

Henrique Rodrigues do Carmo Correia

Prevenção da Reabsorção Óssea Alveolar Após Extração Dentária

Universidade Fernando Pessoa

Faculdade de Ciências da Saúde

Porto, 2016

Henrique Rodrigues do Carmo Correia

Prevenção da Reabsorção Óssea Alveolar Após Extração Dentária

Universidade Fernando Pessoa

Faculdade de Ciências da Saúde

Porto, 2016

Henrique Rodrigues do Carmo Correia

Prevenção da Reabsorção Óssea Alveolar Após Extração Dentária

Trabalho apresentado

À Universidade Fernando Pessoa

Como parte integrante dos requisitos para a
Obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Resumo

Introdução: O processo alveolar é o conjunto de osso que se encontra em redor da raiz do dente. Este osso é sensível a uma variedade de fatores ambientais e fisiológicos que influenciam a sua integridade e o seu funcionamento. Como tal, a sua formação assim como a sua preservação é dependente da presença contínua do dente. A reabsorção do processo alveolar após extração dentária é uma consequência natural e fisiológica indesejável, que pode dificultar a colocação de um implante dentário na posição desejada. Com o aumento cada vez mais das demandas estéticas em medicina dentária, torna-se, portanto, necessário prevenir que a reabsorção óssea provoque este defeito na arcada dentária.

Objetivos: Realizar uma revisão bibliográfica sobre as várias técnicas e materiais para preservação do rebordo alveolar, a fim de prevenir ou minimizar a reabsorção alveolar após extração dentária.

Material e Métodos: A pesquisa foi realizada nas bases de dados Pubmed, B-on e Scielo, não foi aplicado nenhum limite temporal, e os critérios de inclusão foram artigos em língua inglesa e portuguesa. Num total de 164 artigos, selecionaram-se 82 estritamente relacionados com o tema. Os artigos excluídos desviavam-se do objetivo do trabalho ou eram inconclusivos.

Selecionaram-se, também, capítulos do livro *Clinical Periodontology and Implant Dentistry* Volume 1 e 2, dos autores Niklaus P.Lang e Jan Lindhe.

Desenvolvimento: De modo a compreender como o processo alveolar reabsorve, deve-se ter em conta as várias técnicas que se podem realizar para permitir uma boa quantidade de osso remanescente na arcada adequada a cada caso para uma possível reabilitação. As técnicas de preservação do osso alveolar após extração passam pela realização de técnicas cirúrgicas minimamente invasivas, estabilização do coágulo pelo princípio da cicatrização por primeira intenção usando membranas ou retalhos, preenchimento do alvéolo dentário com materiais de enxerto ou substitutos ósseos, terapias combinadas com a colocação de implantes imediatos e o recurso a células e fatores de crescimento.

Conclusão: A preservação alveolar tem grande importância para uma posterior reabilitação oral com implantes com maior quantidade de osso disponível do que quando não é feita qualquer tipo de preservação. A extração das peças dentárias deve ser feita com cuidado para preservar ao máximo ou não danificar as superfícies ósseas remanescentes. É aconselhado que o encerramento da ferida seja por primeira intenção e que proporcione estabilidade ao coágulo, podendo ser usado retalhos ou mesmo membranas. O uso de enxertos ósseos tem uma importante função de proporcionar uma matriz para o coágulo se formar e promover o processo de cicatrização. O método de implante imediato, para além de ser bastante usado, tem como finalidade o conforto para o paciente de não ser submetido a uma posterior cirurgia para colocação do mesmo e, simultaneamente, mantém a estabilidade dos tecidos moles. Ainda uma técnica menos usada é com células e fatores de crescimento que proporciona uma cicatrização mais rápida e um aumento do potencial regenerativo dos tecidos.

Palavras-chave: Socket healing, alveolar ridge preservation, socket preservation, alveolar bone atrophy, immediate implants, bone substitutes, bone grafts.

Abstract

Introduction: The alveolar process is the bone that is set around the tooth root. This bone is sensitive to a variety of environmental and physiological factors that influence its integrity and functioning. As such, the formation as well as its preservation is dependent on the continued presence of the tooth. The resorption of the alveolar process after tooth extraction is undesirable natural and physiological consequence, and it can hinder the placing of an implant. With the increasing of the aesthetic demands in dentistry, it is therefore necessary to prevent bone resorption causes this defect in the dental arch

Objectives: A literature review of the various techniques and materials for preservation of the alveolar ridge in order to prevent or minimize alveolar resorption after tooth extraction.

Methods: The search was conducted in Pubmed, B-on and Scielo, no temporal limits were applied, and the inclusion criteria were articles in English and Portuguese. In a total of 164 articles, 82 articles were selected. Items excluded if deviating from the purpose of the work or were inconclusive. Chapters of the book Clinical Periodontology and Implant Dentistry Volume 1 and 2, of the authors Niklaus P.Lang and Jan Lindhe, were also used in this bibliographic review.

Bibliographic review: In order to understand the alveolar process resorption, it must be taken into account the various techniques that can be performed to allow a good amount of bone remaining in the proper arch in each case for a possible rehabilitation. The preservation of the alveolar bone techniques after extraction pass through the performance of minimally invasive surgical techniques , stabilization of the clot by the principle of first intention healing using membranes or patches , fill the dental alveolus with graft material or bone substitutes, combinants therapies with the placement of immediate implants and the use of cells and growth factors.

Conclusions: Alveolar preservation have a great importance for further oral rehabilitation with implants with greater amount of bone available than when it is not made any kind of preservation. The tooth extraction should be done with care to preserve as much or not damage the remaining bone surfaces. It is advised that the closure of the wound is by first

intention and provides stability to the clot and may be used flaps or membranes. The use of bone grafts have an important function of providing a matrix for the clots to form heal. The immediate implantation method is widely used and is intended for the comfort of the patient not be subjected to further surgery for implanting the same, and likewise maintains the stability of the soft tissue. Even a less technique is used with cells and growth factors which provide the faster healing and increased tissue regenerative potential.

Key-Words: Socket healing, alveolar ridge preservation, socket preservation, alveolar bone atrophy, immediate implants, bone substitutes, bone grafts.

Agradecimentos

À minha família,

Por me apoiar e acreditar em mim. Pai, por seres o meu melhor amigo. Mãe pela preocupação que tens por mim. Avôs pelo exemplo de dedicação e empenho que são. Aos meus tios pelo apoio que sempre me deram.

À minha irmã,

Por seres tão importante para mim.

Ao meu orientador, Hélder Oliveira,

Pela disponibilidade demonstrada pela orientação deste projeto e exemplo de sabedoria.

Ao meu binómio José Mário, pelo companheirismo e apoio, ao Rodrigo, Jorge Lino, José António, Joana Marinho e Margarida e todos os meus colegas de curso pelos momentos bem passados.

Aos meus amigos que me apoiaram e incentivaram.

À Sara, por todas as razões.

A todo o corpo docente da Universidade Fernando Pessoa,

Por me ajudar a realizar esta etapa.

A todos os que fazem parte da minha vida um grande obrigado por me ajudarem a ter tornado possível a concretização desta etapa e me ter tornado no que sou hoje.

Índice

Índice de Tabelas	XI
Índice de Abreviaturas.....	XII
I. Introdução.....	1
II. Desenvolvimento.....	3
1. Material e métodos	3
2. Anatomia e Morfologia do Processo Alveolar	4
3. Consequências da Extração Dentária – Reabsorção Alveolar.....	5
4. Cicatrização Alveolar	9
a. Fase inflamatória.....	10
b. Fase proliferativa	10
c. Fase de modelação e remodelação óssea	11
5. Preservação do Rebordo Alveolar	12
6. As técnicas de preservação	13
a. Cirurgia minimamente invasiva.....	13
b. Membranas.....	16
c. Enxertos e Substitutos Ósseos	18
d. Terapias combinadas.....	22
e. Fatores de crescimento / Células	24
7. Implantes	29
III. Conclusão	34
IV. Referências Bibliográficas.....	36

Índice de Tabelas

Nº Título	pp.
Tabela 1 – Quantidade de osso absorvida após extração dentária nas várias regiões segundo Pietrokovski e Massler, 1967.....	6

Índice de Abreviaturas

ABBG – Enxerto inorgânico de osso bovino

BMP – Proteína morfogénica óssea

DBBM – Mineral de osso bovino desproteínizado

e-PTFE – Politetrafluoretileno expandido

FGF – Fator de crescimento fibroblástico

HA – Hidroxiapatite

IGF-1 – Fator de crescimento semelhante à insulina tipo-1

IL – Interleucina

PDGT – Fator de crescimento derivado de plaquetas

rhBMP-2 – Proteína morfogénica óssea recombinante

TCP – Fosfato tricálcico

TGF- β – Fator de crescimento transformante beta

~ – Aproximadamente

mm – milímetros

> – Maior

< – Menor

≤ – Menor ou igual

% – Percentagem

I. Introdução

O dente e os tecidos ligamentares circundantes - o cimento radicular, o ligamento periodontal e a lâmina dura - estabelecem uma unidade funcional. (Lindhe *et al.*, 2105)

A perda de um dente e qualquer desequilíbrio funcional nesta unidade funcional irá resultar numa série de alterações adaptativas da porção agora edêntula. Está bem documentado que, após múltiplas extrações e a subsequente reabilitação com próteses removíveis, o tamanho da crista alveolar diminui significativamente não só horizontalmente como verticalmente. (Araújo e Lindhe, 2015)

O processo alveolar estende-se desde o osso basal da maxila ou da mandíbula, e forma um limite entre a porção externa da maxila e a porção interna da mandíbula. Esta estrutura anatômica, forma-se em harmonia com a erupção e desenvolvimento dentário, e regride gradualmente com a perda do dente. Portanto, a formação assim como a preservação do processo alveolar é dependente da presença contínua do dente. (Pietrokovski, J., 2007)

O processo alveolar é sensível a uma variedade de fatores ambientais e fisiológicos que influenciam a sua integridade e o seu funcionamento. Antes dos avanços na medicina dentária, a fisiologia e os padrões de cicatrização do rebordo edêntulo após extração dentária foram muitas vezes negligenciados ou não tratados adequadamente. (Amler *et al.*, 1960; Amler, 1969)

Hoje em dia, a colocação do implante em casos graves de reabsorção alveolar é um desafio com um grande impacto no sucesso da terapia com implantes. Ainda que a perda óssea alveolar possa ser congénita, ou resultado de trauma, patologia e infecção crónica / aguda, ou uma consequência da doença periodontal, a perda da função mecânica após uma extração dentária é o fator que mais frequentemente leva a essa deficiência clínica. (Avila-Ortiz *et al.*, 2014)

Como tal, o objetivo do presente trabalho é realizar uma revisão bibliográfica acerca das várias técnicas e materiais para preservação do rebordo alveolar, a fim de prevenir ou

minimizar a reabsorção alveolar após extração dentária, possibilitando uma reabilitação oral ideal.

II. Desenvolvimento

1. Material e métodos

Seleção de artigos nas bases de dados Pubmed, B-on e Scielo, com as seguintes palavras-chave: “Socket healing”, “alveolar ridge preservation”, “socket preservation”, “alveolar bone atrophy”, “immediate implants”, “bone substitutes”, “bone grafts”.

Não foi aplicado nenhum limite temporal e os critérios de inclusão foram artigos em língua inglesa e portuguesa. Tendo por base as referências bibliográficas dos artigos consultados, outros artigos com títulos de interesse foram pesquisados. Num total de 164 artigos, selecionaram-se 82 estritamente relacionados com o tema. Os artigos excluídos desviavam-se do objetivo do trabalho ou eram inconclusivos.

