

Francisco Matutino Vieira Zoio

Regeneração Óssea Guiada para Aumento Horizontal e Vertical da Crista Alveolar

Universidade Fernando Pessoa

Faculdade de Ciências da Saúde

Porto, 2013

Francisco Matutino Vieira Zoio

Regeneração Óssea Guiada para Aumento Horizontal e Vertical da Crista Alveolar

“Trabalho apresentando à
Universidade Fernando Pessoa como
parte dos requisitos para a obtenção do
grau de mestrado integrado em Medicina
Dentária”

Resumo

A reabilitação oral com implantes é um procedimento que requer volume ósseo suficiente da crista óssea alveolar para uma correcta colocação dos implantes, promovendo uma restauração funcional e estética. Quando se verifica insuficiente volume ósseo, são necessários procedimentos de aumento ósseo para obter largura e altura óssea suficiente para ancoragem dos implantes. A regeneração óssea guiada é um método de aumento ósseo que consiste na utilização de membranas que servem de barreiras, impedindo a migração de células epiteliais para o interior dos defeitos ósseos, permitindo que apenas células formadoras de osso ocupem o local do defeito.

O objectivo deste trabalho está direccionado para a análise do sucesso e previsibilidade clínica desta técnica de aumento ósseo e qual o sucesso de implantes colocados em osso regenerado, abordando vários tipos de membranas e enxertos ósseos e combinações entre eles.

Este trabalho consiste numa revisão da literatura, baseando-se numa pesquisa de artigos nas bases de dados *on-line* através da utilização criteriosa de palavras-chave e recorrendo também à consulta de livros.

A regeneração óssea guiada manifesta comprovado sucesso e previsibilidade no aumento ósseo e os implantes colocados em osso regenerado demonstram sucesso a longo-prazo.

Abstract

Oral rehabilitation with implants is a procedure that requires sufficient bone volume of alveolar crest for proper implant placement, providing a functional and aesthetic restoration. When there is insufficient bone volume, bone augmentation procedures are required for obtaining enough bone height and width for implant anchorage. The guided bone regeneration is a method of increasing bone involving the use of membranes which serve as barriers, preventing the migration of epithelial cells into the bone defect, allowing only bone-forming cells to occupy the site of the defect.

The aim of this work is directed to the analysis of clinical success and predictability of this technique for bone augmentation, and what the success of implants placed in regenerated bone is, addressing various types of membranes and bone grafts and their combinations.

This work consists of a literature review, based on a survey of articles on the online databases, through the judicious use of keywords and the consultation of books.

The guided bone regeneration manifested proven success and predictability in bone augmentation and implants placed in regenerated bone demonstrate long-term success.

Agradecimentos

A todos os docentes da Faculdade de Ciências da Saúde, os meus agradecimentos pela sua dedicação na minha formação e pela capacidade de me acompanharem com empenho nesta etapa da minha vida. Principalmente, agradeço à minha orientadora Dr^a Cristina Lima pela sua competência e disponibilidade para me ajudar na elaboração desta monografia. Agradeço aos meus pais pelo constante apoio e carinho, fundamentais para superar as dificuldades e obstáculos encontrados. Agradeço ainda aos meus amigos mais próximos pelos bons momentos passados durante toda a minha formação.

Índice Geral

Índice de figuras

Índice de tabelas

I. Introdução.....	1
II. Desenvolvimento.....	3
1. Reabilitação com implantes.....	3
2. Fisiologia óssea.....	4
3. Cicatrização após exodontia dentária.....	5
4. Defeitos ósseos.....	7
5. Procedimentos de aumento da crista alveolar.....	8
6. Regeneração óssea.....	9
6.1. Princípios biológico da regeneração óssea guiada.....	10
6.2. Membranas utilizadas na regeneração óssea guiada.....	12
6.2.1 Membranas não-reabsorvíveis.....	14
6.2.1 Membranas reabsorvíveis.....	16
6.3. Enxertos ósseos e materiais substitutos ósseos.....	18
6.3.1. Enxertos ósseos autógenos.....	18
6.3.2. Aloenxertos ósseos.....	21
6.3.3. Xenoenxertos ósseos.....	22
6.3.4. Materiais ósseos aloplásticos.....	22
III. Materiais e métodos.....	23
IV. Resultados.....	24
1. Tipos de membranas.....	24
2. Aumento ósseo horizontal.....	28
3. Aumento ósseo vertical.....	31
V. Discussão.....	35
VI. Conclusão.....	47
VII. Bibliografia.....	49

Índice de Figuras

Fig. 1	Colapso.....	7
Fig. 2	Tipos de defeitos ósseos.....	8
Fig. 3	Aumento ósseo da crista alveolar com enxerto ósseo e membrana.....	11
Fig. 4	Defeito ósseo coberto por membrana de colagénio.....	13
Fig. 5	Enxerto ósseo autógeno intra-oral.....	21

Índice de tabelas

Tabela 1. Membranas reabsorvíveis e não-reabsorvíveis disponíveis comercialmente.....	17
Tabela 2. Comparação entre membranas reabsorvíveis e não-reabsorvíveis.....	18
Tabela 3. Enxertos ósseos autógenos intra-orais e complicações associadas.....	20
Tabela 4. Aumento ósseo horizontal com ROG.....	31
Tabela 5. Aumento ósseo vertical com ROG.....	34

Abreviaturas e Siglas

ROG- Regeneração Óssea Guiada

RTG- Regeneração Tecidual Guiada

ePTFE- Membrana de Politetrafluoretileno Expandido

I. Introdução

Os pacientes desdentados são potenciais candidatos a ser reabilitados com implantes dentários para restabelecer a estética e função. No entanto, a situação clínica dos pacientes pode revelar-se desfavorável à colocação de implantes, nomeadamente quando apresentam osso insuficiente em altura e largura para ancoragem dos implantes no osso da crista alveolar.

A regeneração óssea guiada foi desenvolvida na tentativa de aumentar as possibilidades de tratamento com implantes, sendo um método de aumento ósseo com evidência científica na literatura e com sucesso clínico comprovado.

A regeneração óssea guiada tem como princípio biológico a utilização de membranas, que funcionam como uma barreira física para impedir a invasão de células epiteliais no espaço destinado à regeneração óssea, permitindo que apenas células formadoras de osso ocupem este espaço. Na maior parte das situações clínicas, enxertos ósseos são usados em combinação com a regeneração óssea guiada, de modo conferir suporte e estabilidade à membrana.

O objectivo deste trabalho é realizar uma revisão da literatura, a partir da qual seja possível compreender a utilização da regeneração óssea guiada na Implantologia, abordando assuntos tais como o mecanismo de formação óssea, reabsorção óssea alveolar, aplicação de membranas e utilização de enxertos ósseos, avaliando a eficácia da associação de membranas com enxertos ósseos e analisando os vários tipos destes materiais, assim como a previsibilidade e sucesso desta técnica cirúrgica.

Para a elaboração desta monografia, foi realizada uma pesquisa através das seguintes bases de dados *on-line*: *Pubmed*, *Science Direc*, *B-on*, *Google Académico*, assim como livros disponíveis em formato digital. Após selecção dos artigos, foi também realizada pesquisa com recurso à biblioteca da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto e Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade Fernando Pessoa. Não foram incluídos limites temporais na pesquisa. As palavras-chave utilizadas foram as seguintes: *guided bone regeneration*, *bone physiology*, *alveolar ridge resorption*, *bone*

defects, bone augmentation, resorbable and non resorbable membranes, bone grafts, complications, implant survival, implant success, horizontal/lateral bone augmentation, vertical bone augmentation.

Com esta técnica é possível obter um aumento ósseo da crista alveolar com resultados previsíveis, promovendo quantidade e volume ósseos adequados para que seja possível a colocação de implantes com estabilidade primária. Os implantes colocados em osso regenerado apresentam comprovado sucesso a longo-prazo.

II. Desenvolvimento

1. Reabilitação oral com implantes

Segundo Buser et al., (2004), o desejo primário da maior parte dos pacientes com ausências dentárias é a substituição da dentição perdida e um sorriso estético. Os objectivos estéticos essenciais são: uma linha gengival harmoniosa, papilas intactas e contorno convexo da parede facial do processo alveolar. A solução de reabilitação protética deve ser avaliada tendo em conta o potencial de sucesso a longo-prazo de acordo com cada paciente.

Com o desenvolvimento científico contínuo da Implantologia, os implantes osteointegrados apresentam-se como uma solução reabilitadora com altas taxas de sucesso. A osteointegração define-se pelo contacto directo entre o osso e o implante, sem interposição de tecido mole. Um implante osteointegrado revela sucesso mecânico e biológico a longo-prazo (Albrektsson et al., 2005).

A história médica e exames clínicos são fundamentais para a avaliação pré-operatória do paciente, pois permitem evitar complicações e insucessos relacionados com a instalação cirúrgica de implantes. O exame clínico da área cirúrgica do implante inclui inspecção e palpação (Larsen & Mcglunphy, 2009).

A avaliação radiográfica pré-operatória num paciente a ser reabilitado com implantes tem como objectivo fornecer informação sobre a altura e largura óssea disponíveis para colocação dos implantes. A radiografia intra-oral permite avaliar a distância mesiodistal da área a reabilitar, podendo-se estimar o número de implantes a serem colocados e a altura óssea disponível. A radiografia panorâmica é útil para auxiliar no plano de tratamento, mas tem como desvantagens a falta de detalhes imagiológicos e a distorção radiográfica. Na sequência desta limitação, a tomografia axial computadorizada é importante na determinação precisa da largura e altura óssea disponível e na localização do canal mandibular, que tal como o seio maxilar, é uma estrutura anatómica que deverá ser perfeitamente identificada (Grondahl, 2005).

De facto, o recurso a exames auxiliares de diagnóstico é particularmente relevante nas situações clínicas de defeitos ósseos.

Os princípios cirúrgicos básicos para colocação do implante exigem uma largura e altura óssea mínima para promover estabilidade mecânica do implante. Ou seja, deveremos dispor de uma dimensão mínima de 1mm de espessura da tábua óssea vestibular e palatina/lingual ao redor do implante (Laresen & McGlumphy, 2009). A dimensão óssea no sentido vertical deverá ser a suficiente para a colocação do implante seleccionado, sendo particularmente relevante na proximidade de estruturas anatómicas importantes, como o seio maxilar e o canal mandibular, em que se deverá manter uma distância de 1-2mm em relação a essas estruturas (Grondahl, 2005).

2. Fisiologia óssea

O osso é um tecido conjuntivo especializado, de grande complexidade, possuindo uma alta vascularização e inervação. A sua estrutura celular confere-lhe capacidade para se adaptar às constantes exigências externas e internas, através de eventos biológicos de modelação e remodelação que ocorrem ao longo da vida de um indivíduo (Stevens et al., 2005; Lang et al., 2005).

De acordo com Hollinger (2005), o crescimento ósseo determina a estrutura óssea, a modelação influencia a sua forma e a remodelação promove a competência funcional do osso. Enquanto que a modelação gera tecido ósseo com um tamanho e forma funcional, a remodelação permite a substituição de osso velho por osso renovado, sem recorrer a alterações dimensionais ósseas.

Quando o osso é formado, o novo tecido inicia processos de aposição e reabsorção óssea, devido aos fenómenos fisiológicos de modelação e remodelação. A modelação consiste na alteração morfológica do tecido ósseo em resposta a estímulos fisiológicos ou forças mecânicas, conduzindo a um reajustamento ósseo de acordo com essas demandas. Remodelação, refere-se à alteração interna que ocorre no osso, com vista à produção de um tecido mineralizado novo. Este processo é definido pela presença da unidade de remodelação óssea, constituída por um grupo de osteoclastos, que promove

reabsorção óssea do osso nativo, e uma camada de osteoblastos que realiza a aposição de novo osso (Clarke, 2008). normal bone anat índice 1

3. Cicatrização após exodontia dentária

Segundo Schropp et al., (2003), a reabsorção óssea da crista óssea alveolar pode ocorrer devido a vários motivos, entre os quais estão a doença periodontal, patologia periapical, traumatismos e exodontia de peças dentárias.

Enquadrando esta informação no objectivo deste trabalho, torna-se evidente que a reabilitação oral com implantes preconiza uma perda dentária prévia, pelo que se torna pertinente conhecer o mecanismo de reabsorção associado à exodontia dentária.

De acordo com Lang et al., (2005), a cicatrização do tecido ósseo pode ocorrer por um processo de reparação ou de regeneração. O primeiro refere-se à cicatrização do defeito levando à formação de um tecido com função e morfologia diferentes do tecido original. Quando se verifica um total restabelecimento da função e morfologia do tecido, estamos na presença de um fenómeno de regeneração tecidual. Geralmente, a regeneração ocorre em fracturas ósseas pequenas e estabilizadas, enquanto reparação ocorre em lesões ósseas extensas. Os factores que podem interferir com a formação do tecido ósseo após a lesão são:

- Inadequada de migração de vasos sanguíneos para o interior do defeito;
- Fraca estabilização tanto do coágulo como do tecido de granulação no defeito;
- Proliferação de células não osteogénicas;
- Contaminação bacteriana;

No processo alveolar, a cicatrização óssea de um alvéolo dentário após extração representa um modelo onde ocorre contínua formação óssea e alterações teciduais. Shetty & Bertolami (2004) descrevem os eventos teciduais no processo de formação óssea num alvéolo pós-extractivo: nas primeiras 24 a 48 horas, é formado um coágulo sanguíneo no alvéolo. Na primeira semana, há uma migração de células inflamatórias para o alvéolo, e os osteoclastos iniciam reabsorção da crista alveolar. Na segunda

semana, vasos sanguíneos migram para o centro do coágulo e a reabsorção da cortical do alvéolo está mais definida. Na terceira semana, o alvéolo é preenchido por tecido de granulação e a superfície do alvéolo é reepitelizada, sendo que a remodelação óssea prolonga-se por várias semanas. Após 6 a 8 semanas, é possível observar radiograficamente a formação óssea alveolar, mas a fase de remodelação mantém-se em progresso.

Após 6 meses, a formação de novo osso durante a cicatrização do alvéolo pós-extractional ocorre simultaneamente à reabsorção da crista alveolar e nos seguintes 6 meses, o novo osso formado é parcialmente remodelado e ocorre redução de cerca de 50% da largura da crista alveolar, representando a primeira fase de remodelação. A segunda fase da remodelação prolonga-se para o resto da vida de um indivíduo, sendo contínua e lenta. (Mezzomo et al., 2011). Enquanto que a modelação óssea ocorre rapidamente, por outro lado, a remodelação óssea de novo osso formado em alvéolos pós-extractionais humanos é um processo lento (Trombelli et al., 2008).

Após a extração dentária, o alvéolo dentário inicia um processo de cicatrização, embora não se verifique uma recuperação total da morfologia óssea. À medida que ocorre o crescimento ósseo do alvéolo, existe também reabsorção da crista alveolar, em que a maior perda óssea ocorre ao nível horizontal, sendo que a diminuição da dimensão da crista alveolar é mais acelerada nos primeiros 6 meses (Van der Weijden et al., 2009; Horowitz et al., 2012).

