2001.

POLIDO, W. D.; MARINI, E. Enxertos ósseos do ramo mandibular com finalidade estética. In: DINATO, J.C.; POLIDO, W. D. **Implantes Osseointegrados - Cirurgia e Prótese**. São Paulo: Editora Artes Médicas, p.261-313, 2004.

PROLO, D. J.; RODRIGO, J. J. Contemporary bone graft physiology and sugery. **Clin Orthop Relat Res**. (200): 322-42, 1985.

RAGHOEBAR, G. M. et al. Augmentation of localized defects of the anterior maxillary ridge with autogenous bone before insertion of implants. **J Oral Maxillofac Surg**, 54 (10): 1108-1185, 1996.

RAMIRES, P.A.; GIUFFRIDA, A.; MILELLA, E. Three-dimensional reconstruction of confocal laser microscopy images to study the behavior of osteoblastic cells grown on biomaterials. **Biomater**, 23: 397-406, 2002.

REJDA, B. V.; PEELEN, J. G. J. De GROOT, K. Tri-calcium phosphate as a bone substitute. **J Bioeng**, 1: 93-97, 1977.

SERRA E SILVA, F.; ALBERGARIA-BARBOSA, J. R.; MAZZONETTO, R. Clinical evaluation of association of bovine organic osseous matrix and bovine bone morphogenetic protein versus autogenous bone graft in sinus floor augmentation. **J Oral Maxillofac Sur**, 64: 931-935, 2006.

SHARAWY, M. et al. **Implante Odontológico Contemporâneo**. São Paulo: Pancast, cap. 16, p. 315-355, 1996.

SMILER, D. G. et al. Sinus lift grafts and endosseous implants: treatment of the atrophic posterior maxilla. **Dent Clin North Am**, v. 36, n. 1, p. 151-186, Jan. 1992.

SOGAL, A.; TOFE, A. J. Risk assessment of bovine spongiform encephalopathy transmission through bone graft material derived from bovine used for dental application. **J Periodontal**, 70: 1053-1063, 1999.

SUMMERS, R. B. A new concept in maxillary implant surgery: the osteotomy technique. **Compend Contin Educ Dent**, v. 15, p. 152-158, 1994.

TATUM, H. Maxillary and sinus implant reconstructions. **Dent Clin North Am**, v. 30, n. 2, Apr., p. 207-29, 1986.

TAVARES, H. S. et al. Reconstrução de maxila atrófica com enxerto ósseo de calota craniana para instalação de implantes osseointegráveis. **Rev ImplantNews**, 2(2): 139-44, 2005.

THOMPSON, I. D.; HENCH, L. L. Mechanical properties of bioactive glasses, glass-ceramics and composites. **Proc Inst Mech Eng**, 212:127–36, 1998.

TOFE, A. J.; WATSON, B. A.; BOWERMAN, M. A. Solution and cell mediated resorption of grafting materials, abstract. **J Oral Implatol**, 17: 345, 1991.

TOLEDO FILHO, J. L.; MARZOLA, C.; SANCHES, M. D. R. Os enxertos ósseos e de Biomateriais e os Implantes Osseointegrados. **Rev Bras Cir Implantodontia**, v.30, p.26-46, 2001.

TUNCHEL, S. et al. Enxerto de osso de calvária para reconstrução dos maxilares – a técnica através de um caso clínico. **Revista Brasileira de Cirurgia da Universidade de Santo Amaro: UNISA**, v. 7, nº ½, p. 78-84, 2002.

UCHIDA, A. et al. The use of ceramics for bone replacement. **J Bone Joint Surg** (Br) 66: 269-275, 1984.

VANIN, M. et al. In vitro study of degradation of poly blends in the form of films. **Polímeros**, 14(3):187-93, 2004.

VON ARX, T. et al. Lateral ridge augmentation using different bone fillers and barrier membrane application: a histologic and histomorphometric pilot study in the canine mandible. **Clin Oral Implants Res**, Jun. 12 (3): 260-269, 2001.

WEBER, H. P.; FIORELLINI, J. P.; BUSER, D. A. Hard-tissue augmentation for the placement of anterior dental implants. **Compend Contin Educ Dent**, 18 (8): 779-791, 1997.

WENZ, B.; OESCH, B.; HORST, M. Analysis of the risk of the transmitting bovine spongiform encephalopathy trough bone graftsderived from bovine bone. **Biomaterial**, 22: 1599-1606, 2001.

WILTFANG, J. et al. Onlay augmentation versus sinus lift procedure in the treatment of the severely resorbed maxilla: a 5-year comparative longitudinal study. **Int J Oral Maxillofac Surg**, 34: 885-889, 2005.

WOOD, R. M.; MOORE, D. L. Grafting of the maxillary sinus with intraorally harvested autogenous bone prior to implant placement. **Int Oral Maxillofac Impl**, 3: 209-214, 1998.

ZERBO, I. R. et al. Localization of osteogenic and osteoclastic cells in porous beta tricalcium phosphate particles used for human maxillary sinus floor elevation. **Biomaterials**, 26 (12): 1445-51, 2005.