Selecionaram-se ainda capítulos do livro *Clinical Periodontology and Implant Dentistry* Volume 1 e 2, dos autores Niklaus P.Lang e Jan Lindhe.

2. Anatomia e Morfologia do Processo Alveolar

O processo alveolar estende-se a partir do osso basal da maxila ou da mandíbula e forma uma fronteira entre a porção exterior da maxila e a porção interior da mandíbula. (Pietrokovsky *et al.*, 2007) Forma-se em harmonia com o desenvolvimento e erupção dos dentes e, gradualmente, regride quando os dentes são perdidos. Assim, tanto a formação como a preservação do processo alveolar é dependente da presença contínua de dentes no rebordo alveolar. Além disso, as características morfológicas do processo alveolar estão relacionadas com o tamanho e forma do dente, o sítio da erupção dentária e a inclinação do dente erupcionado. Assim, indivíduos com dentes longos e estreitos, em comparação com indivíduos que têm dentes curtos e largos, parecem ter um processo alveolar mais delicado e, em particular nas regiões dos dentes anteriores, por vezes apresentam fenestrações na fina tábua óssea vestibular.

Num estudo clínico recente, Januário *et al.* (2011) descreveram algumas características morfológicas do processo alveolar da parte anterior da maxila em humanos. Os autores incluíram 250 indivíduos periodontalmente saudáveis, com idades compreendidas entre os 17-66 anos. As medições da espessura da tábua óssea vestibular do processo alveolar foram realizadas em três posições diferentes em relação à crista óssea vestibular (isto é, à distância de 1, 3 e 5 mm apicalmente à crista). As medições demonstraram que a tábua óssea vestibular na maioria dos locais, em todos os sítios examinados dos dentes anteriores, foi ≤ 1 mm de espessura (espessura média $\sim 0,5$ mm) e que perto de 50% dos sítios tinha uma espessura da tábua óssea $\leq 0,5$ mm. Em conclusão, sítios do dente na maxila anterior têm uma parede óssea vestibular fina, o que provavelmente contribui para a sua perda após a extração do dente. (Araújo *et al.*, 2015)

Neste contexto, é importante reconhecer que a tábua óssea vestibular na região dos dentes anteriores em humanos é frequentemente inferior a 1 mm de largura. (Januário *et al.*, 2011; Nowzari *et al.*, 2012)

3. Consequências da Extração Dentária – Reabsorção Alveolar

Apesar da perda óssea ser resultado de trauma cirúrgico, patologia, infecções agudas/crônicas ou consequência de doença periodontal severa, a causa mais frequente de deficiências clínicas no rebordo residual edêntulo é a perda das funções mecânicas após extração ou perda dentária. Esta perda óssea fisiológica após a extração dentária foi confirmada em estudos experimentais que reportaram reabsorção óssea vertical e horizontal, o que altera o perfil tridimensional do rebordo e a disponibilidade óssea necessária para a colocação do implante. (Araújo *et al.*, 2015)

De facto, uma vez que um dente é extraído, aproximadamente 25% do volume ósseo é perdido após o primeiro ano e, com o tempo, estas alterações de reabsorção podem progredir e contribuir para a perda de 40-60% do volume alveolar dentro de 5 anos. (Sanz e Vignoletti, 2015) A resultante falta de osso na crista alveolar é resultado da perda gradual da dimensão horizontal acompanhada de uma rápida perda óssea em altura.

Petrovski e Massler (1967) estudaram a magnitude das alterações dimensionais sofridas pelo rebordo alveolar após a extração de um único dente. Os autores tiveram acesso a 149 modelos de molde dentário (72 superiores e 77 inferiores) em que apenas um dente faltava num dos lados da mandíbula. Os contornos exteriores das porções vestibular e lingual do rebordo alveolar num local com dente e no local contra lateral edêntulo foram determinados pela utilização de um estilete de perfil e uma técnica de imagem. Os seus resultados são apresentados na Tabela 1. (Araújo e Lindhe, 2015)

Concluiu-se que a quantidade de reabsorção de tecidos duros e moles após a perda de um único dente é substancial e que a redução do rebordo era duas vezes maior no espeto horizontal quer em lingual como em palatino de todos os dentes dos grupos examinados. (Pietrokovski e Massler, 1967)

Dente	Quantidade média absorvida em mm		Diferença
	Vestibular	Lingual/Palatino	
Dentes Mandíbula			
Incisivo inferior	2.08	0.91	1.17
Incisivo lateral	3.54	1.41	2.13
Canino	3.25	1.59	1.66
1º Pré-Molar	3.45	1.40	2.05
2º Pré-Molar	3.28	0.75	2.53
1º Molar	4.68	2.79	1.90
2º Pré-Molar	4.30	3.00	1.30
Dentes Maxila			
Incisivo inferior	3.03	1.46	1.57
Incisivo lateral	3.47	0.86	2.61
Canino	3.33	1.91	1.42
1º Pré-Molar	3.33	2.04	1.29
2º Pré-Molar	2.58	1.62	0.96
1º Molar	5.25	3.12	2.13

Tabela 1 – Quantidade de osso absorvida após extração dentária nas várias regiões segundo Pietrokovski e Massler (1967).

As perdas absolutas de tecido variaram entre os grupos de dentes avaliados. Como resultado desta modelação de tecido, o centro do local edêntulo desloca-se ou para a face lingual ou palatina do rebordo alveolar. As observações feitas por Pietrokovski e Massler (1967) foram suportadas pelos resultados apresentados por Schropp *et al.* (2003). Estes autores estudaram as alterações ósseas e dos tecidos moles durante um período de 12 meses após a extração de pré-molares e molares individuais. Exames clínicos, bem como medições de modelos, foram realizados imediatamente após a extração do dente e, posteriormente, após 3, 6 e 12 meses de cicatrização. Observou-se que a dimensão palatina / vestibulo-lingual durante os primeiros 3 meses foi reduzida em cerca de 30%, e após 12 meses, o local edêntulo perdeu, pelo menos, 50% da sua largura original. Além

disso, a altura da tábua óssea vestibular foi reduzida e após 12 meses de cicatrização a proeminência vestibular foi localizada 1,2 mm apical do seu homólogo lingual/palatino. (Araújo e Lindhe, 2015)

Num estudo clínico Sanz *et al.* (2010) observaram que o grau de reabsorção precoce, ou seja, nos primeiros 4 meses, na face vestibular do osso após extração dentária era dependente da sua dimensão original. Assim, tábuas ósseas que fossem inferiores a 1 mm de largura perderam substancialmente maior dimensão (largura e altura) do que as tábuas que eram maiores que 1 mm de largura.

Uma revisão sistemática avaliou as alterações que ocorrem nos tecidos duros e moles 6 meses após a extração de dentes, em seres humanos, e demonstrou uma perda óssea horizontal de 29-63% e a perda óssea vertical de 11-22% a partir das dimensões da crista do osso alveolar presentes no momento de extração. (Tan *et al.*, 2012)

A extração de um único dente causa diminuição acentuada dos tecidos duros. A perda de tecido duro foi mais pronunciada nas porções vestibular e marginal do rebordo edêntulo, e na maioria dos sítios tinha adquirido uma forma triangular. (Lindhe e Araújo, 2015)

Araújo e Lindhe (2005) afirmaram no seu estudo que acentuadas alterações dimensionais com uma notável atividade osteoclástica ocorreram durante as 8 primeiras semanas após a extração do dente, resultando em reabsorção da região crestal de ambas as paredes ósseas vestibular e lingual. Além disso, a reabsorção das paredes vestibular e lingual do sítio da extração ocorreu em duas fases sobrepostas.

Assim, na primeira fase, o osso fibroso foi reabsorvido e substituído com tecido ósseo. Uma vez que a crista da parede óssea vestibular é composta exclusivamente de osso fibroso, este remodelamento resultou numa redução vertical substancial da crista vestibular. A segunda fase mostrou que a reabsorção ocorre a partir das paredes externas de ambas as paredes ósseas, resultando numa reabsorção horizontal que pode induzir uma redução vertical adicional do osso vestibular. (Araújo e Lindhe, 2005)

A perda de espessura é maior do que a perda de altura do rebordo alveolar após a extração dentária, e ambas foram descritas como sendo mais pronunciadas no aspeto vestibular do

que no aspeto palatino dos maxilares. (Pietrokovski e Massler, 1967; Lekovic *et al.*, 1997; Lekovic *et al.*, 1998; Iasella *et al.*, 2003; Botticelli *et al.*, 2004; Araújo e Lindhe, 2005; Araújo *et al.*, 2005; Van Der Weijden *et al.*, 2009; Vignoletti e Sanz, 2014)

Em ambos os maxilares, os alvéolos mais largos (molares) mostram uma quantidade de reabsorção significativamente maior (Pietrokovski e Massler, 1967; Araújo *et al.*, 2006) e requerem mais tempo para formar a ponte de tecido ósseo sobre o defeito do que alvéolos mais estreitos (incisivos e pré-molares). (Schropp *et al.*, 2003)

O nível até o qual a crista reabsorve após a extração é ditado pelo nível ósseo no sítio da extração, ao invés do nível ósseo dos dentes adjacentes. Os alvéolos de dentes com perda óssea horizontal cicatrizam mais rapidamente, uma vez que o nível reduzido do rebordo alveolar significa que menos preenchimento ósseo é necessário. Este processo de reabsorção resulta num rebordo mais estreito e curto (Pinho *et al.*, 2006) e o efeito deste padrão em reabsorção é o deslocamento do rebordo para uma posição mais palatina/lingual. (Pietrokovski e Massler, 1967; Araújo e Lindhe, 2005; Van Der Weijden *et al.*, 2009)

O rebordo deslocado faz com que seja mais difícil colocar o implante numa posição restauradora ótima sem que ocorra uma deiscência vestibular no implante. (Iasella *et al.*, 2003)

Apesar da redução alveolar ser maior nas regiões molares, ela é mais crítica a nível anterior devido às demandas estéticas. A região da maxila anterior exhibe paredes alveolares muito finas que são frequentemente constituídas por apenas uma lâmina dura. (Araújo *et al.*, 2015)

4. Cicatrização Alveolar

A extração dentária foi descrita como uma amputação tecidual que pode levar a alterações funcionais, psicológicas, posturais e locais. O processo de alterações locais que surge como forma de fechar a ferida e restaurar a hemóstase tecidual denomina-se cicatrização alveolar. (Araújo *et al.*, 2015)

Os princípios cirúrgicos que favorecem terapias ósseas regenerativas foram discutidos e têm ajudado a criar a consciência dos fatores físicos e biológicos que determinam a cicatrização adequada. (Wang e Boyapati, 2006)

A cicatrização molecular de feridas em alvéolos após extração dentária e eventual consolidação e reparação óssea do rebordo residual ocorrem por meio de uma sequência ordenada de fatores osteogênicos associados com a angiogênese, a sobrevivência celular, síntese de matriz e maturação das células. (Lin *et al.*, 2011)

As principais fontes de células osteogênicas incluem periósseo e endósseo das paredes dos defeitos ósseos, bem como a medula óssea. Estas células incluem osteoblastos e células mesenquimais indiferenciadas, que se podem diferenciar em osteoblastos na presença de moléculas sinalizadoras adequadas, nutrientes e fatores de crescimento. Este processo requer um fornecimento adequado de sangue para proporcionar não só oxigénio e nutrientes, mas também uma fonte de células mesenquimais. (Sanz e Vignoletti, 2015)