Comprovadamente, nos primeiros 6 meses após extração dentária, a perda de volume da crista alveolar aproxima-se dos 40% e 60%, respectivamente para a altura e para a largura óssea alveolar. De referir que a reabsorção da crista alveolar, decorrente de um processo cicatricial após exodontia dentária, tem consequências estéticas e funcionais que podem dificultar o posterior tratamento de reabilitação oral (Bartee, 2001).



Fig.1- Exame clínico da zona maxilar anterior mostrando colapso dos tecidos com perda óssea e gengival (Horowitz et al., 2012).

A reabsorção alveolar após extração é bastante maior na parede vestibular do que na palatina, deslocando o centro da crista alveolar para palatino ou lingual. Após 12 meses, cerca de 50% do volume da crista é perdido, sendo que dois terços desta perda ocorrem nos primeiros 3 meses (Cardaropoli & Cardaropoli, 2008). Sendo assim, o plano de tratamento reabilitador deverá ser elaborado tendo em consideração esta evidência.

Segundo Nallaswamy (2003), a reabsorção da crista alveolar é centrípeta na maxila e centrífuga na mandíbula. Como consequência desta reabsorção, o tamanho do arco maxilar tende a diminuir e o tamanho do arco mandibular tende a aumentar.

4. Defeitos ósseos

Os defeitos ósseos da crista alveolar podem ser causados por doença periodontal avançada, lesão periapical, insucesso do implante, exodontia dentária, trauma, tumor ou doença congênita (Prato et al., 2004).

Os defeitos da crista alveolar podem ser classificados da seguinte forma: (Seibert, 1983 *cit. in* Wang & Al-Shammari, 2002)

- Classe I: perda de tecido no sentido buco-lingual, com altura óssea normal;
- Classe II: perda de tecido no sentido apico-coronal, com largura óssea normal;
- Classe III: combinação de defeitos, com redução da altura e largura da crista;

Uma modificação da classificação de Seibert refere que cada classe pode ser subdividida em defeitos pequenos, médios e grandes, respectivamente menores ou iguais 3 mm, entre 4 a 6 mm e maiores ou iguais a 7 mm. (Wang & Al-Shammari 2002)

Muitos defeitos verticais em cristas alveolares apresentam insuficiente altura e largura óssea. Já os defeitos horizontais têm altura adequada, mas falta de largura óssea. A largura óssea necessária para colocação e estabilidade dos implantes aumenta da área incisiva para a área dos molares (Louis, 2011). Os locais que mais frequentemente requerem aumento ósseo horizontal são a maxila anterior, ou seja, a zona estética, e a zona posterior da mandíbula (Arx & Buser, 2006).

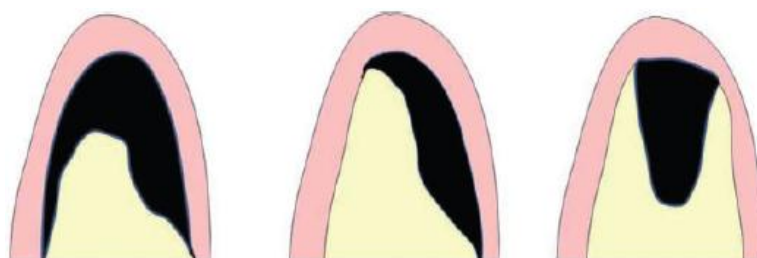


Fig. 2- Tipos de defeitos ósseos. Da esquerda para a direita: tipo vertical e horizontal; horizontal; alvéolo pós-extraccional (Miyamoto et al., 2012).

A instalação de implantes pode estar associada à ocorrência de defeitos de deiscências ou fenestrações, principalmente na presença de defeitos horizontais da crista alveolar, que levará a uma diminuição da taxa de sucesso dos implantes (Chiapasco & Zaniboni 2009).

5. Procedimentos de aumento da crista alveolar

As indicações para realização de aumento ósseo são: situações clínicas com insuficiente altura e/ou largura óssea para ancoragem dos implantes e por motivos estéticos (Hammerle & Jung, 2003; Merli et al., 2010).

Nas situações clínicas em que se verifica uma diminuição do volume ósseo, estão descritos diversos procedimentos para o aumento horizontal e vertical ósseo da crista alveolar:

- Elevação do seio maxilar, consistindo num aumento da altura óssea na maxila posterior, através de um acesso cirúrgico lateral ou pela utilização de osteótomos para elevação do limite do pavimento do seio, para posterior colocação de enxerto ósseo;
- Distracção osteogénica, através da qual novo osso preenche o espaço de uma fractura criada pela separação de dois fragmentos ósseos;
- Expansão da crista alveolar, que permite um aumento horizontal da crista, sendo cirurgicamente dividida e preenchida com enxerto ósseo;
- Regeneração óssea guiada (ROG), caracterizada pelo uso de membranas para protecção do espaço a ser preenchido com osso, enxertos particulados e/ou enxertos em bloco, ambos servindo de material osteoconductor para formação de novo osso.

O uso de factores de crescimento representa uma direcção futura para procedimentos de aumento ósseo (McAllister & Haghghat, 2007).

As técnicas osteoindutoras usando factores de crescimento ainda apresentam limitações nas aplicações clínicas, como é o caso do uso das proteínas ósseas morfogénicas (BMPs). Com efeito, a ROG e os enxertos ósseos são os procedimentos mais comuns na prática clínica, sendo que a ROG apresenta resultados clínicos de maior previsibilidade e maior sucesso a longo-prazo (Hammerle & Karring 1998; Rakhmatia et al., (2013).

6. Regeneração óssea

A regeneração óssea responsável pela recuperação do volume de perda óssea baseia-se nos princípios biológicos de osteogénese, osteoindução e osteocondução. Osteogénese é

o mecanismo que representa a formação de novo tecido ósseo, e ocorre quando osteoblastos e células precursoras de osteoblastos viáveis são transplantadas no enxerto, sendo que estas últimas conduzem a maior parte da formação óssea no defeito. Estas células existem no osso, medula óssea, periósseo, e entre outros tecidos. Osteoindução ocorre quando a formação óssea é induzida pela acção de células osteogénicas ou factores de crescimento a partir do material de enxerto. Os materiais com capacidade osteoindutora recrutam células precursoras de osteoblastos para o interior do material e induzem a sua proliferação e diferenciação em células com capacidade regeneradora óssea. Osteocondução refere-se à capacidade física do material de enxerto servir como guia para a neovascularização e crescimento de células precursoras osteoblásticas para o interior do defeito ósseo (Cypher & Grossman, 1996; Goldberg & Akhavan, 2005; Sutherland & Bostrom, 2005).

De acordo com Lang et al., (2005), na regeneração óssea, os três mecanismos de formação óssea ocorrem geralmente em conjunto, visto que a osteogénese sem a osteoindução e osteocondução tem poucas possibilidades de ocorrer, devido ao facto de poucas células sobreviverem após colocação do enxerto no leito receptor. Deste modo, o material de enxerto é invadido por células do hospedeiro que se diferenciaram em osteoblastos. A regeneração óssea para ocorrer pressupõe as seguintes condições básicas:

- Uma fonte de células formadoras de osso ou células precursoras das mesmas;
- Estímulo osteoindutor para promover a diferenciação de células osteoprogenitoras em osteoblastos e formar osso;
- Meio osteocondutor para permitir a proliferação das células transplantadas e a diferenciação de células osteoprogenitoras em osteoblastos;

6.1. Princípio biológico da regeneração óssea guiada

O princípio de regeneração óssea guiada é baseado no mesmo princípio da regeneração tecidual guiada. A aplicação clínica da regeneração tecidual guiada (RTG) foi reconhecida através de estudos experimentais realizados desde a década de 80, visando a regeneração de tecidos periodontais, através da utilização de membranas que

funcionavam como uma barreira física (Laurell & Gottlow, 1998; Becker & Becker, 1999; Karring et al., 2005). Conseqüentemente, este princípio conduziu à aplicação das membranas para regeneração de defeitos ósseos e aumento localizado da crista alveolar, onde o volume ósseo é insuficiente para a colocação de implantes. Com efeito, surgiu a ROG, que se tornou numa modalidade terapêutica com sucesso e bem documentada (Hammerle & Karring, 1998).

A aplicação de uma membrana, actuando como uma barreira, sobre um defeito ósseo permite a separação mecânica dos tecidos moles circundantes, impedindo a rápida penetração dos fibroblastos para o interior do defeito ósseo, de modo a que apenas células osteogénicas provenientes do osso adjacente ou osso medular possam invadir e regenerar o espaço criado pela membrana (Retzepe & Donos, 2010; Hitti & Kerns, 2011).

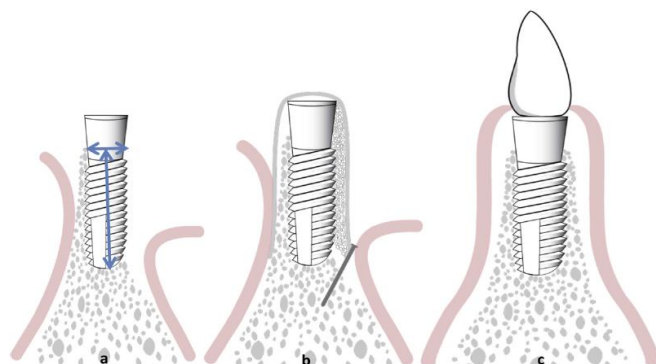


Fig. 3- Ilustração evidenciando insuficiente altura e largura óssea (a); colocação de membrana sobre enxerto ósseo (b); realizada a prótese sobre o implante (c) (Rakhmatia et al., 2013).

Numa tentativa de evidenciar o mecanismo de regeneração óssea em defeitos protegidos por membranas, foi realizado um estudo na mandíbula de cães, concluindo que há maior formação óssea em defeitos cobertos com membrana do que defeitos sem membrana. A partir de defeitos ósseos criados, a sequência e o padrão da regeneração óssea é a mesma do osso nativo e o tecido sob a membrana apresenta as características histológicas do osso nativo (Schenk et al., 1994).

De acordo com estudo de Buser et al., (1995) o osso regenerado responde à inserção dos implantes tal como o osso nativo e suporta carga funcional de forma estável, após 6 meses em carga.

Os principais critérios para obter sucesso no tratamento de ROG são os seguintes: (Buser et al., 1995; Buser et al., 1996)

- Aplicação da técnica de incisão lateral para obter cicatrização primária do tecido mole e evitar exposição da membrana.
- Utilização de suporte adequado para a membrana com ou sem enxertos ósseos ou substitutos ósseos, criando e mantendo um espaço isolado sob a membrana para evitar o seu colapso.
- Realização de várias perfurações no osso cortical, promovendo uma boa irrigação sanguínea da área cirúrgica, proveniente dos espaços medulares.
- Utilização de parafusos ou pinos de fixação para estabilizar e adaptar a membrana ao osso de suporte, impedindo a invasão de células não-osteogénicas para a área do defeito.
- Permitir um período mínimo de 6 meses de cicatrização para conseguir completa regeneração e maturação óssea.

6.2. Membranas utilizadas na regeneração óssea guiada

As principais indicações das membranas, associadas a procedimentos de ROG em reabilitação oral com implantes são: (Buser et al., 1999)

- Defeitos em alvéolos pós-extraccionais;
- Deiscências ósseas;
- Fenestrações ósseas;
- Aumento ósseo horizontal;
- Aumento ósseo vertical;
- Elevação do seio maxilar



Fig. 4- Cobrimento de defeito ósseo com membrana de colagénio suportada por enxerto ósseo (Hammerle & Jung, 2003).

Hammerle & Jung (2003) afirmam que é primordial compreender os factores que influenciam o desempenho biológico das membranas, de modo a aumentar a eficácia da ROG para cada indicação. Entre estes factores estão o tamanho ideal das perfurações na membrana, estabilidade da membrana, duração da sua função, melhor acesso de células osteogénicas para o espaço a regenerar, bom suprimento sanguíneo e prevenção de deiscências dos tecidos moles.

Os critérios ideais que as membranas de regeneração tecidular devem apresentar são: (Wolff & Mullally, 2000; Rakhmatia et al., 2013)

- Biocompatibilidade
- Exclusão celular
- Criação e manutenção de espaço
- Facilidade de manuseamento clínico
- Integração com os tecidos moles

Quanto à biocompatibilidade, deve tolerar bem os tecidos e não interferir com a regeneração óssea. A exclusão celular deve ser feita de modo a permitir que apenas células osteogénicas ocupem o espaço, além da difusão de nutrientes, sem interferência de células não desejáveis. A criação de espaço sobre o defeito deve ser mantida para evitar colapso da membrana. A manipulação deve ser fácil para a membrana se adaptar à situação clínica e, por fim, a integração é crucial para a estabilidade tecidular e prevenção de infecção local (Wolff & Mullally, 2000; Rakhmatia et al., 2013).

A ROG é o método mais usado na regeneração de defeitos ósseos, com resultados comprovadamente previsíveis. Apesar disso, verificam-se problemas na prática clínica com a utilização de membranas, sendo as mais comuns o colapso das membranas e a exposição das membranas devido a deiscências dos tecidos moles, podendo resultar em infecção local e preenchimento ósseo incompleto do espaço protegido pela membrana (Hammerle & Karring, 1998).

6.2.1. Membranas não-reabsorvíveis

A membrana não-reabsorvível de politetrafluoretileno expandido (ePTFE) foi a primeira membrana a ser produzida comercialmente, feita a partir de Teflon, utilizada inicialmente com sucesso em procedimentos de RTG antes de ser aplicada em ROG. Desde então, as membranas ePTFE têm sido utilizadas com sucesso na ROG, sendo um material de eleição, amplamente utilizado nestes procedimentos (Retzepi & Donos, 2010; Hitti & Kerns, 2011).

A membrana ePTFE é um polímero estável e inerte, não provocando reacções adversas nos tecidos biológicos do organismo, mas necessita de uma segunda cirurgia para ser removida, pois é não-reabsorvível (Karring et al., 2005). É composta por uma camada inferior com uma microestrutura porosa que permite formação de coágulo e inserção de fibras de colagénio para estabilizar e fixar a membrana. A camada superior permite a infiltração de nutrientes e evita a que células não formadoras de osso penetrem no espaço isolado. A remoção numa segunda cirurgia constitui a principal desvantagem desta membrana, pois há exposição ao meio oral e maior risco de contaminação bacteriana (Rakhmatia et al., 2013).

As membranas ePTFE têm sido substituídas por novos tipos de membranas não-reabsorvíveis, de modo a aumentar o sucesso clínico da ROG. Em 1993 foi desenvolvida pela primeira vez uma membrana não reabsorvível com PTFE de alta densidade (dPTFE) e com porosidade de menor tamanho do que as membranas ePTFE, aumentando a protecção do enxerto ósseo, bem como do implante, devido à ausência de contaminação bacteriana. Com esta técnica, é possível colocar e remover a membrana

com simplicidade e restaurar grandes defeitos ósseos, promovendo uma regeneração óssea eficaz (Barber et al., 2007).

Segundo Bartee (1998), num estudo em série com avaliação clínica e histológica da aplicação da membrana dPTFE em alvéolos extraccionais, verificou-se o preenchimento ósseo completo do defeito alveolar até ao parafuso de cobertura do implante, nos casos de colocação imediata de implantes com enxerto ósseo. As principais vantagens desta membrana residem no facto de permanecerem expostas ao ambiente oral sem a ocorrência de infecções e a não necessitarem de encerramento primário.

Em casos de aumento ósseo vertical e de defeitos ósseos que exigem grande quantidade de osso a ser formado, é necessário membranas mais resistentes e estáveis. Nestas situações clínicas, é eficaz a utilização de uma membrana ePTFE reforçada com titânio, constituída por uma dupla camada de ePTFE interposta por uma estrutura de titânio (Hammerle & Jung, 2003).

Segundo Watzinger et al., (2000), a principal desvantagem na aplicação de membranas reforçadas com titânio reside na elevada ocorrência de exposições da membrana, devido à irritação e perfuração dos tecidos moles adjacentes provocadas pela sua rigidez. Deste modo, torna-se mais difícil a sua inserção no local, exigindo rigorosa profilaxia e manuseamento cuidadoso dos tecidos mucosos para prevenir exposições da membrana e inflamações.

Em alternativa a este material, a malha de titânio também é previsível em aumentos ósseos horizontais e verticais e é mais eficaz na manutenção de espaços extensos do que qualquer outra membrana, devido à sua rigidez. A sua estabilidade permite a fixação do enxerto ósseo subjacente e a sua plasticidade promove a adaptação a qualquer tipo de defeito ósseo. Contudo, esta rigidez pode causar irritação dos tecidos mucosos, aumentando o risco de exposição e contaminação bacteriana. A macroporosidade da malha de titânio, mantém o suprimento sanguíneo durante a regeneração óssea e confere estabilidade através da integração de tecidos na sua estrutura, permitindo a passagem de nutrientes e a prevenção da migração de células epiteliais, mas esta característica dificulta a segunda cirurgia para remoção. Além disso, a sua macroporosidade é uma

porta de passagem para microrganismos para a área do defeito, comprometendo a regeneração óssea (Rakhmatia et al., 2013).

6.2.2. Membranas reabsorvíveis

As membranas reabsorvíveis foram desenvolvidas com o objectivo principal de eliminar um segundo procedimento cirúrgico para remoção da membrana, como acontece nas membranas não reabsorvíveis. As membranas reabsorvíveis com maior utilização no mercado são os materiais sintéticos baseados em poliésteres, tal como o ácido poli(glicólico) (PGA), ácido poli(láctico) (PLA) e os seus copolímeros, entre outros materiais. Outra alternativa ao tipo de membranas baseia-se em materiais naturais, onde se inserem as membranas de colagénio (Gentile et al., 2011; Bottino et al., 2012).

Os polímeros reabsorvíveis tais como o ácido poliláctico e o ácido glicólico são não-antigénicos e não produzem reacções adversas, promovendo diversos graus de estabilidade dependendo das características mecânicas e químicas presentes na membrana. A principal desvantagem reside no curto tempo de reabsorção da membrana, característica apresentada pela maior parte dos polímeros reabsorvíveis, não actuando como uma barreira física durante os 6 meses necessários para ocorrência de uma regeneração óssea guiada com sucesso (Schliephake et al., 2000a).

As membranas reabsorvíveis, quando em contacto com o meio oral, sofrem as seguintes 4 fases de degradação: hidratação, perda de tensão, perda de integridade e solubilização através de fagocitose. Estas fases têm uma duração dependente da natureza e grau de cristalização do polímero reabsorvível, PH, temperatura e volume da membrana (Retzepi & Donos, 2010).

As membranas de colagénio apresentam boa compatibilidade, mas revelam falta de rigidez, limitando a formação óssea e algumas destas membranas têm um tempo de reabsorção rápido que não permite uma formação óssea completa. As membranas de colagénio devem ser utilizadas com o suporte de enxerto ósseo ou substituto ósseo para evitar o seu colapso. No entanto, estas membranas são eficazes na contenção e

estabilização dos enxertos ósseos particulados no local, prevenindo a sua migração para tecidos adjacentes (Lynch, 2005).

Tipo de membrana	Propriedades	Comentários
Membranas não-reabsorvíveis		
ePTFE (Gore-Tex®)	Boa manutenção de espaço e relativa dificuldade de manuseamento	Maior evidência clínica e experimental
dPTFE (Gore-tex® de alta densidade)	Porosidade 0.2 µm. Densidade previne contaminação bacteriana	Fácil remoção e evita remoção em segunda cirurgia
Ti-ePTFE (Gore-tex® reforçado com titânio)	Mais estável manutenção de espaço. Sem necessidade de enxerto ósseo	Titânio não pode sofrer exposição para ocorrer bom aumento ósseo
Membranas reabsorvíveis sintéticas		
Ácido poliláctico-DL/ácido co-glicólico (Resolut®)	Reabsorção total: 5-6 meses. Integridade funcional e manutenção de espaço	Boa integração tecidual e boa prevenção de invasão de células epiteliais.
Poliglatina 910 (Vicryl®)	Reabsorção total: 9 meses. Boa adaptação	Disponível em 4 formas pre-fabricadas. Excelente biocompatibilidade
Ácido poliláctico-DL e solvente (Atrisorb®)	Reabsorção total: 6-12 meses. Excelente adaptação	Primeiro material líquido a ser usado. Possibilidade de moldar na forma desejada
Membranas reabsorvíveis de colagénio		
Colagénio tipo I de pele suína (Bio-Gide®)	Reabsorção total: 24 semanas. Derivado da pele suína	Membrana de colagénio mais utilizada. Aplicação em associação com enxertos ósseos
Colagénio tipo I de tendão bovino (BioMend®)	Reabsorção total: 18 semanas. Derivado do tendão bovino.	Manutenção de espaço influenciada pelo tipo de defeito

Tabela 1. Membranas reabsorvíveis e não-reabsorvíveis para ROG disponíveis comercialmente (Gentile et al., 2011) (Bottino et al., 2012).

No seguinte quadro pretendemos resumir e comparar as principais vantagens e desvantagens das membranas não reabsorvíveis e das membranas reabsorvíveis:

	Vantagens	Desvantagens
Membranas não reabsorvíveis	<ul style="list-style-type: none"> - Melhor manutenção de espaço pelas membranas ePTFE e ePTFE reforçadas com titânio; - Tempo controlado de actuação; - Ausência de reabsorção e libertação de produtos residuais; - Maior experiência clínica 	<ul style="list-style-type: none"> - Remoção em segunda cirurgia; - Morbilidade do paciente; - Stress psicológico; - Risco de dano tecidual; - Custo vs benefício
Membranas reabsorvíveis	<ul style="list-style-type: none"> - Sem segunda cirurgia; - Cirurgia de implantes em 2 fases simplificada; - Evita remoção de membrana no momento da colocação do pilar de cicatrização; - Custo vs benefício; - Menor morbilidade 	<ul style="list-style-type: none"> - Tempo não-controlado da função de barreira; - Reabsorção pode interferir com formação óssea; - Necessidade de enxerto ósseo

Tabela 2. Comparação entre membranas reabsorvíveis e não-reabsorvíveis (Hammerle & Jung, 2003).

6.3. Enxertos ósseos e materiais substitutos ósseos

Um enxerto ósseo é um procedimento de transplante de osso vivo ou não vivo de um local dador para um leito receptor.

Os enxertos ósseos podem ser autógenos quando o material é transplantado de um local para outro no mesmo indivíduo. Aloenxerto refere-se ao tecido obtido de um indivíduo geneticamente diferente, mas da mesma espécie e xenoenxerto é o material transplantado de um indivíduo para outro, de espécies diferentes (Hammerle & Karring, 1998; Goldberg & Akhavan, 2005).

6.3.1. Enxertos ósseos autógenos

Entre os vários materiais existentes, o enxerto ósseo autógeno é o que apresenta maior evidência científica (Albrektsson et al., 2002).

De acordo com Sutherland & Bostrom (2005), os factores que tornam os enxertos autógenos amplamente utilizados são as suas excelentes propriedades osteogénicas, osteoconductoras e osteoindutoras, a sua biocompatibilidade, ausência de transmissão de doenças e retenção de osteoblastos. No entanto, as suas desvantagens devem-se à morbilidade relacionada com o local dador, disponibilidade limitada, maior tempo cirúrgico e maior perda de sangue durante a cirurgia.

Os enxertos autógenos podem ser corticais ou medulares. As vantagens recaem mais sobre os enxertos medulares, porque revascularizam e incorporam-se mais rápido, pois o osso cortical é menos poroso e mais denso. Os enxertos corticais apresentam maior reabsorção nos primeiros 6 meses, levando a maior perda de propriedades mecânicas em relação ao osso medular. A substituição do enxerto medular por osso do leito receptor ocorre por completo em 1 ano, enquanto que no osso cortical verifica-se a presença de osso necrotico, além de osso viável (Cypher & Grossman 1996).

Os enxertos ósseos autógenos podem também ser do tipo particulados ou em bloco. Os enxertos particulados estão indicados em situações de regeneração de defeitos ósseos pequenos ou fenestrações e deiscências ósseas peri-implantares, podendo ser usadas técnicas de ROG com membranas para auxiliar na contenção do osso particulado. Para defeitos moderados, podem ser usados como opção enxertos ósseos corticomedulares em bloco (Aloy-Prosper et al., 2011).

Os enxertos particulados, assim como em bloco, têm sido usados para reconstrução de defeitos alveolares. No caso dos particulados, estes têm uma vascularização mais rápida, mas devem ser protegidos por uma membrana para diminuir o risco de reabsorção. (Louis, 2011). No entanto, os enxertos corticomedulares em bloco apresentam mais vantagens, tais como, a capacidade de serem moldados para se adequarem ao local receptor, a rigidez estrutural, exigida nos casos de colocação simultânea de implantes e de enxerto ósseo e a promoção de estabilidade primária do implante com consequente aumento do sucesso da osteointegração do implante (Lee et al., 2007).

Os enxertos autógenos podem ser colectados de locais dadores intra ou extra-orais.

Nas situações clínicas que exigem pequena quantidade de osso, os enxertos ósseos são geralmente colectados da sínfise mandibular ou ramo mandibular. A sua vantagem está na proximidade do local receptor e na morbilidade diminuída em relação a locais extra-orais, mas a quantidade de osso disponível é limitada e, em alguns casos, o local dador pode interferir com o plano cirúrgico no local receptor devido à proximidade entre ambos. A tuberosidade maxilar e o zigoma também podem ser usados (Louis, 2011).

	Indicações do enxerto em bloco	Espessura média obtida	Tipo de enxerto	Complicações
Sínfise mandibular	Aumento horizontal: 4-7 mm Aumento vertical: 4-6 mm	4-8 mm	Cortical e densa medular	- Sangramento - Lesão do nervo mentoniano - Parestesia - Lesão da mucosa jugal, lábios e língua - Fractura do enxerto - Infecção - Corte bicortical
Ramo mandibular	Aumento horizontal: 3-4 mm Aumento vertical: 3-4 mm	3-4 mm	Cortical	- Sangramento - Lesão do nervo alveolar inferior e nervo/artéria lingual - Parestesia - Lesão das mucosas - Fractura do enxerto - Infecção - Fractura mandibular - Trismus

Tabela 3. Enxertos ósseos em bloco mandibulares, colectados da sínfise e ramo mandibular e possíveis complicações associadas (Pikos, 2005).



Fig. 5- Enxerto ósseo colectado da sínfise (blocos verticais) e do ramo mandibular (bloco posterior) (Pikos, 2005).

Em situações clínicas em que se torna imperativo a utilização de grande quantidade óssea, o enxerto pode ser colectado a partir da crista ilíaca, calvária e tibia. A crista ilíaca fornece grande quantidade e volume de osso, mas é o local que apresenta maior incidência de complicações (McAllister & Haghigat, 2007; Louis, 2011).

6.3.2. Aloenxertos ósseos

Os aloenxertos representam uma alternativa aos enxertos autógenos, evitando as complicações associadas a estes. Com efeito, são evidenciadas como vantagens dos aloenxertos a fácil manipulação, a grande quantidade de material disponível, baixo custo e morbidade diminuída, evitando cirurgia em local dador do osso. No entanto, a grande desvantagem está no risco de transmissão de doenças infecciosas. Isto influencia o processo de incorporação do aloenxerto, sendo mais lento do que o do osso autógeno devido à reacção imunológica do paciente (Gomes et al., 2008).

Os materiais alógenos estão disponíveis a partir de fontes de cadáveres humanos, como os bancos de ossos, e compreendem enxertos ósseos frescos-congelados, secos-congelados, frescos-congelados desmineralizados e criopreservados, sofrendo diferentes processamentos e armazenamentos (Barone et al., 2009). Tal como o enxerto autógeno, apresenta osso cortical, medular ou combinação de ambos e também obedece a critérios de boa adaptação, fixação, uso de membranas e fechamento sem tensão dos tecidos moles. O osso alógeno apenas tem função osteocondução, servindo de estrutura para a formação de novo osso, mas quando é desmineralizado, apresenta propriedades osteoindutoras (Peleg et al., 2010). A liofilização (osso seco-congelado), torna o osso

hospedeiro menos sensível a antigénios do osso enxertado, mas reduz as propriedades mecânicas do enxerto e anula a capacidade osteoindutora. Os materiais criopreservados apenas são lavados com solução antibiótica e armazenados no frio, não sendo feito mais nenhum processamento (Barone et al., 2009).

6.3.3. Xenoenxertos ósseos

Os xenoenxertos incluem minerais ósseos de animais ou derivados de corais e algas, sob a forma de carbonato de cálcio. O osso bovino desproteínizado é o material de eleição para regeneração óssea devido à semelhança como o osso humano. O processo de desproteínização evita rejeição imunológica do organismo, mas retira a capacidade osteoindutora do enxerto, restando apenas osteocondução (Hallman & Thor, 2008).

O osso bovino é obtido em maior quantidade e disponibilidade do que o osso autógeno ou alógeno e a sua estrutura de apatite é semelhante à da espécie humana, aumentando o seu potencial como material de enxerto. As suas propriedades biológicas incluem a microestrutura porosa, óptima relação cálcio/fosfato, força mecânica e acentuada osteocondutividade (Long et al., 2012).

6.3.4. Materiais ósseos aloplásticos

Os substitutos ósseos aloplásticos representam biomateriais sintéticos derivados do cálcio, incluindo fosfato de cálcio, sulfato de cálcio, vidro bioactivo e polímeros, variando na sua estrutura química e física, sendo uns reabsorvíveis e outros não-reabsorvíveis. Destes materiais, os mais utilizados são hidroxiapatite, fosfato tricálcio e fosfato de cálcio bifásico, sendo este último uma mistura química entre os dois primeiros mencionados. No caso do sulfato de cálcio e fosfato tricálcio, o seu uso está menos indicado para a zona estética devido ao rápido tempo de reabsorção e substituição por novo osso (Hallman & Thor, 2008).