Um outro fator chave que afeta a cicatrização da ferida é a estabilidade do coágulo sanguíneo. Isto é importante porque o coágulo promove a formação de tecido de granulação, que subsequentemente se transforma em osso. Além disso, o coágulo contém uma miríade de citocinas (por exemplo, interleucina (IL) -1, IL - 8, fator de necrose tumoral), fatores de crescimento (por exemplo, fator de crescimento derivado de plaquetas (PDGF), fator de crescimento semelhante à insulina tipo-1 (IGF - 1), fator de crescimento fibroblástico - 2 (FGF - 2) e moléculas sinalizadoras que ajudam no recrutamento de células para promover a angiogênese e a regeneração óssea. Na maioria das situações clínicas, esta estabilidade do coágulo só pode ser assegurada quando o espaço físico é fornecido através da utilização de uma estrutura de suporte, e a exclusão

do crescimento para dentro de células do tecido epitelial e conjuntivo do retalho mucoso é assegurado pela colocação de uma membrana. (Sanz e Vignoletti, 2015)

O processo de cicatrização alveolar pode ser dividido em três fases: inflamatória, proliferativa e fase de modelação/remodelação óssea. (Araújo *et al.*, 2015)

a. Fase inflamatória

A fase inflamatória pode ser subdividida em duas partes: formação do coágulo sanguíneo e migração de células inflamatórias para a limpeza da ferida. (Araújo *et al.*, 2015; Lindhe, 2015)

A combinação de células inflamatórias, brotos vasculares e fibroblastos imaturos forma o tecido de granulação, que é gradualmente substituído por uma matriz de tecido conjuntivo provisório, rica em fibras de colagénio e células, iniciando-se a fase proliferativa. (Araújo *et al.*, 2015; Araújo e Lindhe, 2015)

b. Fase proliferativa

A fase proliferativa pode também ser dividida em duas partes: fibroplasia e formação de tecido ósseo, e é caracterizada por formação tecidual rápida e intensa. (Araújo *et al.*, 2015)

A fibroplasia envolve a rápida deposição de uma matriz provisória. Subsequentemente, esta matriz é penetrada pelos vasos sanguíneos e pelas células formadoras de osso, e projeções digitiformes de tecido ósseo são estabelecidas em torno dos vasos sanguíneos. Eventualmente, as projeções digitiformes envolvem completamente o vaso, e o osteóide primário (ou sistema de Havers) é, assim, formado. Os osteóides primários podem ser ocasionalmente reforçados por tecido fibroso paralelo. O osso esponjoso pode ser encontrado no alvéolo cicatrizado tão cedo quanto duas semanas após a extração dentária, e permanece na ferida por várias semanas. O osso esponjoso é um tipo de osso provisório sem qualquer capacidade de carga e, portanto, precisa de ser substituído pelos tipos de osso maduro, osso lamelar e medula óssea. (Araújo *et al.*, 2015)

c. Fase de modelação e remodelação óssea

A modelação e remodelação óssea é a terceira e última fase do processo de cicatrização alveolar. Consiste numa alteração na forma e arquitetura do osso, enquanto a remodelação óssea é definida como uma alteração sem modificação concomitante na forma e arquitetura do osso. (Araújo *et al.*, 2015)

A substituição da lâmina própria por osso lamelar ou medula óssea é a remodelação óssea, enquanto a reabsorção óssea que tem lugar nas paredes do alvéolo levando a alterações dimensionais do rebordo alveolar é o resultado da modelação óssea. (Araújo *et al.*, 2015)

A remodelação óssea em humanos pode levar vários meses, e exibe variabilidade substancial entre indivíduos. Num estudo recente, Lindhe *et al.* (2014) examinaram a composição tecidual de biópsias de 36 indivíduos retirados de alvéolos na região posterior da maxila após >16 semanas de cicatrização. Os autores relataram que cerca de 60-65% do volume tecidual era composta por osso lamelar e medula óssea. Assim a completa remodelação do tecido ósseo esponjoso em osso lamelar e medula óssea pode levar vários meses ou anos. (Araújo *et al.*, 2015)

Amler (1969) afirmou que, após a extração do dente, as primeiras 24 horas são caracterizadas pela formação de um coágulo sanguíneo no alvéolo. Células inflamatórias tais como leucócitos polimorfonucleares e monócitos / macrófagos migram para o coágulo e iniciam a fagocitose de elementos necrosados, e assim inicia-se o processo de limpeza da ferida.

Entre 2-3 dias, o coágulo sanguíneo é gradualmente substituído por tecido de granulação e após 4-5 dias, o epitélio das margens do tecido mole começa a proliferar para cobrir o tecido de granulação que preenche o alvéolo. Uma semana após a extração, o alvéolo contém tecido de granulação e tecido conjuntivo recém-formado, na região apical do alvéolo inicia-se a formação de tecido osteóide. Após 3 semanas, o alvéolo contém tecido conjuntivo e começam a surgir minerais dos osteóides. Após 6 semanas de cicatrização, a formação óssea no alvéolo é evidente e apresenta trabéculas de osso recém-formado. (Amler, 1969)

Trombelli *et al.* (2008) realizaram um estudo de longo prazo, onde foi examinada, através de biopsias, a cicatrização dos alvéolos dentários num período de 6 meses. No estudo confirmou-se a maioria das descobertas de Amler (1960) e afirmaram que, na fase inicial de cicatrização (modelagem de tecidos), o alvéolo dentário foi preenchido com tecido de granulação que foi gradualmente substituído por um tecido conjuntivo provisório e osso esponjoso.

Em biopsias realizadas em fases posteriores de cicatrização foi observado o processo na qual o osso esponjoso foi substituído por osso lamelar e medula, isto é a remodelação óssea, que é um processo lento e a sua velocidade varia de indivíduo para indivíduo. Num número limitado de amostras ósseas com 6 meses de cicatrização foi presenciado substituição de osso esponjoso por medula óssea e osso lamelar. Com esta informação pode-se concluir que em humanos a modelação do processo alveolar é rápida mas a remodelação dos tecidos é um processo que pode demorar anos até ficar concluída. (Trombelli *et al.*, 2008)

5. Preservação do Rebordo Alveolar

A reabsorção e o remodelação do rebordo alveolar após a extração dentária é um fenómeno natural, fisiologicamente indesejável da cicatrização e possivelmente inevitável que pode prejudicar a colocação ideal do implante. (Atwood, 1962; Lekovic *et al.*, 1998; Aimetti *et al.*, 2009; Lindhe, 2015)

Como tal, e visto que as dimensões do rebordo são tão cruciais, seria vantajoso preservar a dimensão do rebordo pós-extração em vez de reconstruí-lo depois, assegurando assim a manutenção das suas dimensões vertical e horizontal ideais e diminuindo a morbidade para o paciente. (Iasabella *et al.*, 2003; Nevins *et al.*, 2006)

Desta forma, métodos que asseguram a preservação, o aumento ou a reconstrução da altura, espessura e qualidade do rebordo alveolar imediatamente após a extração dentária com recurso a posterior cirurgia e a procedimentos de regeneração óssea ou em conjunto com a colocação de implantes endósseos parecem ser essenciais para manter as suas dimensões verticais e horizontais. Isto reduziria de fato a necessidade de um enxerto tardio, simplificando e otimizando o sucesso da colocação do implante em termos de

estética e função. (Lekovic *et al.*, 1997; Lekovic *et al.*, 1998; Camargo *et al.*, 2000; Schropp *et al.*, 2003; Ainetti *et al.*, 2009)

Em geral, essas técnicas de preservação da crista foram definidas como qualquer abordagem terapêutica realizada imediatamente após a extração do dente teve como objetivo preservar a arquitetura alvéolo e para proporcionar a máxima disponibilidade óssea para a colocação do implante. (Vignoletti *et al.*, 2012)

A preservação alveolar começou a ser realizada com tentativas desde a retenção de raízes que tinham a função de estabilizar próteses. (Avila-Ortiz *et al.*, 2014)

Na década de 80, começaram a fazer-se a preservação do rebordo alveolar após extração com o preenchimento do alvéolo, no intuito de provocar o mesmo resultado obtido pelas técnicas de retenção radicular, evitando a necessidade de posteriormente, com a aplicação do implante, fazer terapia regenerativa na região com atrofia do rebordo alveolar. (Avila-Ortiz *et al.*, 2014; Cortellini e Tonetti, 2015)

6. As técnicas de preservação

Na avaliação sistemática de Ten Heggeler *et al.* (2011), foi estudada a eficácia dessas terapias de preservação dos alvéolos na qual concluíram que estas técnicas podem reduzir as alterações dimensionais ósseas que ocorrem após a extração dentária, no entanto é esperado algum grau de perda óssea vertical e horizontal.

a. Cirurgia minimamente invasiva

A remoção traumática dos dentes pode causar perda óssea e, por esta razão, deveria ser evitada. (Schropp *et al.*, 2003)

O trauma cirúrgico causado pela extração dentária pode ser minimizado recorrendo a procedimentos cirúrgicos minimamente invasivos. Tais procedimentos têm como objetivo prevenir a expansão alveolar. Para este efeito, a utilização de boticões para luxar o dente nas direções palatinas, linguais e vestibular do alvéolo não é recomendada. Da

mesma forma, o boticão não deve realizar movimentos de rotação, uma vez que a secção transversal de uma raiz raramente é circular. (Araújo *et al.*, 2015)

Estão comercialmente disponíveis vários instrumentos cirúrgicos minimamente invasivos. Perióstomos e sistemas de extração dentária verticais são frequentemente usados para esse efeito. Mas estas técnicas são mais eficientes em raízes cónicas ou retas. (Araújo *et al.*, 2015)

A cicatrização por primeira intenção é necessária para assegurar um ambiente sem perturbações para a cicatrização e esta deve ser assegurada por uma sutura apropriada, o que requer uma quantidade adequada de tecido mole que deve estar sempre presente antes de qualquer cirurgia. O retalho resultante deve cobrir a área regenerada e quando suturada deve ser relativamente passiva e livre de tensão. (Sanz e Vignoletti, 2015)

O impacto da elevação de um retalho cirúrgico expando, assim, o osso subjacente, tem sido investigado como um possível fator que influencia as alterações da reabsorção do rebordo alveolar. (Vignoletti e Sanz, 2014)

Num estudo experimental em cães, Fickl *et al.* (2008) relataram que a elevação de retalhos da mucosa e a exposição do osso crestal causou maior reabsorção dos tecidos moles e duros do que uma extração dentária sem retalhos. (Vignoletti e Sanz, 2014)

Resultados de um estudo semelhante realizado por Araújo e Lindhe (2009) não conseguiram demonstrar diferenças significativas quando comparando procedimentos com a realização de retalho ou sem a realização de retalho. Estes resultados heterogéneos foram também observados quando se utilizam protocolos de implantes imediatos. Em contraste, Caneva *et al.* (2010) não mostraram qualquer diferença entre os dois protocolos cirúrgicos. (Vignoletti e Sanz, 2014)

Em suma, não há nenhuma demonstração clara de que a elevação de um retalho aumenta significativamente a reabsorção óssea vestibular. (Vignoletti e Sanz, 2014)

Além do mais, o levantamento de um retalho durante procedimentos de enxerto ósseo pode prejudicar a estética do rebordo e da papila, (Camargo *et al.*, 2000; Iasella *et al.*,

2003) por promover uma alteração da posição da linha mucogengival em direção coronal. (Camargo *et al.*, 2000)

Esta situação é particularmente relevante quando se aplica na técnica de preservação do alvéolo usando membranas que atuam como barreiras oclusivas, pois 3 grandes desvantagens supostamente são associadas com esta técnica: (Lekovic *et al.*, 1997)

- i. A elevação de retalhos vestibulares e linguais em combinação com a extração dentária é necessária para a colocação das membranas;
- ii. A técnica e as barreiras precisam de um avanço do retalho vestibular para alcançar fechamento primário da ferida além de uma segunda cirurgia para a remoção da membrana, quando esta for não-absorvível;
- iii. A exposição de membranas não-absorvíveis ao meio bucal no curso da cicatrização resulta em risco aumentado de infecção bacteriana e limitada preservação do osso alveolar, com resultados semelhantes à da cicatrização não-assistida do alvéolo.