Segundo Iezzi et al., (2012), a hidroxiapatite, o fosfato de cálcio bifásico e o carbonato de cálcio apresentam boa biocompatibilidade, osteocondução, deposição óssea directa sobre a superfície do material e ausência de reacções adversas.

III. Materiais e Métodos

Neste trabalho foi utilizado como método de pesquisa a biblioteca on-line, utilizando como motores de busca o *PubMed*, *b-on*, *science direct* e *Google académico*. Foram consultados livros on-line, referenciados na bibliografia.

As palavras-chave inseridas na pesquisa para aumento ósseo vertical foram: *vertical, bone, ridge augmentation, membranes, grafts resorption, grafts complications, implants success, implants survival*.

Para pesquisa sobre aumento ósseo horizontal: *horizontal, lateral, bone, ridge augmentation, membranes, grafts resorption, grafts complications, implants success, implants survival*.

Foram utilizados como critérios de inclusão de estudos: revisões sistemáticas, meta-análises, estudos clínicos controlados randomizados, estudos clínicos controlados, estudos clínicos e estudos histológicos. Destes estudos, foram incluídos 4 revisões sistemáticas, 1 meta-análise, 19 estudos clínicos controlados randomizados, 13 estudos clínicos controlados, 7 estudos clínicos e 1 estudo histológico.

Todos os estudos seleccionados que estudaram as taxas de sucesso de implantes, basearam-se nos critérios de sucesso de implantes estabelecidos por Albrektsson et al., (1986).

IV. Resultados

Vários estudos científicos têm como objectivo a análise e comparação da eficácia das membranas no sucesso da ROG.

1.1. Tipos de membranas

1.1.1. Membranas não-reabsorvíveis:

Jardini et al. (2005), num estudo histomorfométrico randomizado realizado em ratos, verificaram que o grupo em que foi colocado um enxerto ósseo autógeno com membrana ePTFE obteve melhores resultados logo a partir de uma fase precoce da regeneração, revelando maior ganho de volume de osseu do que a área inicial enxertada, enquanto o grupo que apenas recebeu o enxerto ósseo, sem utilização de membrana, demonstrou reabsorção e perda óssea durante o período de regeneração.

Antoun et al. (2001) realizaram um estudo prospectivo randomizado comparando um grupo submetido a aumento da crista óssea somente com enxerto ósseo e um grupo com enxerto ósseo associado a uma membrana não reabsorvível ePTFE. Concluíram que, o enxerto ósseo combinado com membrana, para aumento ósseo antes da colocação de implantes, demonstrou significativamente menos reabsorção do que o enxerto ósseo sem a membrana, 6 meses após a cirurgia, além de se verificar maior ganho de espessura óssea no grupo da membrana.

1.1.2. Membranas reabsorvíveis:

Schliephake et al., (2000b), relataram um estudo com 6 cães avaliando o aumento ósseo da crista alveolar com colocação simultânea de implantes na mandíbula. Em cada animal, houve um implante com enxerto autógeno e membrana de ácido poliláctico, outro implante apenas com a membrana, outro só com mesmo enxerto e um implante de controlo. As partículas ósseas do enxerto, recolhidas do local da preparação para inserção do implante, revelaram-se ineficazes no aumento ósseo da crista, devido à sua instabilidade. Após 5 meses, numa análise histológica, as membranas reabsorvíveis

demonstraram integridade estrutural, conferindo função de barreira durante este período, mas exibiu fraca resistência mecânica e, nos casos de deiscências dos tecidos moles, a membrana colapsou. Como o osso autógeno foi insuficiente para suportar a membrana, não se verificou grande quantidade de aumento ósseo nos defeitos, comparativamente com os locais de controlo.

Jung et al. (2011) relataram um estudo com 5 cães, comparando o uso de uma nova membrana sintética de ácido poliláctico e poliglicólico (grupo teste 1), ou associada a xenoenxerto (teste 2) e apenas membrana de colagénio (controlo negativo) ou associada ao mesmo xenoenxerto (controlo positivo), com o objectivo de aumento ósseo simultâneo à colocação de 20 implantes na mandíbula. Concluiu-se que não há diferenças significativas, em termos de quantidade óssea regenerada e contacto osso-implante, entre o uso da membrana sintética e a membrana de colagénio, com ambas associadas a xenoenxerto. Nos casos em que não foi utilizado enxerto ósseo, as membranas de colagénio tiveram melhores resultados em defeitos de maior dimensão.

Zwahlen et al. (2009), realizaram estudo piloto randomizado controlado, com 15 pacientes, para comparar a eficácia de uma membrana absorvível de colagénio com um sistema de membranas reabsorvíveis sintéticas (ácido poliláctico, poliglicólico e carbonato de trimetileno), na regeneração óssea em pacientes após extracção do 3º molar. Concluiu-se que não existem diferenças significativas entre as membranas, em relação ao desempenho da função de barreira e à capacidade de regeneração óssea, mesmo apesar das membranas de colagénio sofrerem rápida degradação e perda de integridade.

1.1.3. Estudos comparativos entre membranas reabsorvíveis e não-reabsorvíveis:

Os estudos clínicos demonstram, genericamente, que a utilização de membranas não reabsorvíveis e membranas reabsorvíveis apresenta resultados positivos no processo de regeneração óssea. Torna-se então oportuno analisar se os resultados destes dois tipos de membranas são comparáveis ou se existe evidência científica da superioridade de alguma membrana, aquando da sua utilização integrada no procedimento de ROG.

Estudos em animais:

Hurzeler et al. (1998) realizaram um estudo comparativo em 5 macacos para avaliar a ROG em deiscências ósseas em implantes. Dois implantes foram colocados em cada quadrante. Para tratar os defeitos ósseos, utilizaram um grupo apenas com membrana de colagénio, outro com associação da mesma com xenoenxerto, outro com membrana ePTFE com o mesmo enxerto ósseo e um grupo de controlo. Após 6 meses, foi feita uma análise histológica e concluiu-se que os grupos da membrana de colagénio e da membrana ePTFE, ambas associadas a enxerto ósseo, não demonstraram diferenças significativas entre eles, em relação à quantidade de novo osso formado e mostraram significativamente maior quantidade de formação óssea do que os outros dois grupos, havendo maior contacto de novo osso mineralizado com o implante. No grupo da membrana de colagénio com enxerto ósseo, verificou-se a presença de ligeira reabsorção óssea subjacente à membrana de colagénio, devido às suas fracas propriedades mecânicas e químicas, reforçando o uso de material de enxerto para suporte desta membrana em ROG.

Num estudo realizado por Schliephake et al., (2000a), avaliou-se o tratamento de defeitos ósseos peri-implantares através da ROG. Foram usados 6 cães e 2 implantes foram colocados em cada lado da mandíbula, um coberto por membrana de ácido poliláctico e o oposto por membrana ePTFE, sendo que o segundo implante serviu de controlo. Após 3 meses, ambas as membranas não exibiram diferenças na formação óssea, mas após 6 meses, houve maior aumento da altura óssea da crista alveolar no grupo da membrana ePTFE. O grupo da membrana de ácido poliláctico mostrou maior espessura dos tecidos moles adjacentes, mas na fase final de regeneração óssea, houve reabsorção óssea superficial subjacente à membrana, devido à degradação da membrana e libertação dos seus produtos ou devido à diminuição da estabilidade da membrana, interferindo com uma completa regeneração dos defeitos ósseos.

Donos et al., (2002), num estudo comparativo entre membranas para aumento da crista óssea alveolar, recorreram a 30 ratos. Num dos lados da maxila foi colocado um enxerto ósseo mandibular fixado com microimplante de titânio coberto por membrana copolímero reabsorvível e no outro lado foi aplicada uma membrana ePTFE sobre o

enxerto, servindo de grupo controle. Neste estudo com análise histológica até aos 6 meses, concluiu-se que pode ser conseguido um aumento da crista alveolar com predictibilidade, através da associação de um enxerto ósseo mandibular com membranas reabsorvíveis ou não-reabsorvíveis, desde que a membrana seja bem adaptada sobre o enxerto e o fechamento dos tecidos seja conseguido durante a cicatrização óssea. Em ambos os grupos de membranas, onde a membrana permaneceu coberta pelos tecidos mucosos, os enxertos ósseos mantiveram o seu volume e demonstraram continuidade com o osso maxilar. Nos casos de exposição da membrana verificou-se reabsorção da membrana, descontinuidade entre o osso enxertado e o osso maxilar recipiente e perda do microimplante de fixação.

Van Leeuwen et al., (2012) compararam a eficácia de uma nova membrana sintética reabsorvível de carbonato trimetileno, com membrana de colagénio e membrana ePTFE. Foram divididos, aleatoriamente, 192 ratos por cada um destes grupos de membranas e um grupo de controle. Após 12 semanas, os resultados de aumento ósseo da membrana sintética reabsorvível foram idênticos aos dos grupos das membranas de colagénio e ePTFE. Uma quantidade significativamente maior de osso foi formado nos grupos de membranas em relação aos grupos controle. A membrana sintética demonstrou ter melhor capacidade de manutenção de espaço do que a de colagénio, sendo colocada com facilidade sobre os defeitos ósseos, promovendo uma ROG eficaz. Em relação às membranas ePTFE, esta nova membrana sintética dispensa a fixação com suturas ou pinos e não necessita de segunda cirurgia para remoção da membrana.

Estudos em humanos:

Simion et al (1996) realizaram um estudo comparativo em 5 pacientes, avaliando a aplicação de membranas no tratamento de defeitos ósseos ao redor de implantes. Em cada paciente, 16 implantes de 2 fases foram colocados na maxila e mandíbula. Os sítios cirúrgicos foram tratados aleatoriamente, sendo 7 cobertos por membrana copolímero reabsorvível, 5 por membrana ePTFE e 4 não receberam tratamento, servindo de grupo controle. Após 6 meses, o grupo tratado com copolímeros absorvíveis demonstrou um aumento de formação óssea maior do que o grupo controle mas menor do que o grupo das membranas ePTFE, que revelaram maior capacidade de formação óssea. As

membranas reabsorvíveis foram menos eficazes na regeneração óssea, pois a sua rigidez não é suficiente para manter o espaço isolado subjacente e têm menor tempo de actuação devido à sua degradação, necessitando de material de enxerto de suporte.

Zitzmann et al., (1997) comparou o uso de membrana de colagénio com membrana ePTFE em 25 pacientes, tratados aleatoriamente com cada uma das membranas. Foi usado xenoenxerto e a colocação de implantes foi simultânea ou posterior ao aumento ósseo. Os resultados do estudo indicam que, num período de tratamento de 2 anos, ambas as membranas alcançaram semelhante aumento ósseo. Em casos de exposição, os locais com membrana de colagénio não apresentaram inflamação, enquanto que as membranas ePTFE obrigaram à sua remoção, obtendo menores quantidades de osso formado.

Num estudo controlado randomizado realizado por Schneider et al., (2013), foi avaliada a eficácia de uma membrana de ácido poliláctico e poliglicólico, quimicamente modificada, em relação a uma membrana ePTFE reforçada com titânio, em aumento ósseo com xenoenxerto simultâneo à colocação de implantes em 40 pacientes. Após 6 meses, ambas as membranas demonstraram quantidade de osso regenerado comparáveis. A membrana ePTFE foi mais eficaz na estabilização da largura óssea regenerada. Ambas as membranas são susceptíveis de sofrerem exposições, interferindo com a ROG, mas a utilização da membrana reabsorvível resulta numa cicatrização tecidual mais facilitada. Não se destacaram vantagens significativas de uma membrana em relação à outra em termos de condições de tecidos moles, efeitos adversos e osteointegração de implantes.

2. Aumento ósseo horizontal

Os procedimentos de aumento ósseo com ROG podem ser realizados para aumento da largura da crista alveolar, o que permite a colocação de implantes em locais com adequado volume ósseo.

Buser et al., (1996), realizaram um estudo com 40 pacientes, associando enxerto autógeno com membrana ePTFE para aumento horizontal da crista alveolar. Foi

demonstrado que este procedimento de ROG é previsível e resulta num aumento da largura óssea que possibilitou a colocação de implantes em todos os pacientes. O osso autógeno apresentou boa capacidade osteocondutora e osteoindutora e a membrana impediu a invasão de células epiteliais para o defeito ósseo e diminuiu a reabsorção do enxerto durante o período de cicatrização de 7 a 13 meses.

Arx & Buser (2006), relataram um estudo em 42 pacientes, em que foram usados blocos de enxerto autógeno, cobertos por osso bovino particulado, que por sua vez foi coberto por membrana de colagénio. Demonstrou-se que este método de ROG é previsível e bem-sucedido. O facto de se utilizar uma membrana reabsorvível tornou o procedimento mais fácil, excluindo a segunda cirurgia de remoção da membrana, e diminuindo a taxa de exposição da membrana, que ocorreu em apenas 3 pacientes, não afectando a regeneração óssea nestes pacientes.

Spin-Neto et al., (2013), compararam a utilização de blocos de osso autógeno e alógeno, com membrana de colagénio, e colocaram implantes 6 meses após cirurgia de aumento ósseo horizontal. Após este período, verificou-se que, nos locais aumentados com aloenxerto, estava apenas presente 8% de osso vital. Nos locais aumentados com enxerto autógeno, constatou-se a presença de 3 vezes mais osso vital, comparativamente com os locais aumentados com aloenxerto. Os implantes mostraram semelhantes quantidades de contacto osso-implante em ambos os enxertos. Concluiu-se que os aloenxertos estão mais indicados quando a quantidade de aumento ósseo é limitada e que a ROG obteve sucesso, mas mais estudos serão necessários para avaliar o sucesso a longo-prazo dos implantes em osso alógeno. Contudo, os implantes demonstraram sucesso 6 meses após a sua colocação.

Lumetti et al., (2012) relataram um estudo randomizado controlado, com 24 pacientes, para comparar enxerto alógeno com enxerto autógeno em bloco, ambos cobertos por membrana de colagénio, para aumento horizontal da crista alveolar na maxila, com posterior colocação de implantes. Após 6 meses, o osso alógeno perdeu significativamente mais volume, devendo-se à baixa densidade óssea do osso medular que constitui grande parte deste enxerto proveniente da tibia. Confirmou-se ainda que a taxa de reabsorção é bastante variável entre pacientes. No grupo em que se utilizou osso

alógeno, verificou-se uma reacção inflamatória que não ocorreu no osso autógeno. Apesar desta evidência, o osso alógeno demonstrou boa incorporação no osso nativo. Concluiu-se que o enxerto autógeno é mais recomendado do que o osso alógeno.