Em virtude disso, Camargo *et al.* (2000) não recomendam a utilização de procedimentos regenerativos com retalho nem membranas. Enquanto o fechamento por primeira intenção da ferida cirúrgica tem sido sugerido como sendo capaz de melhorar a estabilidade da ferida (De Coster *et al.*, 2009) e de oferecer uma melhor proteção aos materiais de enxerto, (Ainetti *et al.*, 2009) em contrapartida, afirmaram que o crescimento de tecido conjuntivo para dentro de um defeito ósseo pode perturbar ou prevenir totalmente a osteogênese na área.

Por outras palavras, o contacto direto entre o tecido conjuntivo gengival com a área do alvéolo como observado quando os retalhos são avançados favoreceriam a reabsorção do osso alveolar. Quando os tecidos gengivais são mantidos afastados da área do alvéolo durante as fases iniciais da cicatrização deixando a abertura do alvéolo exposta, acontece uma menor reabsorção do osso alveolar. (Camargo *et al.*, 2000)

b. Membranas

Em meados de 1980, o princípio da regeneração tecidual guiada foi aplicado na regeneração periodontal, baseado nos estudos recentes de Melcher *et al.* (1976) que desenvolveu o conceito da utilização das membranas para guiar o processo biológico de cicatrização da ferida.

Estes primeiros estudos demonstraram que a exclusão de invasão do tecido mole do defeito por meio de uma membrana, permitiu a colonização das células com potencial de regeneração (derivado do ligamento ou da medula óssea periodontal) e promoveu a regeneração periodontal. (Melcher *et al.*, 1976)

Baseada nos mesmos princípios biológicos, o conceito de regeneração óssea guiada foi desenvolvido por exclusão mecânica dos tecidos moles de preencher os defeitos ósseos permitindo, assim, a colonização da ferida por parte das células com potencial osteogénico. (Sanz e Vignoletti, 2015; Hector *et al.*, 2015)

i. Membranas não reabsorvíveis

Diferentes tipos de membranas foram testados para a regeneração óssea guiada. Podem ser não-reabsorvíveis ou reabsorvíveis. As membranas e-PTFE não reabsorvíveis foram frequentemente usadas em aplicações clínicas da regeneração óssea, principalmente reforçadas com tiras de titânio, possibilitando assim a capacidade de formação de espaço para permitir a regeneração óssea física. (Oh *et al.*, 2003)

Para permitir a proliferação de células osteogénicas, é necessário um espaço físico. (Oh *et al.*, 2003) Isto é conseguido através da utilização de membranas que excluem as células epiteliais do tecido conjuntivo, ou uma estrutura de suporte adequada.

O colapso da membrana é problemático, uma vez que compromete o espaço disponível para as células osteogénicas. Por isso, a utilização de membranas reforçadas com titânio ajuda na manutenção de espaço, especialmente em casos de perda óssea grave, (Jovanovic *et al.*, 1995) em comparação com o colapso do colagénio relatado com membranas desprovidas de reforço de titânio. (Oh *et al.*, 2003)

Dahlin *et al.* (1989) foram os primeiros a fornecer evidências para apoiar a eficácia da regeneração óssea guiada em torno de implantes inseridos na tíbia de coelhos. Membranas de e-PTFE foram aplicadas à volta do implante exposto e houve formação óssea peri-implantar, fornecendo espaço suficiente debaixo da membrana.

Becker e Becker (1990) também avaliaram o potencial da regeneração óssea guiada para tratar roscas expostas de implantes colocados em mandíbulas de cães. Relataram um aumento médio de 1,37 mm de altura óssea para locais de teste tratados com regeneração óssea guiada, versus 0,23 mm para o grupo de controlo. (Sanz e Vignoletti, 2015)

Porém, apesar das vantagens associadas às membranas não-reabsorvíveis, a necessidade de uma segunda cirurgia para a sua remoção, a ocorrência frequente de complicações pós-operatórias, e a exposição da membrana têm limitado a sua utilização clínica, optando-se cada vez mais pelas membranas reabsorvíveis. (Oh *et al.*, 2003)

ii. Membranas reabsorvíveis

Estas membranas reabsorvíveis devem assegurar que o processo de reabsorção ou biodegradação da membrana não crie reações no tecido que possam afetar o resultado da regeneração óssea. Estas membranas podem ser naturais (xenogénicas colagénio tipo I ou II), que sofrem reabsorção através de degradação enzimática, ou feitas de polímeros sintéticos que, quando inseridos num meio aquoso, são submetidos a uma degradação enzimática por hidrólise. (Sanz e Vignoletti, 2015)

No entanto, devido à falta de rigidez e capacidade de criar espaço por parte das membranas reabsorvíveis, estas podem entrar em colapso no defeito ósseo ou nos segmentos do implante sob a tensão da aba, e assim o espaço disponível para a regeneração óssea será ocluído. Uma vez que os defeitos crestais são normalmente defeitos não contidos, o uso de uma estrutura de suporte para a regeneração celular com um bloco ósseo ou enxerto de osso particulado é um pré-requisito para ambos os procedimentos de aumento ósseo vertical e horizontal. (Sanz e Vignoletti, 2015)

c. Enxertos e Substitutos Ósseos

Enxerto ósseo autógeno (autoenxertos) têm sido o Gold-Standard em terapias de regeneração óssea, uma vez que possuem propriedades osteoindutoras e osteogênicas. (Yukna, 1993) Em cirurgias de aumento de osso alveolar, o osso autógeno é usado tanto como um particulado ou enxerto em bloco.

Enxertos de partículas do osso são normalmente colhidos a partir de sítios intraorais e usados em combinação com as membranas seguindo os princípios da regeneração óssea guiada. Estes fragmentos ósseos têm as desvantagens de que a sua disponibilidade é limitada dentro da cavidade oral e, como não possuem uma estrutura rígida e de suporte, não proporcionam a capacidade de tornar o espaço necessário para o tratamento de defeitos de classe II (deficiência óssea predominantemente vertical) e III (deficiência óssea tanto vertical como horizontal). Nestes casos, as membranas de e-PTFE rígidas reforçadas com titânio têm sido utilizadas em conjunto com autoenxertos de partículas de osso. Outra desvantagem com o uso de autoenxertos é a sua velocidade de reabsorção rápida, que exige a colocação precoce do implante para garantir um carregamento funcional ao osso regenerado, impedindo assim a sua reabsorção. (Yukna, 1993)

Enxertos autógenos em bloco monocorticais podem ser colhidos a partir de regiões intra ou extra orais. As regiões doadoras mais comuns intraorais são o queixo mandibular (mento) ou área do ramo ascendente, enquanto locais comuns dos doadores extra orais são a crista ilíaca ou a calota craniana. Podem ser utilizados em combinação com as membranas ou isoladamente, e requerem fixação ao local recetor com mini parafusos para evitar micro movimentos durante a cicatrização. Estes enxertos, devido à sua excelente capacidade de manutenção do espaço, são indicados em grandes defeitos crestais em que há uma necessidade de aumento de osso vertical. (Hector *et al.*, 2015)

A sua principal desvantagem é a morbidade associada com a sua colheita, principalmente da área do queixo. Tal como acontece com autoenxertos de partículas, a sua velocidade de reabsorção é elevada, ainda que quando combinado com uma membrana de barreira ou com xenoenxertos de partículas de osso a sua reabsorção fica retardada. (Hector *et al.*, 2015)

A fim de evitar a morbidade associada com a colheita de enxertos de osso autógenos, aloenxertos, xenoenxertos e enxertos aloplásticos foram indicados e testados e passaram a ter mais importância. (Hector *et al.*, 2015)

Assim, os aloenxertos são enxertos ósseos colhidos de cadáveres doadores e processados por congelamento, desmineralização e congelamento. Estes enxertos são então esterilizados e fornecidos por bancos de tecidos especialmente licenciados como partículas de osso ou grandes blocos. (Yukna, 1993)

A sua principal limitação é o risco potencial de infecção cruzada ou reações imunológicas, devido ao seu conteúdo proteico, o que não se pode excluir a possibilidade de transmissão de doença. (Sanz e Vignoletti, 2015)

Os xenoenxertos são biomateriais de enxerto de origem animal, principalmente bovinos e equinos. Estes materiais de enxerto são desproteinizados, a fim de remover completamente o componente orgânico e, assim, evitar qualquer imunogenicidade. (Baldini *et al.*, 2011)

Enxertos inorgânicos de osso bovino (ABBG) ou mineral ósseo bovino desproteinado (DBBM) demonstraram boa biocompatibilidade e osteocondução em estudos pré-clínicos, quando utilizados seguindo os princípios da regeneração óssea guiada como grânulos de partículas porosas combinado com uma membrana de barreira de colagénio reabsorvível. Além disso, estes enxertos xenogénicos demonstraram reabsorção lenta o que assegura a sua estabilidade a longo prazo. Na verdade, se DBBM é completamente bio-reabsorvível ainda é uma controvérsia. (Sanz e Vignoletti, 2015)

E, por sua vez, os enxertos aloplásticos são substitutos ósseos sintéticos que incluem diferentes combinações de fosfato de cálcio fabricados sob diferentes condições de sinterização, que produz diferentes propriedades físicas e taxas de reabsorção. (Hector *et al.*, 2015).

A hidroxiapatite (HA) constitui o principal componente mineral do osso natural e é a menos solúvel, o que proporciona uma função osteocondutora, sendo altamente resistente à reabsorção. Em contraste, o fosfato tricálcico (TCP) é caracterizado por uma reabsorção

rápida e substituição pelos tecidos do hospedeiro durante as fases iniciais da cura. (Sanz e Vignoletti, 2015)

Estes biomateriais são geralmente reabsorvíveis e entregues na forma de grânulos. Devem ser sempre utilizados em combinação com as membranas. (Hector *et al.*, 2015)

Por terem um processo de reabsorção lenta, os substitutos ósseos são adicionados aos autoenxertos de modo a aumentar a sua estabilidade durante a fase de consolidação. (Araújo e Lindhe, 2011)

Estudos experimentais histológicos têm avaliado a cicatrização quando os alvéolos são preenchidos com diferentes materiais de enxerto. O uso de lascas de osso autógeno sozinho não contraria o processo fisiológico da remodelação óssea que ocorre nas paredes do alvéolo. (Araújo e Lindhe, 2011)

Com efeito, o processo de cicatrização nestes locais preenchidos com autoenxertos apresentou características semelhantes aos casos sem qualquer preenchimento. (Araújo e Lindhe, 2009)

Em contraste, a utilização de xenoenxertos com uma taxa de reabsorção muito mais lenta demonstrou significativamente melhor preservação das paredes do alvéolo do que os locais não enxertados. Histologicamente, esses grânulos de xenoenxerto foram integrados e totalmente cobertos por osso recém-formado. (Araújo e Lindhe, 2009) Num modelo experimental semelhante, um aloplástico β -TCP demonstrou propriedades de promoção óssea limitadas, com as partículas de enxerto a serem encapsuladas com tecido conjuntivo. (Araújo *et al.*, 2010)

Ambos os tipos de enxertos ósseos (substituto ósseo sintético e xenoenxerto) apresentaram alterações ósseas radiográficas do alvéolo semelhantes no processo de preservação do rebordo alveolar. Ambos os materiais tiveram a mesma capacidade de preservar o rebordo alveolar e suportar a formação óssea pós-extração dentária. (Mardas *et al.*, 2010)

A fim de compensar a reabsorção óssea horizontal da tábua vestibular, a utilização de substitutos ósseos, com uma taxa de reabsorção baixa, de modo a fechar o espaço, tem mostrado reduzir significativamente essa reabsorção e, portanto, o seu uso deve ser defendido quando as exigências estéticas são elevadas. (Vignoletti e Sanz, 2014)

Os materiais de enxerto usados no preenchimento do espaço após a extração dentária são capazes de fornecer um suporte mecânico e prevenir o colapso de ambas as paredes ósseas vestibular e lingual, servindo assim para retardar a reabsorção do rebordo residual e permanecer no local até que suficiente cicatrização (neoformação óssea) ocorra. (Serino *et al.*, 2008)

Por outras palavras, os substitutos ósseos ideais devem ser osteoindutores e osteocondutores, estimulando e servindo como um suporte para o crescimento ósseo. (Serino *et al.*, 2008)

Todavia, o uso de materiais de enxerto em alvéolos pós-extração tem sido questionado porque parecem interferir com o processo normal de cicatrização (Nevins *et al.*, 2006; Serino *et al.*, 2008; De Coster *et al.*, 2009) e partículas residuais do material enxertado podem ser encontradas envoltas em tecido conjuntivo ou tecido ósseo no interior dos alvéolos até 6-9 meses após a sua inserção. (Becker *et al.*, 1994; Becker *et al.*, 1996; Nevins *et al.*, 2006)

Esta interferência é relacionada com processo de reabsorção destes materiais enxertados nos sítios dos implantes, o qual envolve uma resposta de células gigantes a um corpo estranho com a ativação em um estágio posterior de um processo osteoclástico. (Serino *et al.*, 2008)

Apesar do material substituto ósseo utilizado ser relevante, outros aspetos como a morfologia do alvéolo, a altura óssea interproximal e a presença e espessura das paredes corticais vestibular e lingual influenciam as alterações dimensionais no osso após a extração dentária e a previsibilidade de procedimentos de regeneração óssea guiada. Se bem que os alvéolos pós-extração que possuem paredes ósseas intactas sejam capazes de alcançar a regeneração óssea por si mesmos. (Lekovic *et al.*, 1997; Aimetti *et al.*, 2009) o osso não regenera a um nível coronal em relação ao nível horizontal da crista óssea dos

dentes vizinhos, isto é, um preenchimento de 100% do alvéolo nunca ocorre. (Schropp *et al.*, 2003)

Não há nenhuma evidência de que o uso de um substituto de osso é melhor do que o outro, embora existam indicações claras de que os melhores resultados são obtidos quando a cicatrização ocorre com a abertura do alvéolo selado, quer por uma aba, uma membrana ou um enxerto de tecido mole. (Sanz e Vignoletti, 2015)

Da mesma forma, não há nenhuma evidência sobre a relação custo-eficácia, preferências do paciente ou mudanças na qualidade de vida seguindo terapias de preservação alveolar. Uma das principais deficiências destas intervenções é entender se uma diferença de perda óssea de 2-3 mm pode ter um impacto significativo sobre as taxas de sobrevivência e sucesso a longo prazo dos futuros implantes suportados por restaurações dentárias. (Sanz e Vignoletti, 2015)

d. Terapias combinadas

O efeito de terapias regenerativas combinadas com a colocação de implante imediato foi avaliado num estudo clínico multicêntrico. (De Angelis *et al.*, 2011) Neste estudo, os doentes receberam uma membrana reabsorvível isoladamente ou em conjunto com um substituto ósseo, e foram seguidos até 1 ano após a colocação do implante. Os autores relataram um resultado mais favorável quando se utiliza uma membrana em conjunto com o substituto ósseo.

Apesar de uma elevada taxa de sobrevivência de implantes imediatos ter sido relatada na literatura, os resultados a longo prazo com base na saúde e estética peri-implantar ainda não estão disponíveis. Com base nas evidências disponíveis, os fatores de risco importantes para os resultados estéticos imprevisíveis são a espessura do osso por vestibular, biótipo gengival e posicionamento vestibulo-lingual do implante. Embora muitos autores defendam o uso de técnicas de aumento ósseo horizontais em conjunto com a colocação de implante imediato, a evidência ainda não é clara. (Discepoli *et al.*, 2015)

A colocação de implante imediato em alvéolos frescos pode comprometer a remodelação óssea vertical do alvéolo. Além disso, uma tendência para uma maior reabsorção horizontal vestibular foi observada no espeto mais coronal da crista óssea vestibular. (Discepoli *et al.*, 2015)

Uma revisão sistemática avaliou as alterações dimensionais nos tecidos duros e moles após implantes imediatos e relatou que 20% dos pacientes sofria de resultados estéticos insatisfatórios devido à recessão dos tecidos moles bucais. Uma intervenção proposta para contrariar estas alterações, é a utilização de substitutos ósseos, em conjunto com a colocação de implante imediato. (Sanz e Vignoletti, 2015)

Os resultados de um estudo clínico mostraram que a utilização de osso mineral bovino desproteinado sozinho ou em combinação com uma membrana de colagénio reabsorvível reduzia a reabsorção horizontal da placa óssea bucal em 25% quando comparada com os controlos não enxertados. (Sanz e Vignoletti, 2015)

A eficácia desta intervenção foi avaliada numa recente revisão sistemática relatando que a colocação de um substituto de osso (DBBM) para preencher o espaço entre as paredes do alvéolo e a superfície do implante, quando utilizado por si só ou em combinação com uma membrana de colagénio ou um enxerto de tecido conjuntivo, resultou numa mucosa peri-implantar mais estável e os resultados estéticos melhorados. (Sanz e Vignoletti, 2015)

Apesar destes resultados, os dados de dois estudos radiográficos relataram espessura óssea diminuída e aumento da recessão da mucosa mesmo quando defeitos peri-implante foram enxertados com DBBM, o que indica que a tábua de osso cortical facial continua a reabsorver mesmo na presença do substituto ósseo, embora o uso deste xenotransplante de baixa reabsorção possa ser justificado para melhorar os resultados estéticos. (Sanz e Vignoletti, 2015)

Em procedimentos de aumento de osso da crista alveolar residual, a estratégia de tratamento pode incluir a colocação de um implante e o procedimento de aumento ósseo durante a mesma intervenção cirúrgica (procedimento em uma etapa) ou o atraso da

colocação do implante até que um volume ósseo suficiente tenha sido aumentado (procedimento faseado). (Sanz e Vignoletti, 2015)

O procedimento de uma etapa é indicado nos defeitos de classe 1 (deficiência óssea predominantemente horizontal) quando existe osso vertical suficiente para colocar um implante com estabilidade primária adequada e procedimento de regeneração óssea destina-se ao aumento do osso lateral. Nos defeitos de classe 2 e 3, dependendo da quantidade de aumento vertical necessário, o procedimento faseado geralmente é indicado. (Sanz e Vignoletti, 2015)

Os implantes colocados num sítio onde o osso foi regenerado são previsíveis e bem-sucedidos, e as suas taxas de sucesso são comparáveis às taxas de sucesso de implantes colocados em osso nativo. (Jovanovic *et al.*, 2003; Nevins *et al.*, 2006; De Coster *et al.*, 2009)

A colocação de implante em sítios pós-extração geralmente pode ser controlada com procedimentos de enxerto ósseo com boa previsibilidade, desde que pelo menos duas paredes ósseas intactas remanesçam. Entretanto, à medida que o tempo da extração até a colocação do implante aumenta, a reabsorção progressiva do rebordo pode resultar numa perda de volume ósseo a um nível que o aumento ósseo simultâneo torna-se menos previsível. (Zitzman *et al.*, 1999)

e. Fatores de crescimento / Células

A adoção de produtos ou compostos biológicos baseia-se na sua capacidade para induzir ou acelerar o processo de formação da matriz óssea e a diferenciação celular. (Bosshardt, 2008) Estes produtos promovem o processo de cicatrização, mas não têm propriedades mecânicas para ajudar a disposição espacial e estabilização do coágulo de sangue, ao contrário das técnicas de preservação do rebordo alveolar anteriormente descritas.

Alguns destes, por conseguinte, são carregados em suportes sólidos, bioreabsorvíveis para adicionar algumas propriedades mecânicas. (Trombelli e Farina, 2008) Atualmente, preparações à base de fatores de crescimento ou amelogeninas estão disponíveis para utilização na regeneração periodontal.

Evidência pré-clínica significativa suporta o efeito positivo de ambos sobre a cicatrização de feridas e regeneração periodontal. (Bosshardt, 2008)

As proteínas morfogenéticas ósseas (BMPs) são polipéptidos multifuncionais que pertencem à superfamília de proteínas TGF- β – fator de crescimento transformante β . (Wozney *et al.*, 1988)

O genoma humano codifica, pelo menos, 20 BMPs. (Reddi, 1998) As BMPs ligam-se a recetores do tipo I e II, que funcionam como cinases de serina-treonina. O recetor tipo I de proteína cinase fosforila substratos de sinalização intracelulares chamados Smads. (Urist, 1965)

Os Smads entram no núcleo e iniciam a produção de outras proteínas de matriz óssea, levando a morfogénese óssea. A característica mais notável das BMPs é a sua capacidade de induzir a formação óssea ectópica. (Urist, 1965)

BMPs não são apenas potentes reguladores da formação de osso e cartilagem durante o desenvolvimento embrionário e regeneração pós-natal, mas também participam no desenvolvimento e reparação de outros órgãos tais como o cérebro, rim, e os nervos. (Reddi, 2001)

Estudos têm demonstrado a expressão de BMPs durante o desenvolvimento dentário e reparação periodontal, incluindo osso alveolar. (Aberg *et al.*, 1997) As investigações em modelos animais demonstraram o potencial de reparação de defeitos ósseos alveolares utilizando rhBMP-12, (Wikesjo *et al.*, 2004) ou rhBMP-2. (Wikesjo *et al.*, 2003)

Num ensaio clínico, rhBMP-2 emitido por uma esponja de colagénio bioreabsorvível revelou a formação significativa de osso num modelo de defeito da parede bucal humana após a extração dentária, quando em comparação com a esponja de colagénio isoladamente. (Fiorellini *et al.*, 2005)

Além disso, BMP-7, também conhecida como proteína-1 osteogénica, estimula a regeneração óssea em torno dos dentes e implantes dentários endósseos, e em procedimentos de aumento do seio maxilar. (Van den Bergh *et al.*, 2000)

Como é sabido, a célula é fundamental para o crescimento e diferenciação de novos tecidos. Na medicina regenerativa à base de células, as células são colocadas num local de defeito com o objetivo de melhorar o processo de regeneração. (Mao *et al.*, 2006)

Os objetivos desta abordagem são acelerar a regeneração do rebordo edêntulo através de dois mecanismos principais: (Mao *et al.*, 2006)

- i. Uso de células como veículos para emitir sinais de crescimento ou celulares;
- ii. O fornecimento de células que são capazes de se diferenciar em vários tipos de células para promover a regeneração.