Buser et al., (2002) avaliaram a eficácia de implantes colocados após 6-9 meses em osso aumentado no sentido horizontal com enxerto autógeno em bloco e membranas ePTFE. Após 5 anos, verificou-se uma taxa de sobrevivência dos 61 implantes de 100% e uma taxa de sucesso dos implantes de 98,3%. O procedimento de ROG culminou em osso regenerado capaz de suportar cargas funcionais de forma idêntica à do osso nativo e os implantes osteointegrados apresentam potencial de sucesso a longo-prazo.

Urban et al., (2011) relataram um estudo em 22 pacientes, comparando apenas osso autógeno ou combinado com osso bovino desproteínizado, usando uma membrana reabsorvível de ácido glicólico e carbonato trimetileno. A taxa de sobrevivência também foi de 100% em 58 implantes, com um follow-up médio de 46 meses. O bom aumento ósseo e a não ocorrência de complicações graves, demonstram a eficácia desta membrana no aumento ósseo horizontal.

Peñarrocha-Diago et al., (2013), compararam a técnica de ROG simultânea à colocação de implantes com a técnica de 2 fases cirúrgicas, usando osso autógeno em bloco e membrana de colagénio, para aumento ósseo horizontal. Colocaram-se 71 implantes e após 1 ano de follow-up, verificou-se uma taxa de sobrevivência dos implantes de 98,5% e uma taxa de sucesso de 92,9%. Ambas as técnicas cirúrgicas alcançaram aumento ósseo suficiente e altas taxas de sobrevivência e sucesso dos implantes, embora a perda óssea marginal tenha sido significativamente maior nos implantes colocados simultaneamente ao aumento ósseo.

Autores	Local	Enxerto	Memb.	Nº de Impl.	Follow-up	Taxa Sobrev. Impl. %	Taxa sucess. impl. %
Buser et al., (2002)	Max/mand	AG	ePTFE	61 (2 fases)	5 anos	100	98,3
Urban et al., (2011)	Max/mand	AG/AG+XE	Acid. glic. tri.	58 (2 fases)	46 meses (media)	100	ND
Urban et al., (2013)	Max/mand	AG+XE	Colag.	76 (2 fases)	21 meses (media)	100	ND
Peñarrocha-Diago et al., (2013)	Max/mand	AG+AP	Colag.	71 (1/2 fases)	1 ano	98,5	92,9

Tabela 4: Aumento ósseo horizontal com ROG. Max- maxila; Mand- mandíbula; AG- osso autógeno; XE- xenoenxerto; AP- aloplasto; Acid. glic. tri.- Ácido glicólico e carbonato trimetileno; Colag.- membrana de colagénio; 1/2 fases- fases cirúrgicas; Impl.- implantes; Taxa sobreviv. impl.- taxa de sobrevivência dos implantes; Taxa de sucess. impl.- taxa de sucesso dos implantes. ND- Não disponível.

3. Aumento ósseo vertical

Em situações clínicas de altura óssea insuficiente para a colocação de implantes, dispomos das técnicas de ROG para se atingir um aumento ósseo vertical suficiente que permita a reabilitação oral com implantes.

Segundo Urban et al., (2009), o enxerto autógeno particulado associado ao uso de membrana ePTFE reforçada com titânio consegue alcançar resultados previsíveis de aumento ósseo vertical, com menor risco de complicações. Com um período de cicatrização de 6 a 9 meses, implantes podem ser colocados com sucesso no osso aumentado verticalmente e podem sobreviver no tempo com altas taxas de sucesso, semelhantemente a implantes colocados em osso nativo e sob carga funcional. Em defeitos verticais na zona posterior da maxila, implantes colocados simultaneamente com aumento vertical e do seio maxilar apresentam taxas de sobrevivência e sucesso

idênticas a implantes em zonas aumentadas verticalmente em defeitos de zonas edêntulas de um ou vários dentes na crista alveolar. Estes dados estão de acordo com o estudo de Simion et al., (2004), que também concluíram que a combinação de elevação do seio maxilar e aumento vertical ósseo, culmina em osso com o mesmo comportamento biológico do osso nativo.

Fontana et al., (2008), relataram a utilização de osso autógeno particulado e osso alogénico particulado para aumento ósseo vertical da mandíbula posterior, em associação com membrana ePTFE reforçada com titânio. Os implantes foram colocados após 6 meses de cicatrização óssea do enxerto, verificando-se neste momento, que todos os implantes estavam clinicamente osteointegrados. Tendo em conta os limites da amostra de 5 pacientes, 25 implantes e um enxerto de cada tipo por cada paciente, demonstrou-se um aumento ósseo vertical bem sucedido por meio deste método de ROG.

Felice et al., (2009), realizaram aumento ósseo vertical da mandíbula posterior com enxerto autógeno da crista ilíaca e xenoenxerto do tipo osso bovino desproteínizado. Os enxertos em bloco foram cobertos por membrana de colagénio e os espaços entre blocos foram preenchidos por osso particulado. Após 4 meses de cicatrização óssea, foram colocados os implantes e registou-se significativamente mais osso residual no xenoenxerto do que no enxerto autógeno. Ambas as técnicas de ROG demonstraram resultados de sucesso.

Em situações de aumento ósseo vertical, as membranas ePTFE e dPTFE, ambas reforçadas com titânio, apresentam resultados clínicos e histológicos idênticos em ganho ósseo vertical adjacente a implantes, após 6 meses de cicatrização, utilizando uma mistura de enxerto autógeno e alógeno. No entanto, as membranas dPTFE demonstram uma fácil remoção do local cirúrgico e são fáceis de lidar em caso de exposições da membrana, diminuindo o risco de infecções e não comprometendo o sucesso da regeneração, contrariamente ao que se sucede no caso da utilização de membranas ePTFE (Ronda et al., 2013).

Após termos comprovado a previsibilidade do procedimento da ROG no aumento da crista alveolar, importa agora analisar se o sucesso dos implantes colocados em osso regenerado é similar ao sucesso dos implantes colocados em osso nativo.

Num estudo com follow-up de 1 a 5 anos, Simion et al., (2001) avaliaram eficácia a longo-prazo da osteointegração de implantes em áreas ósseas aumentadas em sentido vertical. A ROG foi feita por meio de membrana ePTFE reforçada com titânio, cobrindo apenas o coágulo sanguíneo (grupo A), enxerto alógeno (grupo B) ou enxerto autógeno (grupo C). No grupo C, o aumento ósseo foi mais eficaz, atingindo até 8 mm, e após o primeiro ano, não houve reabsorção do nível da crista óssea. Em 123 implantes, registou-se uma boa taxa de sucesso dos implantes de 97,5%. Além destes dados, concluiu-se que o osso regenerado reage biologicamente à colocação implantes do mesmo modo que o osso nativo.

De acordo com Canullo & Malagnino (2008), a combinação de membrana ePTFE reforçada com titânio e osso bovino desproteínizado é um procedimento previsível em termos de aumento vertical ósseo simultâneo à colocação de implantes. No estudo destes autores, este método permite um aumento vertical até 9 mm sem recorrer a osso autógeno, diminuindo assim a taxa de morbidade do paciente. O período de cicatrização óssea foi de 6 a 8 meses e a estabilidade dos implantes a longo-prazo foi demonstrada com um follow-up de 24 a 54 meses. Neste período de carga funcional, os implantes revelaram um osteointegração de sucesso e níveis ósseos da crista alveolar estáveis. As partículas ósseas deste tipo de xenoenxerto são bem integradas por novo osso e o processo de remodelação é lento e constante.

Merli et al., (2010) compararam a eficácia entre membranas reabsorvíveis de colagénio fixadas com placas de osteossíntese e membranas ePTFE reforçadas com titânio, em aumento vertical com osso autógeno particulado. Após 3 anos de carga funcional, ambas os métodos de ROG são satisfatórios no aumento ósseo, sem diferenças significativas de perda óssea entre eles. Após 3 anos de carga funcional, não ocorreram falhas nem complicações nos implantes e a perda óssea marginal peri-implantar foi reduzida, concluindo-se que, após o período de carga, a regeneração óssea foi bem-sucedida.

Autores	Local	Enxerto	Memb.	Nº de Impl.	Follow-up	Taxa Sobrev. Impl. %	Taxa sucess. impl. %
Simion et al., (2001)	Max/mand	AG/AL	ePTFE + tit.	123 (1/2 fases)	1-5 anos	ND	97,5
Simion et al., (2004)	Max	AG	ePTFE + tit.	38 (1/2 fases)	1-7 anos	92,1	76,3
Canullo & Malagnino (2008)	Max/mand	XE	ePTFe + tit.	24 (1 fase)	24-54 meses	100	ND
Urban et al., (2009)	Max	AG	ePTFE + tit.	82 (1/2 fases)	12-72 meses	100	94,7
Felice et al., (2009)	Mand	AG/XE	Colag.	38 (2 fases)	1 ano	94,7	ND
Merli et al., (2010)	Max/mand	AG	Colag./ePTFe + tit.	22 (1 fase)	3 anos	100	ND

Tabela 5: Aumento ósseo vertical com ROG. Max- maxila; Mand- mandíbula; AG- osso autógeno; XE- xenoenxerto; AL- Aloenxerto; ePTFE+ tit.- Membrana ePTFE reforçada com titânio; Colag.- membrana de colagénio; 1/2 fases- fases cirúrgicas; Impl.- implantes; Taxa sobrev. impl.- taxa de sobrevivência dos implantes; Taxa de sucess. impl.- taxa de sucesso dos implantes. ND- Não disponível.

V. Discussão

A presente discussão sobre a ROG foi abordada considerando vários aspectos, fazendo referência a tópicos tais com a previsibilidade do aumento ósseo horizontal/vertical da crista alveolar, tipos de enxertos/membranas, complicações deste procedimento, momento de colocação de implantes, factores que influenciam a ROG e preservação da crista óssea alveolar.

Previsibilidade em aumento ósseo horizontal:

Em situações que requerem aumento da largura óssea, mostrando altura óssea adequada, pode ser usado osso particulado, devendo ser protegido por membrana não-rígida e, em defeitos ósseos extensos, são utilizados enxertos em bloco. Para ambos os tipos de enxertos, pode ser escolhido osso autógeno, osso alógeno mineralizado ou osso bovino desproteinizado. Quando é usada membrana rígida, pode ser aplicada tanto em enxertos particulados como em bloco (Louis, 2011). Vários estudos estão de acordo com estes dados, utilizando osso particulado em associação com membranas reabsorvíveis não-rígidas ou, em alternativa a este enxerto, aplicando osso em bloco, com membranas reabsorvíveis ou não-reabsorvíveis (Buser et al., 2002; Urban et al., 2011; Urban et al., 2013; Spin-Neto, 2013).

Donos et al., (2008), numa revisão sistemática, concluem que nos casos clínicos de aumento ósseo horizontal/lateral, há maior potencial de taxa sucesso na técnica cirúrgica de colocação de implantes após aumento ósseo, em relação há técnica simultânea. A complicação mais comum é a exposição da membrana, que interfere com a regeneração óssea, independentemente do tipo membrana ou de técnica cirúrgica. A taxa de sobrevivência de implantes simultâneos à ROG é semelhante à taxa em implantes colocados em osso nativo, não havendo informação nesta revisão para comparação de implantes colocados após ROG e osso nativo. A taxa de sobrevivência de implantes inseridos após ROG varia entre 99% e 100%. A maior parte dos estudos na literatura são não-comparativos e ao nível do tratamento, várias técnicas e materias de ROG foram usados nos estudos incluídos e várias combinações de enxertos ósseos foram verificadas nas publicações, dificultando a análise de conclusões. Os enxertos ósseos

exibiram níveis de reabsorção variáveis, mas não impediram a colocação de implantes. Os procedimentos de ROG em simultâneo ou antes da colocação de implantes apresentam resultados previsíveis, mas a técnica de colocação de implantes após ROG é a que demonstra resultados de maior sucesso.

Noutra revisão sistemática, Chiapasco et al., (2006) referem que o aumento ósseo horizontal conseguido é menor do que o aumento vertical, indo desde 2 mm a 4,5 mm, sendo que existem poucas publicações sobre ganho ósseo. A avaliação de dados como a taxa de sobrevivência de implantes, dependendo do tipo de aumento ósseo (horizontal ou vertical) e a comparação de resultados entre os vários tipos de membranas e enxertos, são aspectos difíceis de analisar, pois nem todos os artigos separaram estes dados nos estudos. A estabilidade a longo-prazo do osso regenerado, tendo em conta se o aumento ósseo é horizontal ou vertical, definição de critérios sobre sucesso de implantes, e a indicação para ROG são assuntos difíceis de tirar conclusões devido à metodologia imprecisa dos estudos na literatura. Os enxertos autógenos e não-autógenos demonstram semelhante sucesso na ROG, mas escolha do tipo de enxerto ósseo não é conclusiva, pois existem poucos estudos comparativos sobre os vários tipos de materiais ósseos. Resultados de sucesso também foram atingidos com membranas reabsorvíveis e não-reabsorvíveis, sendo, contudo, difícil eleger qual o melhor tipo de membrana, já que muitos estudos não associam o tipo de membrana à taxa de sucesso.

Previsibilidade em aumento ósseo vertical:

O aumento vertical da crista alveolar é mais difícil do que o horizontal, existindo maior risco de exposição do enxerto ósseo e é essencial uma correcta estabilização do enxerto com parafusos, quando o material é usado em bloco, ou com implantes dentários. Neste tipo de aumento ósseo, quando é aplicado enxerto em bloco, a capacidade de manutenção de espaço está aumentada, mas devido ao alto risco de reabsorção, o uso de membrana é indicado, podendo ser não-rígida (Louis, 2011).

Na escolha de enxerto particulado, deve ser usada membrana rígida, por exemplo, reforçada com titânio (Louis, 2011). Vários estudos corroboram estes dados, utilizando membrana rígida ePTFE reforçada com titânio protegendo osso particulado ou

membrana não-rígida de colagénio em combinação com enxertos em bloco, obtendo resultados previsíveis e de sucesso (Fontana et al., 2008; Urban et al., 2009; Felice et al., 2009).

Tinti et al., (1996) avaliaram o limite de osso que se consegue aumentar verticalmente em defeitos ósseos adjacentes a 14 implantes, usando osso autógeno particulado e membrana ePTFE reforçada com titânio e registaram num dos 6 locais cirúrgicos, um aumento de mais de 7mm, sendo a média de 5mm. No entanto, Canullo & Malagnino (2008) registaram um aumento vertical de osso ao redor de implantes até 9mm, utilizando xenoenxerto do tipo osso bovino desproteínizado.