A utilização das células como veículos para emitir os fatores de crescimento pode estimular um processo de regeneração endógeno. (Discher *et al.* 2009)

Esta estratégia tem sido intensamente investigada na regeneração dos tecidos periodontais, tanto moles como duros. A investigação sobre células estaminais aumentou nos últimos anos e os efeitos dessas células na cura e o seu potencial regenerativo têm sido extensamente estudados. (Discher *et al.*, 2009)

As células estaminais mesenquimais são auto-renováveis e podem diferenciar-se numa variedade de tipos de células que formam tecidos mesenquimais e conjuntivos. (Mao *et al.*, 2006)

As células estaminais da medula óssea são as células estaminais mesenquimais mais amplamente investigadas por serem facilmente acessíveis. Estas células foram inicialmente isoladas e descritas com mais de 50 anos, com base na sua capacidade em aderir a substratos de plástico de placas de cultura celular. (Becker *et al.*, 1963)

Desde então, este protocolo simples tem sido amplamente utilizado para isolar as células mesenquimais estaminais a partir de vários tecidos, tais como tecido adiposo, músculo, fígado, pâncreas, e da cartilagem. (Ward *et al.*, 2010)

As células estaminais mesenquimais têm um grande potencial na medicina regenerativa, devido à sua multidocência e capacidade de formar uma variedade de tecidos. No que diz respeito à engenharia de tecidos periodontais, ambas as células-tronco extra-orais e intra-orais podem ser colhidas e, em seguida, submetidas a técnicas de enriquecimento e expansão. Dentro deste contexto, várias fontes de células estaminais foram avaliadas para o tratamento e a regeneração do rebordo edêntulo. (Huang *et al.*, 2009)

Existe um forte potencial para a utilização de fontes extra-orais de células estaminais mesenquimais para o transplante para o complexo oral e craniofacial. (Ward *et al.*, 2010)

As células estaminais da medula óssea também foram exibidas para promover a cicatrização óssea e osteointegração do implante dentário. (Bueno e Glowacki, 2009) Numa série de estudos, Yamada *et al.* (2004) utilizaram uma combinação de plasma rico em plaquetas como uma estrutura física autóloga expandido com células estaminais da medula óssea expandidas *in vitro* para aumento da osteogénese na cirurgia de implante dentário.

Este tratamento de osso autógeno injetável resultou em níveis mais elevados de osso marginal, melhor contacto osso-implante e aumento da densidade óssea em comparação aos grupos de controlo. Recentemente, células colhidas da medula óssea foram levadas por caminhos de células tronco auto regeneradoras mesenquimais através de um processo de perfusão passe único para promover a regeneração óssea em procedimentos de extração dentária e levantamento de seios maxilares. (Kaigler *et al.*, 2010)

Assim, como o ligamento periodontal é essencial para a osteogénese e cementogénese durante o desenvolvimento e remodelação, as células derivadas a partir deste tecido são necessárias para a resposta de cicatrização adequada das feridas. O transplante de células do ligamento periodontal tem mostrado um potencial para regenerar o osso alveolar *in vivo*. (Nakahara *et al.*, 2004)

Em geral, a maioria dos estudos mostrou resultados semelhantes quando a terapia celular foi comparada com uma técnica de enxerto convencional. (Sanz e Vignoletti, 2015)

Atualmente, a pesquisa na área de enxertos ósseos é dirigida a superar as limitações técnicas e biológicas que continuam a desafiar a implantologia. A utilização de novos biomateriais de suporte para desenvolvimento e regeneração, moléculas bioativas, e técnicas cirúrgicas avançadas oferecem um potencial no aumento de volume ósseo e previsibilidade no tratamento de defeitos ósseos desafiantes. Somente através de mais investigação e desenvolvimento na área de fabrico de estruturas de suporte ao desenvolvimento celular, junto com a terapia baseada em células e genes, pode a engenharia de tecidos continuar a avançar. (Hector *et al.*, 2015)

Uma revisão sistemática comparou os resultados das terapias de preservação alveolar com a cicatrização espontânea do alvéolo pós-extração. (Vignoletti *et al.*, 2012) A maior redução vertical óssea e horizontal nos grupos de controlo em comparação com os grupos de teste tratados com terapias de preservação alveolar foi demonstrada: diferença de média ponderada entre os grupos teste e controle foram 1,47 mm e 1,84 mm, respetivamente. Além disso, numa tentativa de avaliar o efeito dos diferentes fatores que podem influenciar este resultado, foi realizada uma análise de fatores e criaram-se subgrupos.

Os fatores potenciais incluídos foram a localização na arcada, a integridade ou ausência das paredes ósseas do alvéolo, ausência ou presença de dentes adjacentes, o protocolo cirúrgico, cirurgia com ou sem retalho, cicatrização por primeira ou segunda intenção, e o biomaterial utilizado, com ou sem membrana e o tipo de material do enxerto. (Vignoletti *et al.*, 2012)

Os resultados da análise dos subgrupos foram:

- i. O uso de membranas obteve melhores resultados do que o uso de enxertos isolados em termos de alterações ósseas horizontais.
- ii. Nos casos de cicatrização primária, verificou-se uma ligeira tendência para uma menor perda óssea horizontal.

Em cirurgias com retalhos verificou-se uma menor perda de osso horizontal comparada a cirurgias sem retalhos. (Vignoletti *et al.*, 2012)

7. Implantes

A reabsorção óssea alveolar após extração é um processo que ocorre de maneira irreversível nas direções vertical e horizontal. A atrofia do osso alveolar edêntulo é um desafio para a reabilitação oral em terapias em que se pretende repor uma peça dentária, como é o caso da reabilitação com o uso de implantes. (Avila-Ortiz *et al.*, 2014)

Na Conferência do “Internacional Team for Implantology” de 2004, foram definidos três protocolos básicos para a colocação do implante, de acordo com o tempo entre a extração do dente e a colocação do implante. (Hämmerle *et al.*, 2004)

Assim, no protocolo tipo-1 (colocação de implante imediato), os implantes são colocados no alvéolo logo após a extração dentária com o objetivo de envolver as restantes paredes alveolares com o implante. (Vignoletti e Sanz, 2014)

No protocolo tipo-2 (colocação precoce do implante), os implantes são colocados 4-8 semanas após a extração dentária, com o objetivo de garantir a ausência de patologia aquando da colocação do implante e, ao mesmo tempo, para otimizar a disponibilidade de tecidos moles para a cicatrização primária e o provável aumento ósseo lateral. (Vignoletti e Sanz, 2014) Tem também o objetivo de melhorar a disponibilidade de osso do rebordo das arcadas para a colocação do implante, porque dentro deste curto intervalo desde a extração dentária, parte das paredes ósseas alveolares será preservada.

No protocolo tipo-3 (colocação tardia do implante), os implantes são colocados uma vez que todas as alterações dimensionais do rebordo alveolar tenham ocorrido, por volta das 12-16 semanas. (Vignoletti e Sanz, 2014)

A colocação de implantes imediatos após a extração dentária (protocolo tipo-1) tornou-se um protocolo cirúrgico comum na prática clínica. Este conceito terapêutico foi

introduzido em 1976 como alternativo ao protocolo de colocação tardia do implante proposto por Branemark. Os proponentes deste conceito terapêutico alegaram uma exposição reduzida dos pacientes à cirurgia, limitando a reabsorção óssea fisiológica e, portanto, melhorando os resultados estéticos. (Vignoletti e Sanz, 2014)

A maior parte dos estudos que têm sido publicados nos últimos 5 anos concorda que a taxa de sobrevivência do implante, o grau de osteointegração e a manutenção dos níveis ósseos interproximais não são afetados negativamente pelo protocolo de colocação imediata de implante. Contudo, dados sobre a quantidade e relevância das alterações ósseas de reabsorção do osso bucal são controversos em ambos os estudos experimentais e clínicos. (Vignoletti e Sanz, 2014)

Existe pouca evidência na literatura comparando a cicatrização do alvéolo com ou sem a colocação de implante. Um estudo relatou que a quantidade de redução da altura óssea vestibular após 3 meses de cicatrização foi cerca de 2.2mm, sendo semelhantes nos sítios do implante e nos sítios edêntulos no maxilar contralateral. (Vignoletti e Sanz, 2014)

Mais recentemente, outro estudo comparou as alterações dimensionais do rebordo alveolar que ocorrem 6 semanas após a colocação do implante imediato ou após a cicatrização espontânea. Observou-se uma reabsorção óssea marcada em ambos os sítios. No entanto, esta alteração dimensional foi consistentemente mais marcada nos locais do implante. Estes estudos experimentais demonstraram claramente que a colocação de implantes imediatos não consegue evitar as alterações da reabsorção da crista após a extração dentária. (Vignoletti e Sanz, 2014)

A descoberta de que nos sítios com implante imediato ocorre duas a três vezes mais reabsorção do que nos locais adjacentes deixados cicatrizar espontaneamente sugere que a colocação de um implante imediato no alvéolo pode pôr em causa a sua cicatrização espontânea, promovendo o processo de remodelação óssea, pelo menos durante as primeiras fases de cicatrização. (Vignoletti e Sanz, 2014)

O impacto da colocação de implantes imediatos sobre o osso bucal produziu resultados heterogêneos, variando de reabsorção óssea vestibular média de 3.14-0.0mm. As razões para esta heterogeneidade são muito diversas: protocolos cirúrgicos muito diferentes,

falta de padronização nos modelos pré-clínicos, uso de diferentes sistemas de implante e, provavelmente, a variabilidade inerente no processo de cicatrização biológica do alvéolo. (Vignoletti e Sanz, 2014)

No entanto, a evidência destas experiências em animais realçou fatores importantes, tais como a diminuição do espaço entre a superfície do implante e a parede interna do alvéolo, a posição do implante, e a espessura do osso bucal, os quais podem desempenhar um papel significativo na ocorrência destas alterações dimensionais. (Vignoletti e Sanz, 2014)

Porém, não é claro se é a espessura da parede óssea ou o espaço entre a superfície do implante e a parede óssea que é mais relevante para a reabsorção da crista vestibular. A falta de reabsorção óssea observada no aspeto lingual do alvéolo e a maior fração de lâmina dura que ocupa ao osso vestibular da parede do alvéolo, em comparação com o lado lingual que sugere que a espessura da cortical residual após a extração desempenha um papel importante neste respeito. (Vignoletti e Sanz, 2014)

Embora a espessura de osso adequada por vestibular varie dependendo das configurações macroscópicas e microscópicas do implante bem como da indicação clínica, concorda-se geralmente que são necessários no mínimo 2 mm de osso no lado vestibular do implante para conseguir a estabilidade dos tecidos moles peri-implantares a longo prazo e resultados estéticos adequados. (Spray *et al.*, 2000)

A influência a longo prazo da espessura do osso foi avaliada pela ocorrência de complicações biológicas, uma vez que se espera que as superfícies expostas do implante ao ambiente oral podem representar um risco maior de acumulação de biofilme da placa bacteriana e, conseqüentemente, de desenvolver a inflamação da mucosa. Schwarz *et al.* (2012) avaliaram a influência de defeitos de deiscência de osso marginal após regeneração óssea guiada sobre a estabilidade a longo prazo da saúde peri-implantar e relatou que os implantes que apresentam valores de altura defeito residual > 1 mm estavam em maior riscos de apresentar perda de inserção clínica da mucosa, recessão marginal e profundidade de sondagem aumentada nos 4 anos após o tratamento. (Sanz e Vignoletti, 2015; Araújo e Lindhe, 2015)

A possível influência da superfície do implante foi estudada por Vignoletti *et al.*, (2014) quando se compara a cicatrização inicial de dois implantes com microtopografia de superfície diferente após a colocação de implante imediato no alvéolo. Os implantes do grupo teste tiveram a sua superfície modificada consistindo numa deposição cristalina discreta de nanopartículas de fosfato de cálcio. Enquanto os implantes do grupo controlo tinham um padrão de duplo ataque ácido da superfície. A avaliação das alterações dimensionais da crista não revelou diferenças significativas entre o grupo teste e controlo. (Vignoletti e Sanz, 2014)

A possível influência da macroscopia do implante foi, também, investigada noutra grupo experimental, comparando a cicatrização 6 semanas após a colocação de implante imediato, de 4 sistemas de implante diferentes com base no seu aspeto macroscópico. Concluiu-se que diferentes macroscopias e geometrias não afetam o processo de remodelação óssea após a extração dentária. (Vignoletti e Sanz, 2014)

Caneva *et al.* (2010) investigaram, histologicamente, a influência da posição do implante nos alvéolos de cães labradores após 4 semanas de cicatrização. Nos locais de controlo, implantes cilíndricos com 3.3mm de diâmetro foram posicionados no centro do alvéolo, ao passo que nos locais de teste os implantes foram posicionados 0.8mm mais profundos e mais para lingual.