Uma revisão sistemática refere que o aumento ósseo vertical conseguido através da combinação de membrana e enxerto ósseo apresentam maior eficácia e contacto osso-implante do que enxerto sem membrana. A complicação mais frequente decorrente da utilização de membranas foi a sua exposição e conseqüente infecção, impedindo a colocação de implantes em alguns pacientes. A taxa de sobrevivência dos implantes varia entre 92.1% a 100% nos estudos incluídos, mas existem poucos estudos em relação à taxa de sucesso e à estabilidade óssea, durante o período de follow-up. Existe um número limitado de pacientes e de investigadores a utilizar a ROG e outros procedimentos para aumentar osso verticalmente e permitir a colocação de implantes, não sendo possível considerar este método generalizável, pois este tipo de aumento ósseo depende bastante do operador, sendo necessários mais estudos com mais operadores e mais metodologias clínicas (Rocchietta et al., 2008).

Tipos de enxertos

Os enxertos em bloco, bem como os particulados, estão sujeitos a fenómenos de reabsorção. Usando enxertos autógenos da crista ilíaca aplicados na maxila, verifica-se, através de análise de tomografia computadorizada, uma extensa diminuição do volume dos enxertos após 2 anos, embora sem diferenças significativas entre osso particulado ou em bloco, sendo que estas alterações ocorrem principalmente nos primeiros 6 meses de cicatrização. Apesar deste facto, implantes colocados nestes enxertos mantêm-se

estáveis ao final de 2 anos, sendo portanto os enxertos recomendados tanto sob a forma particulada como em bloco (Dasmah et al., 2012).

Em defeitos horizontais e verticais e, de acordo com o local cirúrgico, os enxertos ósseos em bloco da crista ilíaca podem atingir, após 1 ano, uma reabsorção média do seu volume de 42% na maxila anterior e 59% na mandíbula posterior, através de análise de tomografia computadorizada. Contudo, esta reabsorção pode ser diminuída se os enxertos na maxila anterior forem de maior espessura ou se forem moldados com forma redonda e convexa na superfície externa para colocação na mandíbula volume ósseo basal adequado (Sbordone et al., 2009). Quando o período de follow-up é estendido para 6 anos, no mesmo tipo de defeitos e com o mesmo tipo de enxerto, regista-se uma taxa de reabsorção de 87% para a mandíbula e uma reabsorção total do enxerto na maxila. Como tentativa de compensar a reabsorção óssea a longo-prazo e diminuição do volume do enxerto, os implantes deverão ser inseridos também em osso nativo, além do osso aumentado (Sbordone et al., 2012). As vantagens que os xenoenxertos demonstram sobre o osso autógeno são a sua lenta taxa de remodelação, mantendo assim a estabilidade do osso regenerado e o facto de serem evitadas complicações associadas aos enxertos autógenos de locais extra-orais (Canullo & Malagnino, 2008).

Misch (1997), num estudo com 50 pacientes, comparou os locais dadores intra-orais de osso mandibular da sínfise e do ramo. Neste estudo foi concluído que enxertos ósseos autógenos colectados a partir da mandíbula oferecem várias vantagens na reconstrução da crista alveolar e posterior colocação de implantes. O período de cicatrização é curto, ou seja, 4-6 meses, permitindo a colocação de implantes nessa fase. A reabsorção foi mínima, desde indetectável até 25%, mantendo a qualidade óssea. Verificou-se menos complicações resultantes do procedimento cirúrgico no ramo, no entanto, a sínfise oferece maior espessura e variedade de formas do enxerto ósseo e maior componente medular.

Segundo Spin-Neto et al., (2013), os aloenxertos podem apresentar cerca de 3 vezes menos osso vital incorporado do que o osso autógeno. No osso alógeno, a maior parte do osso vital encontra-se adjacente ao osso recipiente, sendo por este motivo os aloenxertos em bloco indicados para situações de aumento ósseo limitado, de modo

aumentar a quantidade de osso vital presente. Actualmente, ainda não é possível avaliar o impacto da fraca incorporação do osso alógeno no comportamento mecânico e biológico a longo-prazo de implantes inseridos neste tipo de enxerto.

A utilização de mistura de osso bovino desproteínizado com osso autógeno intra-oral, pode ser realizada em aumento ósseo vertical na mandíbula. O osso bovino desmineralizado revela lenta reabsorção e substituição por novo osso, o que pode ser uma vantagem na estabilidade na longo-prazo do osso regenerado (Simion et al., 2007).

Mordenfeld et al., (2013), relataram um estudo randomizado controlado, em que 13 pacientes receberam diferentes tipos de composição de enxerto bovino desproteínizado e enxerto autógeno, para aumento ósseo. Concluíram que na razão de 60/40 entre osso bovino e osso autógeno, respectivamente, houve significativamente menos reabsorção do material, em comparação com a composição do tipo 90/10, que sofreu maior reabsorção superficial, logo, houve mais vantagem na utilização de maior quantidade de osso autógeno.

Os enxertos autógenos são os que apresentam resultados clínicos com maior previsibilidade e possuem maior evidência na literatura. Os enxertos alógenos e os xenoenxertos, com vários tipos de processamentos e os aloplastos, conseguem aumentos ósseos semelhantes, evitando o risco de complicações associadas à recolha de osso de outras zonas do paciente e diminuindo a morbilidade. A mistura de osso autógeno com osso bovino tem sido utilizada com sucesso, pois combina as excelentes propriedades osteoindutoras do osso autógeno com a capacidade osteocondução do osso bovino.

Tipos de membranas:

As membranas dPTFE apresentam várias vantagens tais como baixo risco de contaminação bacteriana, devido ao pequeno tamanho dos poros na sua estrutura, protegendo assim tanto o enxerto ósseo como o implante, possuem fácil remoção, não exigem fechamento primário e promovem grande quantidade de regeneração óssea, tornando assim esta técnica mais simples e eficaz em relação às membranas ePTFE e reabsorvíveis (Bartee, 1998; Barber et al., 2007).

As membranas não reabsorvíveis reforçadas por titânio, comparadas com as tradicionais ePTFE, promovem maior quantidade de regeneração óssea e o suporte da estrutura de titânio resiste à compressão exercida pelos tecidos moles suprajacentes. Este tipo de membranas, juntamente com as dPTFE, são cada vez mais utilizadas actualmente, comparativamente com as ePTFE, oferecendo maior sucesso na ROG (Gentile et al., 2011; Bottino et al., 2012).

As membranas reabsorvíveis possuem como principal vantagem a eliminação do procedimento de remoção da membrana e reduzem o risco de morbilidade, complicações e custos. A sua principal limitação reside no grau de reabsorção pouco definido e no efeito dos produtos de degradação na regeneração óssea. A sua rápida reabsorção em casos de exposição leva a uma perda da estabilidade e fracasso na função de barreira, limitando a quantidade de novo osso formado. Com o tempo, estas membranas perdem a resistêncica inicial e tendem a colapsar. Considera-se que integridade da membrana deve ser mantida desde 4 semanas até vários meses (Gentile et al., 2011; Rakhmatia et al., 2013).

As membranas não-reabsorvíveis e reabsorvíveis apresentam capacidades para regenerar com sucesso deiscências e fenestrações peri-implantares, mas apresentam uma taxa de complicações de 20% e 5%, respectivamente. Nas situações clínicas de deiscências nas superfícies implantares, as membranas não-reabsorvíveis conseguem promover regeneração óssea sem necessidade de materiais de enxerto, mas por outro lado, para obter quantidade de formação óssea idêntica quando se utilizam membranas reabsorvíveis, é necessário recorrer ao uso de materiais de enxerto para preencher as superfícies expostas do implante, de modo a evitar que a membrana colapse, mantendo o espaço criado para regenerar o defeito ósseo (Chiapasco & Zaniboni, 2009).

Momento da colocação dos implantes quando se realiza ROG

A ROG em casos de aumento do volume ósseo para colocação de implantes permite duas abordagens cirúrgicas: ROG e colocação do implante em simultâneo ou a ROG num primeiro tempo cirúrgico e a colocação do implante numa segunda fase cirúrgica.

A colocação simultânea de implantes com o procedimento de ROG é utilizada em situações de defeitos ósseos que permitam estabilidade primária do implante e quando o implante pode ser posicionado de acordo com uma correcta reabilitação protética. As vantagens desta abordagem cirúrgica são a redução do número de cirurgias, o menor tempo de tratamento e a redução de custos (Hammerle & Karring, 1998).

Quando se opta por realizar a ROG previamente à colocação dos implantes, estes deverão ser implantados após um período de cicatrização óssea de, aproximadamente, 6 meses. Deste modo, este método de 2 passos é preferível em relação à ROG combinada com implantes, devido ao menor risco de compromisso do sucesso da regeneração, podendo ser usado em defeitos ósseos mais extensos, com maior previsibilidade (Buser et al., 2002).

Com a aplicação de membrana ePTFE reforçada com titânio para proteger o enxerto ósseo, é possível alcançar osteointegração ideal de implantes colocados em simultâneo com a ROG, ou após um período de cicatrização de 6 a 9,5 meses (Simion et al., 2007).

Segundo Peñarrocha-Diago et al., (2013), os implantes podem ser colocados com altas taxas de sucesso em simultâneo ao enxerto autógeno em bloco, assim como no caso de implantes colocados após período de cicatrização médio de 7 meses.

No estudo de Peñarrocha-Diago et al., (2013), atingiram-se altas taxas de sobrevivência de implantes com o procedimento de colocação simultânea de implantes com a ROG, e com a colocação diferida dos implantes após a ROG. Os autores corroboram que o método de realizar a ROG e colocação simultânea dos implantes atinge os objectivos da reabilitação oral de uma forma mais rápida e simplificada. No entanto, o método de colocação de implantes após cicatrização do osso aumentado demonstrou uma taxa de sucesso de implantes ligeiramente mais alta.

Tanto a ROG simultânea como anterior à colocação de implantes, conduzem à formação de novo osso em quantidade e qualidade e obtêm resultados semelhantes em termos de taxa de sucesso e sobrevivência dos implantes.

A taxa de sucesso e sobrevivência de implantes em osso regenerado com aumento ósseo horizontal demonstra resultados ligeiramente melhores e mais previsíveis do que em aumento vertical. No entanto, os implantes colocados com ambos os tipos de aumento ósseo apresentam altas taxas de sucesso e sobrevivência, comparáveis aos implantes inseridos em osso nativo (Chiapasco et al., 2006; Donos et al., 2008; Rocchietta et al., 2008).

Complicações

As complicações relatadas por Pikos (2005) relativas a locais dadores de osso intra-orais da sínfise e ramo mandibular, tais como sangramento, parestesias, fracturas do enxerto e infecções, estão em concordância com o estudo de Misch (1997), que comparou os mesmos locais dadores mandibulares.

O uso de enxerto bovino está mais indicado para aumento ósseo vertical do que o enxerto autógeno extra-oral, visto que há menor morbidade e desconforto do paciente (Felice et al., 2009). Estes dados estão de acordo com o estudo de Felice et al., (2008), que demonstraram que o osso autógeno é menos preferido entre os pacientes, mesmo sendo uma pequena amostra de 10 pacientes. Estas razões devem-se à hospitalização com anestesia geral, maior tempo cirúrgico, dor e custos elevados.

A principal complicação associada ao uso de membranas é a exposição da membrana e infecção do local cirúrgico, mais frequente em membranas não-reabsorvíveis. A deiscência de tecidos moles e conseqüente exposição da membrana estão associadas a uma diminuição da quantidade de osso regenerado. Quanto às membranas reabsorvíveis, a sua rápida reabsorção no caso de exposição evita a ocorrência de contaminação bacteriana (Hammerle & Jung, 2003).

Miyamoto et al., (2012) realizaram aumento da crista alveolar utilizando enxerto autógeno particulado e malha de titânio. Relativamente às complicações deste tipo de membrana, em 50 sítios cirúrgicos verificaram-se 18 exposições da membrana. No caso de infecções, com grande reabsorção do enxerto, removeu-se precocemente a membrana. Apesar das membranas não-reabsorvíveis estarem associadas a uma

regeneração óssea diminuída em caso de exposição, este facto parece não se verificar com a malha de titânio.

Penarrocha-Diago et al., (2013) não registaram diferenças significativas, em termos de complicações, na colocação de implantes em simultâneo a aumento ósseo ou após cicatrização óssea. As deiscências de tecidos moles com exposição dos enxertos ósseos foram tratadas com bochechos de clorhexidina.

Numa meta-análise, Machtei (2001) refere que nos locais tratados com ROG, a exposição da membrana promove a contaminação do local cirúrgico, infectando um ambiente que praticamente era estéril, afectando a quantidade de novo osso formado. Quando as membranas são cobertas por tecidos moles, com fechamento primário dos tecidos, obtêm-se resultados de maior sucesso em tratamentos com ROG.

Factores que afectam a regeneração óssea

Vários factores podem interferir na regeneração óssea, limitando a quantidade de formação óssea. Os factores abordados relativos ao paciente são os hábitos tabágicos, patologias e higiene oral.

Lindfors et al., (2010) avaliaram o efeito do consumo de tabaco na regeneração óssea e verificaram que os pacientes fumadores apresentam maior grau de inflamação e, conseqüentemente, fracos resultados em termos de aumento ósseo. Contudo, este estudo não incluiu a história do consumo de tabaco do paciente, não permitindo relacionar a taxa de cicatrização óssea com a quantidade de consumo de tabaco.

Os diabéticos estão incluídos nos pacientes com potencial risco de fracasso dos procedimentos de regeneração óssea, que poderá dever-se a um tempo cicatrização óssea prolongado, pois há menor controlo metabólico sobre os factores mediadores da reposta inflamatória. No entanto, a evidência científica existente na literatura é limitada (Kornman & Robertson, 2000).

De acordo com Erdogan et al., (2007), a osteoporose pode aumentar o risco de insucesso dos procedimentos de aumento ósseo, embora não seja, por norma, uma contra-indicação para este tipo de intervenções.

Os procedimentos de aumento ósseo só são realizados em pacientes com higiene oral adequada e boa saúde periodontal. Antes da cirurgia é fundamental o uso de clorhexidina para bochecho, por parte do paciente (Simion, 2005).

Quanto aos factores cirúrgicos, podemos ter factores relacionados com a vascularização do local, exposição da membrana, tensão da sutura e experiência do operador.

Durante os procedimentos de preparação do local cirúrgico para receber um enxerto ósseo, são realizadas várias perfurações no osso cortical, de modo a permitir uma boa vascularização da zona receptora, libertando factores de crescimento e células osteogénicas e angiogénicas (Buser et al., 1999; McAllister & Haghghat, 2007).

A exposição das membranas conduz á ocorrência de infecção e inflamação dos locais cirúrgicos. Segundo Thomas & Puleo (2011), a inflamação e infecção são fenómenos que requerem eliminação do factor causal para a sua resolução. No entanto, nos processos infecciosos, os agentes microbianos podem persistir, assim como os sinais e sintomas de inflamação, levando a uma destruição tecidual, que afectará a reparação e regeneração óssea.

O tipo de defeito ósseo também é um factor que influencia o sucesso do aumento da crista alveolar. O processo de cicatrização óssea é mais previsível em defeitos ósseos de alvéolos pós-extraccionais e horizontais do que em defeitos verticais e horizontais combinados, já que estes demonstram maior tensão dos tecidos após sutura, reduzindo a vascularização no local (Miyamoto et al., 2012).

A experiência do operador é também um factor do qual depende o sucesso da regeneração óssea, pois conduz a uma grande variabilidade em termos de resultados de quantidade e qualidade de formação óssea. O aumento ósseo vertical representa a técnica cirúrgica mais sensível e exigente (Rocchietta et al., 2008).

Preservação da crista óssea alveolar

Com o estudo da temática da ROG tornou-se evidente que se trata de um procedimento altamente especializado, devendo ser realizado por um operador experiente. Trata-se de um método que, muitas vezes, determina um tempo de tratamento longo e dispendioso. Acresce ainda a evidência de possíveis complicações inerentes ao tratamento.

Sendo assim, o ideal seria evitar a necessidade deste tipo de procedimentos. De facto, estão descritas diversas técnicas para manter a forma e volume da crista alveolar, após uma exodontia, de forma a prevenir a necessidade de futuros procedimentos de aumento ósseo.

Os materiais de preenchimento ósseo indicados para preservação da crista alveolar impedem a reabsorção da crista e aumentam a densidade óssea. Entre os materiais de preservação da crista a longo-prazo, a hidroxiapatite sintética é o material mais usado. Para preservação da crista a médio-prazo, incluem-se o osso bovino desproteínizado, cerâmicas reabsorvíveis de fosfato de cálcio e vidro bioactivo. Os materiais de preservação a curto-prazo são escolhidos quando os implantes são colocados dentro de 3 a 6 meses após extracção dentária, sendo os mais comuns o aloenxerto desmineralizado seco-congelado e osso autógeno combinado com substitutos ósseos (Bartee, 2001).

Barone et al., (2008) realizaram um estudo em 40 pacientes, comparando a preservação de alvéolos após extracção usando xenoenxerto de osso bovino mais membrana de colagénio (grupo teste) e alvéolos que não receberam material ósseo (grupo controlo). Os implantes foram colocados após 7 a 9 meses após cictraização óssea, sendo que no grupo controlo, alguns implantes apresentaram deiscências. Concluiu-se que a preservação do alvéolo com ROG diminui significativamente a reabsorção do alvéolo após extracção e atingiu uma significativa quantidade de osso mineralizado, comparando com o grupo controlo. Estes dados estão de acordo com o estudo comparativo de Cardaropoli et al., (2012), que utilizaram o mesmo tipo de enxerto e membrana em 41 pacientes. Estes autores demonstraram que os alvéolos preservados com material ósseo apresentam formação óssea sem reacções inflamatórias, produzindo

grande quantidade de osso mineralizado e que, em comparação com o alvéolo não preservado, a técnica de ROG permite reduzir o volume de osso reabsorvido.

VI. Conclusão

Após selecção e análise criteriosa dos artigos incluídos neste estudo, foi feita uma conclusão sobre utilização da ROG na Implantologia e o seu impacto na prática clínica.

A ROG representa um método de aumento ósseo com resultados previsíveis e de sucesso no aumento ósseo da crista alveolar, permitindo a colocação de implantes em áreas como altura e largura ósseas adequadas.

A utilização de membranas impede a proliferação de células fibroblásticas para o interior do defeito ósseo e permite que apenas células osteogénicas ocupem o espaço isolado. Além disso, as membranas reduzem os níveis de reabsorção do enxerto ósseo subjacente. Os enxertos ósseos proporcionam uma estrutura para formação e crescimento de novo osso e conferem suporte às membranas.

As membranas reabsorvíveis e não-reabsorvíveis promovem formação de quantidades semelhantes de osso regenerado, mas as reabsorvíveis apresentam menos exposições e consequente infecção do local cirúrgico. Actualmente, as membranas não-reabsorvíveis mais utilizadas, com mais vantagens e resultados de sucesso, são as dPTFE e as ePTFE reforçadas por titânio e as membranas de colagénio são as membranas reabsorvíveis com maior evidência na literatura.

O enxerto autógeno é o material que demonstra resultados mais previsíveis, tem maior potencial osteogénico e tem capacidade de ser completamente substituído por novo osso. Contudo, em está associado a maiores complicações e morbidade do paciente. Em defeitos ósseos que exigem grande quantidade de osso, os xenoenxertos, do tipo osso bovino, são os mais indicados, obtendo bons resultados em termos de quantidade e qualidade óssea.

Em situações com indicação clínica para aumento da crista alveolar, a ROG pode ser realizada em simultâneo à colocação de implantes, nos casos em que o defeito ósseo permita estabilidade primária do implante, diminuindo o tempo necessário para reabilitação protética. No entanto, em defeitos ósseos mais extensos, a colocação de

implantes após período de cicatrização óssea é o método ideal, demonstrando maior previsibilidade e maior taxa de sucesso.

Os implantes colocados em osso regenerado apresentam taxas de sobrevivência e de sucesso semelhantes aos implantes inseridos em osso nativo, não regenerado. O aumento ósseo horizontal demonstra resultados ligeiramente mais previsíveis em termos de taxa de sobrevivência e sucesso dos implantes a longo prazo, em comparação com o aumento vertical que representa uma técnica cirúrgica mais desafiante para o clínico.

Os resultados da ROG são influenciados por factores relativos ao paciente, tais como patologias sistémicas, hábitos tabágicos e higiene oral. Relativamente aos factores de natureza cirúrgica, incluem-se a vascularização do local cirúrgico, tensão da sutura e experiência do operador. Todos estes factores podem limitar a quantidade ou qualidade da formação de novo osso, condicionando o sucesso da ROG.

A preservação da crista óssea alveolar é um método comprovadamente eficaz de diminuir a reabsorção óssea após extracção dentária e manter o volume ósseo do alvéolo, possibilitando a posterior colocação de implantes. Assim, são evitados procedimentos de aumento ósseo da crista alveolar, com possíveis complicações associadas, taxas de morbilidade e custos elevados.

VII. Bibliografia

Albrektsson, T. et al. (1986). The Long-Term Efficacy of Currently Used Dental Implants: a Review and Proposed Criteria of Success. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 1(1), pp. 11-25

Albrektsson, T. Sennerby, L. Tjellstrom, A. (2002). Advanced Bone Healing Concepts in Craniomaxillofacial Reconstructive and Corrective Bone Surgery. In: Greenberg, A.M. Prein, J. (Ed). *Craniomaxillofacial Reconstructive and Corrective Bone Surgery Principles of Internal Fixation Using the AO/ASIF Technique*. New York, NY, Springer-Verlag, pp. 124-37

Albrektsson, T. Berglundh, T. Lindhe J. (2005). Osseointegração: Antecedentes Históricos e Conceitos Atuais. In: Lindhe, J. (Ed). *Tratado de Periodontia Clínica e Implantologia Oral*. 4ª Ed, Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, pp. 787-98

Aloy-Prósper, A. et al. (2011). Bone Regeneration Using Particulate Grafts: An Update. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, 16(2). [Em linha]. Disponível em <http://www.medicinaoral.com/pubmed/medoralv16_i2_p210.pdf>. [Consultado em 5/06/2013]

Antoun, H. et al. (2001). A Prospective Randomized Study Comparing Two Techniques of Bone Augmentation: Onlay Graft Alone or Associated With a Membrane. *Clin Oral Implants Res*, 12(6), pp. 632-9

Arx, T.V. Buser, D. (2006). Horizontal Ridge Augmentation Using Autogenous Block Grafts and the Guided Bone Regeneration Technique with Collagen Membranes: a Clinical Study with 42 Patients. *Clin Oral Implants Res*, 17(4), pp. 359-66

Barber, H.D. et al. (2007). Using a Dense PTFE Membrane Without Primary Closure to Achieve Bone and Tissue Regeneration. *J Oral Maxillofac Surg*, 65(4), pp. 748-52.

Barone, A. et al. (2008). Xenograft Versus Extraction Alone for Ridge Preservation After Tooth Removal: A Clinical and Histomorphometric Study. *J Periodontol*, 79(8), pp. 1370-7

Barone, A. et al. (2009). Deep-Frozen Allogeneic Onlay Bone Grafts for Reconstruction of Atrophic Maxillary Alveolar Ridges: A Preliminary Study. *J Oral Maxillofac Surg*, 67(6), pp. 1300-6

Bartee, B.K. (1998). Evaluation of a New Polytetrafluoroethylene Guided Tissue Regeneration Membrane in Healing Extraction Sites. *Compend Contin Educ Dent*, 19(12), pp. 1256-64

Bartee B.K. (2001). Extraction Site Reconstruction For Alveolar Ridge Preservation. Part 1: Rationale and Materials Selection. *Journal of Oral Implantology*, 27(4), pp. 187-193

Becker, W. Becker, B.E. (1999). Periodontal Regeneration: A Contemporary Re-evaluation. *Periodontology 2000*, 19(1), pp. 104-14

Bottino, M.C. et al. (2012). Recent Advances in the Development of GTR/GBR Membranes for Periodontal Regeneration- A Materials Perspective. *Dent Mater*, 28(7), pp. 703-21

Buser, D. et al. (1995). Osseointegration of Titanium Implants in Bone Regenerated in Membrane-Protected Defects: A Histologic Study in the Canine Mandible. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 10(6), pp. 666-81

Buser, D. et al. (1996). Lateral Ridge Augmentation Using Autografts and Barrier Membranes: A Clinical Study With 40 Partially Edentulous Patients. *J Oral Maxillofac Surg*, 54(4), pp. 420-32

Buser, D. et al. (1999). Localized Ridge Augmentation with Autografts and Barrier Membranes. *Periodontology 2000*, 19(1), pp. 151-63

Buser, D. et al. (2002). Long-Term Stability of Osseointegrated Implants in Augmented Bone: A 5 Year Prospective Study in Partially Edentulous Patients. *Int J Periodontics Restorative Dent*, 22(2), pp. 108–117

Buser, D. Weingart, D. Weber, H.P. (2002). Localized Ridge Augmentation Using Guided Bone Regeneration in Deficient Implant Sites. In: Greenberg, A.M. Prein, J. (Ed). *Craniomaxillofacial Reconstructive and Corrective Bone Surgery Principles of Internal Fixation Using the AO/ASIF Technique*. New York, NY, Springer-Verlag, pp. 155-63

Buser, D. Martin, W. Belser, U.C. (2004). Optimizing Esthetics for Implant Restorations in the Anterior Maxilla: Anatomic and Surgical Considerations. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 19, pp. 43-61

Canullo, L. Malagnino, V.A. (2008). Vertical Ridge Augmentation Around Implants by e-PTFE Titanium-Reinforced Membrane and Bovine Bone Matrix: a 24 to 54 Month Study of 10 Consecutive Cases. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 23(5), pp. 858-66

Cardaropoli, D. et al. (2012). Socket Preservation Using Bovine Bone Mineral and Collagen Membrane: a Randomized Controlled Clinical Trial with Histologic Analysis. *Int J Periodontics Restorative Dent*, 32(4), pp. 421-30

Clarke, B. (2008). Normal Bone Anatomy and Physiology. *Clin J Am Soc Nephrol*, 3(3): pp. 131–9

Chiapasco, M. Zaniboni, M. Boisco, M. (2006). Augmentation Procedures for the Rehabilitation of Deficient Edentulous Ridges with Oral Implants. *Clin Oral Implants Res*, 17(2), pp. 136-59

Chiapasco, M. Zaniboni, M. (2009). Clinical Outcomes of GBR Procedures to Correct Peri-Implant Dehiscences and Fenestrations: a Systematic Review. *Clin Oral Implants Res*, 20(4), pp. 113-23

Cypher, T.J. Grossman, J.P. (1996). Biological Principles of Bone Graft Healing. *The Journal of Foot and Ankle Surgery*, 35(5), pp. 413-7

Dasmah, A. et al. (2012). Particulate Vs. Block Bone Grafts: Three-Dimensional Changes in Graft Volume After Reconstruction of the Atrophic Maxilla, a 2-Year Radiographic Follow-Up. *J Craniomaxillofac Surg*, 40(8), pp. 654-9

Donos, N. Kostopoulos, L. Karring, T. (2002). Alveolar Ridge Augmentation Using a

Resorbable Copolymer Membrane and Autogenous Bone Grafts. An Experimental Study in the Rat. *Clin Oral Implants Res*, 13(2), pp. 203-13

Donos, N. Mardas, N. Chadha, V. (2008). Clinical Outcomes of Implants Following Lateral Bone Augmentation: Systematic Assessment of Available Options (Barrier Membranes, Bone Grafts, Split Osteotomy). *J Clin Periodontol*, 35(8), pp. 173–202

Erdogan, O. et al. (2007). A Review of the Association Between Osteoporosis and Alveolar Ridge Augmentation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 104(6), pp. 738-50

Felice, P. et al. (2008). Vertical Ridge Augmentation of the Atrophic Posterior Mandible with Interpositional Block Grafts: Bone from the Iliac Crest Versus Bovine Anorganic Bone. *Eur J Oral Implantol*, 1(3), pp. 183-98

Felice, P. et al. (2009). Vertical Ridge Augmentation of the Atrophic Posterior Mandible with Interpositional Bloc Grafts: Bone from the Iliac Crest vs. Bovine Anorganic Bone. Clinical and Histological Results up to One Year After Loading from a Randomized-Controlled Clinical Trial. *Clin Oral Implants Res*, 20(12), pp. 1386-93

Fontana, F. et al. (2008). Clinical and Histologic Evaluation of Allogeneic Bone Matrix Versus Autogenous Bone Chips Associated with Titanium-Reinforced e-PTFE Membrane for Vertical Ridge Augmentation: a Prospective Pilot Study. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 23(6), pp. 1003-12

Gentile, P. et al. (2005). Polymeric Membranes for Guided Bone Regeneration. *Biotechnol J*, 6(10), pp. 1187-97

Goldberg, V.M. Akhavan, S. (2005). Bone Graft Healing. In: Lieberman, J.R. Friedlaender, G.E. (Ed). *Bone Regeneration and Repair: Biology and Clinical Applications*. Totowa, NJ, Humana Press, pp. 57-66

Gomes, K.U. et al. (2008). Use of Allogeneic Bone Graft in Maxillary Reconstruction for Installation of Dental Implants. *J Oral Maxillofac Surg*, 66(11), pp. 2335-8

Grondahl, H.G. (2005). Exames Radiográficos. In: Lindhe, J. (Ed). *Tratado de Periodontia Clínica e Implantologia Oral*. 4ª Ed, Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, pp. 816-29

Hallman, M. Thor, A. (2008). Bone Substitutes and Growth Factors as an Alternative/Complement to Autogenous Bone for Grafting in Implant Dentistry. *Periodontol 2000*, 47(1), pp. 172-92

Hammerle, C.H. Karring, T. (1998). Guided Bone Regeneration at Oral Implant Sites. *Periodontology 2000*, 17(1), pp. 151-75

Hammerle, C.H. Jung, R.E. (2003). Bone Augmentation by Means of Barrier Membranes. *Periodontology 2000*, 33(1), pp. 36-53

Hitti, R.A. Kerns, D.G. (2011). Guided Bone Regeneration in the Oral Cavity: A Review. *The Open Pathology Journal*, 5, pp. 33-45

Hollinger, J.O. (2005). Bone Dynamics: Morphogenesis, Growth Modeling and Remodeling. In: Lieberman, J.R. Friedlaender, G.E. (Ed). *Bone Regeneration and Repair: Biology and Clinical Applications*. Totowa, NJ, Humana Press, pp. 1-20

Horowitz, R. Holtzclaw, D. Rosen, P.S. (2012). A Review on Alveolar Ridge Preservation Following Tooth Extraction. *J Evid Base Dent Pract*, 12(1), pp. 149-60

Hurzeler, M.B. et al. (1998). Evaluation of New Bioabsorbable Barrier to Facilitate Guided Bone Regeneration Around Exposed Implant Threads. An Experimental Study in the Monkey. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 27(4), pp. 315-20

Iezzi et al., (2012). Comparative histological results of different biomaterials used in sinus augmentation procedures: a human study at 6 months. *Clin Oral Implants Res*, 23(12), pp. 1369-76

Jardini, M.A. De Marco, A.C. Lima, L.A. (2005). Early Healing Pattern of Autogenous Bone Grafts With and Without e-PTFE Membranes: A Histomorphometric Study in Rats. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 100(6), pp. 666-73

Jung, R.E. et al. (2011). Guided Bone Regeneration With a Synthetic Biodegradable Membrane: a Comparative Study in Dogs. *Clin Oral Implants Res*, 22(8), pp. 802-7

Karring, T. Lindhe J. Cortellini, P. (2005). Terapia Periodontal Regenerativa. In: Lindhe, J. (Ed). *Tratado de Periodontia Clínica e Implantologia Oral*. 4ª Ed, Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, pp. 630-83

Kornman, K.S. Robertson, P.B. (2000). Fundamental Principles Affecting the Outcomes of Therapy for Osseous Lesions. *Periodontol 2000*, 22(1), pp. 22-43

Kubilius, M. Kubilius, R. Gleiznys, A. (2012). The Preservation of Alveolar Bone Ridge During Tooth Extraction. *Stomatologija, Baltic Dental and Maxillofacial Journal*, 14(1), pp. 3-11.