Os resultados mostraram que a reabsorção da crista vestibular foi menos pronunciada nos locais de teste, embora não fosse estatisticamente significativa. Além disso, um estudo experimental semelhante a partir do mesmo grupo avaliou-se a influência do diâmetro do implante, concluindo que os implantes de diâmetros mais amplos não conseguiram prevenir as alterações derivadas da reabsorção óssea; de facto, eles contribuíram para uma reabsorção óssea alveolar mais pronunciada. (Vignoletti e Sanz, 2014)

Quando se utiliza o protocolo de colocação imediata de implantes, o posicionamento do implante e a utilização de implantes que sejam muito congruentes com a anatomia alveolar (implantes cónicos), devem ser evitados. (Vignoletti e Sanz, 2014)

A colocação do implante deve ser guiada pela posição protética ideal bem como pela garantia de estabilidade primária na porção apical do alvéolo e a criação de um espaço

adequado (>2mm) entre a superfície do implante e o interior da tábua óssea vestibular na porção coronal, de modo a permitir uma cicatrização óssea adequada. (Vignoletti e Sanz, 2014)

Numa dimensão vertical, é importante que a posição final do aro do implante seja colocada a pelo menos 1mm para apical do rebordo vestibular, a fim de compensar a reabsorção óssea vertical esperada. (Vignoletti e Sanz, 2014)

A possível influência tanto da largura do alvéolo e da espessura da tábua óssea vestibular tem sido investigada por Araújo *et al.* (2005) no cão labrador. Os autores observaram uma diminuição da altura óssea menor ao colocar implantes de 4.1mm de diâmetro nos alvéolos de molares em comparação com a colocação dos mesmos implantes nos alvéolos de pré-molares. Concluíram que quanto maior a distância entre a superfície do implante e a parede óssea interna, menores as alterações de reabsorção. (Vignoletti e Sanz, 2014)

A integridade das paredes ósseas alveolares vai largamente depender da razão da extração dentária e da patologia subjacente, bem como do possível trauma cirúrgico. Esses fatores foram discutidos numa revisão sobre a frequência de recessão avançada em doentes tratados com implantes unitários imediatos. (Vignoletti e Sanz, 2014)

Os autores concluíram que o risco menor (<10%) para recessão gengival foi encontrado em pacientes com uma parede óssea vestibular intacta e biótipo gengival grosso. (Vignoletti e Sanz, 2014)

Tal como para qualquer outro protocolo cirúrgico de colocação de implante, o paciente deve estar livre de infeções e todas as condições orais prévias devem ser tratadas antes da cirurgia de colocação do implante Pjetursson e Lang (2015).

Os pacientes devem ter uma boa higiene oral e devem ser aconselhados a deixar de fumar. Nos doentes com patologia sistémica que influencia o processo de cicatrização das feridas após a cirurgia de implante, tais como diabetes, o seu estado sistémico deve ser controlado antes da colocação do implante. (Vignoletti e Sanz, 2014)

III. Conclusão

Devido ao aumento das demandas estéticas e da introdução de novos materiais na medicina dentária, a reabilitação oral com implantes passou a ter grande importância. Para realizar a reabilitação oral com implantes, é necessário ter uma quantidade de osso na arcada edêntula suficiente. O osso, após a extração dentária, tem tendência fisiológica para se reabsorver, o que não é pretendido neste tipo de tratamento. Assim, com as técnicas de preservação do osso do rebordo alveolar, é possível diminuir esta reabsorção.

A preservação do osso do rebordo alveolar começa desde a extração dentária. A técnica realizada tem importância na destruição, ou não, da frágil crista óssea da arcada. Para uma menor perda de osso no rebordo alveolar, deve-se realizar uma técnica o mais atraumática possível para o osso remanescente.

O uso de membranas com reforço de titânio tem a finalidade de manter o espaço do alvéolo bem definido, mas este requer posteriormente outra intervenção para remover o material não reabsorvível, o que se torna numa desvantagem este tipo de membranas.

Por outro lado, o uso de enxertos ósseos é um método bastante usado que proporciona a formação de coágulo e cicatrização nos interstícios das partículas de osso particulado, servindo isto como estrutura para a formação do coágulo, na qual posteriormente se forma osso.

A colocação imediata do implante, ou seja no próprio ato cirúrgico da extração dentária, é usada de modo a que o paciente não seja submetido a mais um ato cirúrgico. Segundo alguns autores, a colocação de implante imediato faz com que a reabsorção óssea não seja tão acentuada, e ainda bons resultados na manutenção dos contornos dos tecidos moles. Com isto, o implante tem que ser colocado na posição ideal, afastando-se ligeiramente da cortical vestibular, que já foi confirmado que sofre maior reabsorção do que a cortical por lingual. Esta técnica tem a vantagem de que o novo osso formado através do coágulo sanguíneo da extração irá osteointegrar com o implante colocado no alvéolo na mesma intervenção cirúrgica que a extração dentária.

Novas técnicas com o uso de células e fatores de crescimento têm vindo a ser investigadas, com a finalidade de acelerar a cicatrização do alvéolo e aumentar o potencial regenerativo do tecido.

Em suma, a revisão bibliográfica mostrou que a preservação do rebordo alveolar, apesar das diferentes técnicas, materiais e metodologias analisadas, limita, porém não evita completamente a reabsorção do rebordo alveolar após a extração dentária. Mostrou, também, que tanto um substituto ósseo sintético ou um xenoenxerto bovino, ambos em combinação com uma barreira de colagénio, preservaram igualmente os níveis ósseos radiográficos até 8 meses após o enxerto dos alvéolos. Além disso, não foram encontradas evidências claras para afirmar a superioridade de um material ou método sobre outro.

Outros fatores cirúrgicos, tais como o uso de técnicas sem elevação de retalho, reabilitações com implantes imediatos, a colocação de enxertos de tecidos moles ainda são controversos. (Vignoletti e Sanz, 2014)

Um diagnóstico cuidadoso do rebordo alveolar residual é fundamental na seleção da estratégia de regeneração apropriada, embora qualquer terapia de reposição do osso deva ser baseada num conjunto de princípios biológicos fundamentais de cicatrização de feridas, incluindo: a promoção da cicatrização por primeira intenção, o reforço da migração e diferenciação celular e a proteção da estabilidade e integridade inicial. (Sanz e Vignoletti, 2015)

IV. Referências Bibliográficas

- Aberg, T., Wozney, J. e Thesleff, I. (1997). Expression patterns of bone morphogenetic proteins (BMPs) in the developing mouse tooth suggest roles in morphogenesis and cell differentiation. *Developmental Dynamics*, 210, pp.383–396.
- Aimetti, M., *et al.* (2009). Clinical and histologic healing of human extraction sockets filled with calcium sulfate. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*, 24(5), pp.902-909,
- Amler, M. H., Johnson, P. L. e Salman, I. (1960). Histological and histochemical investigation of human alveolar socket healing in undisturbed extraction wounds. *Journal of the American Dental Association*, 61, pp.32–44.
- Amler, M.H. (1969). The time sequence of tissue regeneration in human extraction wounds. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 27, pp.309–318.
- Araújo M.G. e Lindhe J. (2009). Ridge alterations following tooth extraction with and without flap elevation: an experimental study in the dog. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 20, pp.545–549.
- Araújo, M. e Lindhe J. (2015). The Edentulous Ridge. *In: Lindhe, J., Lang, N.P. e Karring, T. Clinical Periodontology and Implant Dentistry*. 5ª edição. Oxford, John Wiley e Sons, Ltd, pp. 65-80.
- Araújo, M.G. e Lindhe, J. (2005). Dimensional ridge alterations following tooth extraction. An experimental study in the dog. *Journal of Clinical Periodontology*, 32(2), pp.212-218.
- Araújo, M.G. e Lindhe, J. (2009). Ridge preservation with the use of Bio-Oss collagen: A 6-month study in the dog. *Clinical Oral Implants Research*, 20, pp.433–440.

Araújo, M.G. e Lindhe, J. (2011). Socket grafting with the use of autologous bone: An experimental study in the dog. *Clinical Oral Implants Research*, 22, pp.9–13.

Araújo, M.G., *et al.* (2005). Ridge alterations following implant placement in fresh extraction sockets. An experimental study in the dog. *Journal of Clinical Periodontology*, 32(6), pp.645-652.

Araújo, M.G., *et al.* (2015). Alveolar socket healing: What can we learn? *Periodontology 2000*, 68(1), pp.122–134.

Araújo, M.G., Liljenberg, B. e Lindhe, J. (2010). Beta-Tricalcium phosphate in the early phase of socket healing: an experimental study in the dog. *Clinical Oral Implants Research*, 21, pp.445–454.

Araújo, M.G., Wennström, J.L. e Lindhe, J. (2006). Modeling of the buccal and lingual bone walls of fresh extraction sites following implant installation. *Clinical Oral Implants Research*, 17(6), pp.606-614.

Atwood, D.A. (1962). Some clinical factors related to the rate of resorption of residual ridges. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 12, p.441-450.

Avila-Ortiz, G., *et al.* (2014). Effect of Alveolar Ridge Preservation after Tooth Extraction: A Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of Dental Research*, 93(10), pp.950–958.

Baldini, N., De Sanctis, M. e Ferrari, M. (2011). Deproteinized bovine bone in periodontal and implant surgery. *Dental Materials*, 27, pp.61–70.

Becker W., *et al.* (1990). Bone formation at dehiscenced dental implant sites treated with implant augmentation material: a pilot study in dogs. *Journal of Periodontics and Restorative Dentistry*, 10(2), pp.92–101.

Becker, A.J., McCulloch, E.A. e Till, J.E. (1963). Cytological demonstration of the clonal nature of spleen colonies derived from transplanted mouse marrow cells. *Nature*, 197, pp.452–454.

Becker, W., Becker, B.E., Caffese, R. (1994). A comparison of demineralized freeze-dried bone and autologous bone to induce bone grafts and allografts. *Journal of Periodontology*, 65(12), pp.1128-1133.

Becker, W., *et al.* (1996). Clinical and histologic observations of sites implanted with intraoral autologous bone grafts and allografts. 15 human case reports. *Journal of Periodontology*, 67(10), pp.1025-1033.

Bosshardt, D.D. (2008). Biological mediators and periodontal regeneration: a review of enamel matrix proteins at the cellular and molecular levels. *Journal of Clinical Periodontology*, 35(8), pp.87–105.

Botticelli, D., Berglundh, T., Lindhe, J. (2004). Hard tissue alterations following immediate implant placement in extraction sites. *Journal of Clinical Periodontology*, 31(10), pp.820-828.