Lang, N.P. Araújo, M. Karring, T. (2005). Formação do Osso Alveolar. *In: Lindhe, J. (Ed). Tratado de Periodontia Clínica e Implantologia Oral*. 4ª Ed, Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, pp. 843-73

Larsen, P.E. McGlumphy, E.A. (2009). Implantodontia Contemporânea em Odontologia. *In: Hupp, J.R. Ellis, E. Tucker, M.R. (Ed). Cirurgia Oral Maxilofacial Contemporânea*. 5ª Ed, Rio de Janeiro, Elsevier Editora, pp. 253-88

Laurell, L. Gottlow, J. (1998). Guided Tissue Regeneration Update. *International Dental Journal*, 48(4), pp. 386-98

Lee, S.H. et al. (2007). Comparison of Corticocancellous Block and Particulate Bone

Grafts in Maxillary Sinus Floor Augmentation for Bone Healing around Dental Implants. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 104(3), pp. 324-8

Lindfors, L.T. et al. (2010). Guided Bone Regeneration Using a Titanium-Reinforced ePTFE Membrane and Particulate Autogenous Bone: the Effect of Smoking and Membrane Exposure. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 109(6), pp. 825-30

Long, B. et al. (2012). Evaluation of a Novel Reconstituted Bone Xenograft Using Processed Bovine Cancellous Bone in Combination with Purified Bovine Bone Morphogenetic Protein. *Xenotransplantation*, 19(2), pp. 122-32

Louis, P.J. (2011). Bone Grafting the Mandible. *Oral Maxillofacial Surg Clin N Am*, 23 (2), pp. 209-27

Lumetti, S. et al. (2012). Fresh-Frozen Bone Blocks for Horizontal Ridge Augmentation in the Upper Maxilla: 6-Month Outcomes of a Randomized Controlled Trial. *Clin Implant Dent Relat Res*, (0), pp. 1-8

Lynch, S.E. (2005). Bone Regeneration Techniques in the Orofacial Region. *In: Lieberman, J.R. Friedlaender, G.E. (Ed). Bone Regeneration and Repair: Biology and Clinical Applications*. Totowa, NJ, Humana Press, pp. 359-90

Machtei, E.E. (2001). The Effect of Membrane Exposure on the Outcome of Regenerative Procedures in Humans: a Meta-Analysis. *J Periodontol*, 72(4), pp. 512-6

McAllister, B.S. Haghghat, K. (2007). Bone Augmentation Techniques. *J Periodontol*, 78(3), pp. 377-96

Merli, M. Lombardi, F. Esposito, M. (2010). Vertical Ridge Augmentation with Autogenous Bone Grafts 3 Years After Loading: Resorbable Barriers Versus Titanium-reinforced Barriers. A Randomized Controlled Clinical Trial. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 25(4), pp. 801-7

Mezzomo, L.A. et al. (2011). Alveolar Ridge Preservation After Dental Extraction and Before Implant Placement: A Literature Review. *Rev Odonto Cienc*, 26(1), pp. 77-83

Misch, C.M. (1997). Comparison of Intraoral Donor Sites for Onlay Grafting Prior to Implant Placement. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 12(6), pp. 767-76

Miyamoto, I. et al. (2012). Alveolar Ridge Reconstruction with Titanium Mesh and Autogenous Particulate Bone Graft: Computed Tomography-Based Evaluations of Augmented Bone Quality and Quantity. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 14(2), pp. 304-11

Mordenfeld, A. et al. (2013). A Randomized and Controlled Clinical Trial of Two Different Compositions of Deproteinized Bovine Bone and Autogenous Bone Used For Lateral Ridge Augmentation. *Clin Oral Implants Res*, (0), pp. 1-11

Nallaswamy, D. (2003). Complete Denture Insertion. *In: Nallaswamy, D. (Ed.). Textbook of Prosthodontics*. Nova Deli, Jaypee Brothers Medical Publishers, pp. 219-37

Peleg, M. et al. (2010). Use of Corticocancellous Allogeneic Bone Blocks for Augmentation of Alveolar Bone Defects. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 25(1), pp. 153-62

Penarrocha-Diago, M. et al. (2013). Localized Lateral Alveolar Ridge Augmentation With Block Bone Grafts: Simultaneous Versus Delayed Implant Placement: a Clinical and Radiographic Retrospective Study. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 28(3), pp. 846-53

Pikos, M.A. (2005). Mandibular Block Autografts for Alveolar Ridge Augmentation. *Atlas Oral Maxillofac Surg Clin North Am*, 13(2), pp. 91-107

Prato, G.P et al. (2004). Prevention of Alveolar Ridge Deformities and Reconstruction of Lost Anatomy: A Review of Surgical Approaches. *Int J Periodontics Restorative Dent*, 24(5), pp. 434-45

Rakhmatia et al. (2013). Current barrier membranes: Titanium mesh and other membranes for guided bone regeneration in dental applications. *Journal of Prosthodontic Research*, 57(1), pp. 3-14

Retzeppi, M. Donos N. (2010). Guided Bone Regeneration: Biological Principle and Therapeutic Applications. *Clin Oral Impl Res*. 21(6), pp. 567-76

Rocchietta, I. Fontana, F. Simion, M. (2008). Clinical Outcomes of Vertical Bone Augmentation to Enable Dental Implant Placement: a Systematic Review. *J Clin Periodontol*, 35(8), pp. 203-15

Ronda, M. et al. (2013). Expanded Vs. Dense Polytetrafluoroethylene Membranes in Vertical Ridge Augmentation Around Dental Implants: a Prospective Randomized Controlled Clinical Trial. *Clin Oral Implants Res*, (0), pp. 1-8

Sbordone, L. et al. (2009). Volume Changes of Autogenous Bone Grafts after Alveolar Ridge Augmentation of Atrophic Maxillae and Mandibles. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 38(10), pp. 1059-65

Sbordone, C. et al. (2012). Volume Changes of Iliac Crest Autogenous Bone Grafts After Vertical and Horizontal Alveolar Ridge Augmentation of Atrophic Maxillas and Mandibles: A 6-Year Computerized Tomographic Follow-Up. *J Oral Maxillofac Surg*, 70(11), pp. 2559-65

Schenk, R.K. et al. (1994). Healing Pattern of Bone Regeneration in Membrane-Protected Defects. A Histologic Study in the Canine Mandible. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 9(1), pp. 13-29

Schliephake, H. (2000a). Guided Bone Regeneration around Endosseous Implants Using a Resorbable Membrane vs a PTFE Membrane. *Clin Oral Implants Res*, 11(3), pp. 230-41

Schliephake, H. (2000b). Alveolar Ridge Repair Using Resorbable Membranes and Autogenous Bone Particles with Simultaneous Placement of Implants: An Experimental Pilot Study in Dogs. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 15(3), pp. 364-73

Schneider, D. et al. (2013). A Randomized Controlled Clinical Multicenter Trial Comparing the Clinical and Histological Performance of a New, Modified Polylactide-Coglycolide Acid Membrane to an Expanded Polytetrafluoroethylene Membrane in Guided Bone Regeneration Procedures. *Clin Oral Implants Res*, (0), pp. 1-9

Schropp, L. et al. (2003). Bone Healing and Soft Tissue Contour Changes Following Single-Tooth Extraction: A Clinical and Radiographic 12-Month Prospective Study. *Int J Periodontics Restorative Dent*, 23(4), pp. 313-23

Seibert JS. (1983). Reconstruction of Deformed, Partially Edentulous Ridges, Using Full Thickness Onlay Grafts. Part I. Technique and Wound Healing. *Compend Contin Educ Dent*, 4(5), pp. 437-53.

Shetty, V. Bertolami, C.N. (2004). Wound Healing. In: Miloro, M. (Ed). *Peterson's Principles of Oral and Maxillofacial Surgery: Volume 1*. 2ª Ed, Hamilton, Ontario, BC Decker Inc, pp. 3-16

Simion, M. et al. (1996). Guided Bone Regeneration Using Resorbable and Nonresorbable Membranes: A Comparative Histologic Study in Humans. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 11(6), pp. 735-42

Simion, M. et al. (2001). Long-term Evaluation of Osseointegrated Implants Inserted at the Time or After Vertical Ridge Augmentation. A Retrospective Study on 123 Implants with 1-5 Year Follow-Up. *Clin Oral Implants Res*, 12(1), pp. 35-45

Simion, M. et al. (2004). Long-Term Evaluation of Osseointegrated Implants Placed in Sites Augmented with Sinus Floor Elevation Associated with Vertical Ridge Augmentation: A Retrospective Study of 38 Consecutive Implants with 1 to 7 Year Follow-Up. *Int J Periodontics Restorative Dent*, 24(3), pp. 208-21

Simion, M. (2005). Técnicas Utilizadas para Aumento da Crista Alveolar Deficiente. In: Lindhe, J. (Ed). *Tratado de Periodontia Clínica e Implantologia Oral*. 4ª Ed, Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, pp. 874-90

Simion, M. et al. (2007). Vertical Ridge Augmentation by Expanded-Polytetrafluoroethylene Membrane and a Combination of Intraoral Autogenous Bone

Graft and Deproteinized Anorganic Bovine Bone (Bio Oss). *Clin Oral Implants Res*, 18(5), pp. 620-9

Spin-Neto, R. et al. (2013). Graft incorporation and implant osseointegration following the use of autologous and fresh-frozen allogeneic block bone grafts for lateral ridge augmentation. *Clin Oral Implants Res*, (0), pp. 1-8

Stevens M.M. et al. (2005). In vivo engineering of organs: The bone bioreactor. *Proceedings of The National Academy of Sciences*, 103(32), pp. 11450-5

Sutherland, D. Bostrom, M. (2005). Grafts and Bone Graft Substitutes. *In: Lieberman, J.R. Friedlaender, G.E. (Ed). Bone Regeneration and Repair: Biology and Clinical Applications*. Totowa, NJ, Humana Press, pp. 133-56

Thomas, M.V. Puleo, D.A. (2011). Infection, Inflammation, and Bone Regeneration: a Paradoxical Relationship. *J Dent Res*, 90(9), pp. 1052-1061

Tinti, C. Parma-Benfenati, S. Polizzi, G. (1996). Vertical Ridge Augmentation: What is the Limit?. *Int J Periodontics Restorative Dent*, 16(3), pp. 220-9

Trombelli, L. et al. (2008). Modeling and Remodeling of Human Extraction Sockets. *J Clin Periodontol*, 35(7), pp. 630-9

Urban, I.A. Jovanovic, S.A. Lozada, J.L. (2009). Vertical Ridge Augmentation Using Guided Bone Regeneration (GBR) in Three Clinical Scenarios Prior to Implant Placement: a Retrospective Study of 35 Patients 12 to 72 Months after Loading. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 24(3), pp. 502-10

Urban, I.A. Nagursky, H. Lozada, J.L. (2011). Horizontal Ridge Augmentation with a Resorbable Membrane and Particulated Autogenous Bone with or without Anorganic Bovine Bone-Derived Mineral: a Prospective Case Series in 22 Patients. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 26(2), pp. 404-14

Urban, I.A. et al. (2013). Horizontal Ridge Augmentation with a Collagen Membrane and a Combination of Particulated Autogenous Bone and Anorganic Bovine Bone-Derived Mineral: a Prospective Case Series in 25 Patients. *Int J Periodontics Restorative Dent*, 33(3), pp. 299-307

Van Der Weijden, F. (2009). Alveolar Bone Dimensional Changes of Post-Extraction Sockets in Humans: a Systematic Review. *J Clin Periodontol*, 36(12), pp. 1048-58

Van Leeuwen, A.C. et al. (2012). Guided Bone Regeneration in Rat Mandibular Defects Using Resorbable Poly(Trimethylene Carbonate) Barrier Membranes. *Acta Biomater*, 8(4), pp. 1422-9

Wang, H.L. Al-Shammari, K. (2002). HVC Ridge Deficiency Classification: A Therapeutically Oriented Classification. *Int J Periodontics Restorative Dent*, 22(4), pp. 335-43

Watzinger, F. et al. (2000). Guided Bone Regeneration with Titanium Membranes: a Clinical Study. *Br J Oral Maxillofac Surg*, 38(4), pp. 312-5

Wolff, L.F. Mullally, B. (2000). New Clinical Materials and Techniques in Guided Tissue Regeneration. *Int Dent J*, 50(5), pp. 235-44.

Zitzmann, N.U. Naef, R. Scharer, P. (1997). Resorbable Versus Nonresorbable Membranes in Combination With Bio-Oss for Guided Bone Regeneration. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 12(6), pp. 844-52

Zwahlen, R.A. et al. (2009). Comparison of Two Resorbable Membrane Systems in Bone Regeneration After Removal of Wisdom Teeth: a Randomized-Controlled Clinical Pilot Study. *Clin Oral Implants Res*, 20(10),