Bueno, E.M. e Glowacki, J. (2009). Cell-free and cell-based approaches for bone regeneration. *Nature Reviews Rheumatology*, 5, pp.685–697.

Camargo, P.M., *et al.* (2000) Influence of bioactive glass on changes in alveolar process dimensions after exodontia. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 90(5), pp.581-586.

Caneva M., *et al.* (2010). Flap vs. “flapless” surgical approach at immediate implants: a histomorphometric study in dogs. *Clinical Oral Implants Research*, 21(12), pp. 1314-1319.

Caneva, M., *et al.* (2010). Influence of implant positioning in extraction sockets on osseointegration: histomorphometric analyses in dogs. *Clinical Oral Implants Research*, 21, pp.43–49.

Cortellini P. e Tonetti M. S. (2015). Regenerative Periodontal Therapy In: Lindhe, J., Lang, N.P. e Karring, T. *Clinical Periodontology and Implant Dentistry*. 5ª edição. Oxford, John Wiley e Sons, Ltd, pp. 937-947.

Dahlin C., *et al.* (1989). Generation of new bone around titanium implants using a membrane technique: an experimental study in rabbits. *Journal of Oral and Maxillofacial Implants*, 4(1), pp.19–25.

De Angelis, N., *et al.* (2011). Guided bone regeneration with and without a bone substitute at single post-extractive implants: 1-year post-loading results from a pragmatic multicentre randomised controlled trial. *European Journal of Oral Implantology*, 4, pp.313–325.

De Coster, P., Browaeys, H. e De Bruyn, H. (2011). Healing of Extraction Sockets Filled with BoneCeramic(R) Prior to Implant Placement: Preliminary Histological Findings. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 13, pp.34-45.

Discepoli, N. *et al.* (2015). Fresh extraction socket: Spontaneous healing vs. immediate implant placement. *Clinical Oral Implants Research*, 26(11), pp.1250–1255.

Discher, D.E., Mooney, D.J. e Zandstra, P.W. (2009). Growth factors, matrices, and forces combine and control stem cells. *Science*, 324, pp.1673–1677.

Fiorellini, J.P., *et al.* (2005). Randomized study evaluating recombinant human bone morphogenetic protein-2 for extraction socket augmentation. *Journal of Periodontology*, 76, pp.605–613.

Hammerle, C.H., Chen, S.T. e Wilson, T.G., Jr. (2004) Consensus statements and recommended clinical procedures regarding the placement of implants in extraction sockets. *The International Journal of Oral e Maxillofacial Implants*, 19, pp. 26–28.

Hector F. R., *et al.* (2015). Ridge Augmentation Procedures In: Lindhe, J., Lang, N.P. e Karring, T. *Clinical Periodontology and Implant Dentistry*. 5ª edição. Oxford, John Wiley e Sons, Ltd, pp. 1091-1106.

Huang, G.T., Gronthos, S. e Shi, S. (2009). Mesenchymal stem cells derived from dental tissues vs. those from other sources: Their biology and role in regenerative medicine. *Journal of Dental Research*, 88, pp.792–806.

Iasella, J.M., *et al.* (2003). Ridge preservation with freeze-dried bone allograft and a collagen membrane compared to extraction alone for implant site development: a clinical and histologic study in humans. *Journal of Periodontology*, 74(7), pp.990-999.

Januário, A.L., *et al.* (2011). Dimension of the facial bone wall in the anterior maxilla: a cone-beam computed tomography study. *Clinical Oral Implants Research*, 22, pp.1168–1171.

Jovanovic, S.A., *et al.* (1995). Supracrestal bone formation around dental implants: An experimental dog study. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*, 10, pp.23–31.

Jovanovic, S.A., *et al.* (2003). Long-term functional of dental implants in rhBMP-2 induced bone. A histological study in the canine ridge augmentation model. *Clinical Oral Implants Research*, 14(6), pp.793-803.

Kaigler, D., *et al.* (2010). Angiogenic and osteogenic potential of bone repair cells for craniofacial regeneration. *Tissue Engineering Part A*, 16, pp.2809–2820.

Kenney, E.B., Dimitrijevic, B. e Nedic, M. (1998). Preservation of alveolar bone in extraction sockets using bioabsorbable membranes. *Journal of Periodontology*, 69(9), pp.1044-1049.

Lekovic, V., *et al.* (1997) A bone regenerative approach to alveolar ridge maintenance following tooth extraction. Report of 10 cases. *Journal of Periodontology*, 68(6), pp.563-57.

Lekovic, V., *et al.* (1998). Preservation of alveolar bone in extraction sockets using bioabsorbable membranes. *Journal of Periodontology*, 69(9), pp.1044-1049.

Lin, Z., *et al.* (2011). Gene expression dynamics during bone healing and osseointegration. *Journal of Periodontology*, 82, pp.1007–1017.

Lindhe L., Karring, T., and Araújo M. (2015). Anatomy of Periodontal Tissues In: *Clinical Periodontology and Implant Dentistry*. 5ª edição. Oxford ,John Wiley e Sons, Ltd, pp.50-58.

Lindhe, J. e Araújo, M.G. (2015). The alveolar process following single- tooth extraction : a study of maxillary incisor and premolar sites in man. *Clinical Oral Implants Research*, 00, pp.1–6.

Lindhe, J. *et al.* (2014). Ridge preservation with the use of deproteinized bovine bone mineral. *Clinical Oral Implants Research*, 25(7), pp.786–790.

Mao, J.J., *et al.* (2006). Craniofacial tissue engineering by stem cells. *Journal of Dental Research*, 85, pp.966–979.

Melcher AH. (1976). On the repair potential of periodontal tissues. *Journal of Periodontology*, 47(5), pp.25–60.

Nakahara, T., *et al.* (2004). *In situ* tissue engineering of periodontal tissues by seeding with periodontal ligament-derived cells. *Tissue Engineering*, 10, pp.537–544.

Nevins, M., *et al.* (2006). A study of the fate of the buccal wall of extraction sockets of teeth with prominent roots. *Int J Periodontics Restorative Dent*, 26(1), pp.19-29.

Nowzari, H., *et al.* (2012). Cone beam computed tomographic measurement of maxillary central incisors to determine prevalence of facial alveolar bone width ≥ 2 mm. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 14, pp.595–602.

Oh, T.J., *et al.* (2003). Comparative analysis of collagen membranes for the treatment of implant dehiscence defects. *Clinical Oral Implants Research*, 14, pp.80–90.

Pietrokovski, J. e Massler, M. (1967). Alveolar ridge resorption following tooth extraction. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 17, pp.21–27

Pietrokovski, J. e Massler, M. (1967). Alveolar ridge resorption following tooth extraction. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 17, pp.21–27.

Pietrokovski, J., *et al.* (2007). Morphologic characteristics of bone edentulous jaws. *Journal of Prosthodontics*, 16, pp.141–147

Pjetursson, B. E. e Lang, N. P. (2015). Elevation of the Maxillary Sinus Floor In: Lindhe, J., Lang, N.P. e Karring, T. *Clinical Periodontology and Implant Dentistry*. 5ª edição. Oxford ,John Wiley e Sons, Ltd, pp. 1123-1124.

Pinho, M.N., *et al.* (2006). Titanium membranes in prevention of alveolar collapse after tooth extraction. *Implant Dentistry*, 15(1), pp.53-61.

Reddi, A.H. (1998). Role of morphogenetic proteins in skeletal tissue engineering and regeneration. *Nature Biotechnology*, 16, pp.247–252.

Reddi, A.H. (2001). Bone morphogenetic proteins: From basic science to clinical applications. *Journal of Bone e Joint Surgery, American* 83-A, 1, S1–6.

Sanz, M. e Vignoletti, F. (2015). Key aspects on the use of bone substitutes for bone regeneration of edentulous ridges. *Dental Materials*, 31(6), pp.640–647.

Sanz, M., *et al.* (2010). A prospective, randomized-controlled clinical trial to evaluate bone preservation using implants with different geometry placed into extraction sockets in the maxilla. *Clinical Oral Implants Research*, 21, pp.13–21.

Schropp, L., *et al.* (2003). Bone healing and soft tissue contour changes following single-tooth extraction: A clinical and radiographic 12-month prospective study. *International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry*, 23(4), pp.313-323.

Schwarz F, Sahm N e Becker J. (2012). Impact of the outcome of guided bone regeneration in dehiscence-type defects on the long-term stability of peri-implant health: clinical observations at 4 years. *Clinical Oral Implants Research*, 23(2), pp.191–6.

Serino, G., *et al.* (2008). Polylactide and polyglycolide sponge used in human extraction sockets: bone formation following 3 months after its application. *Clinical Oral Implants Research*, 19(1), pp.26-31.

Spray, J.R., *et al.* (2000). The influence of bone thickness on facial marginal bone response: Stage 1 placement through stage 2 uncovering. *Annals of Periodontology*, 5, pp.119–128.

Tan, W.L., *et al.* (2012). A systematic review of post-extraction alveolar hard and soft tissue dimensional changes in humans. *Clinical Oral Implants Research*, 23(5), pp.1–21
trauma: a volumetric study in the beagle dog. *Journal of Clinical Periodontology*, 35, pp.356–363.

Ten Heggeler JM., Slot DE. e Van der Weijden GA. (2011). Effect of socket preservation therapies following tooth extraction in non-molar regions in humans: a systematic review. *Clinical Oral Implants Research*, 22(8), pp.779–88.

Trombelli, L. e Farina, R. (2008). Clinical outcomes with bioactive agents alone or in combination with grafting or guided tissue regeneration. *Journal of Clinical Periodontology*, 35, pp.117–135.

Trombelli, L., *et al.* (2008). Modeling and remodeling of human extraction sockets. *Journal of Clinical Periodontology*, 35, pp.630–639.

Urist, M.R. (1965). Bone: Formation by autoinduction. *Science*, 150, pp.893–899.

Van den Bergh, J.P., *et al.* (2000). Recombinant human bone morphogenetic protein-7 in maxillary sinus floor elevation surgery in 3 patients compared to autogenous bone grafts. A clinical pilot study. *Journal of Clinical Periodontology*, 27, pp.627–636.

Van Der Weijden, F., Deell'Acqua, F. e Slot, D.E. (2009). Alveolar bone dimensional changes of post-extraction sockets in humans: a systematic review. *Journal of Clinical Periodontology*, 36(12), pp.1048-1058.

Vignoletti, F. e Sanz, M. (2014). Immediate implants at fresh extraction sockets: From myth to reality. *Periodontology 2000*, 66(1), pp.132–152.

Vignoletti, F., *et al.* (2012) Surgical protocols for ridge preservation after tooth extraction. A systematic review. *Clinical Oral Implants Research*, 23(5), pp.22–38.

Wang, H.L. e Boyapati, L. (2006). “Pass” Principles for predictable bone regeneration. *Implant Dentistry*, 15, pp.8–17.

Ward, B.B., Brown, S.E. e Krebsbach, P.H. (2010). Bioengineering strategies for regeneration of craniofacial bone: A review of emerging technologies. *Oral Diseases*, 16, pp.709–716.

Wikesjo, U.M., A. *et al.* (2004). Periodontal repair in dogs: Effect of recombinant human bone morphogenetic protein-12 (rhbmp-12) on regeneration of alveolar bone and periodontal attachment. *Journal of Clinical Periodontology*, 31, pp.662–670.

Wikesjo, U.M., *et al.* (2003). Periodontal repair in dogs: Evaluation of a bioabsorbable space-providing macroporous membrane with recombinant human bone morphogenetic protein-2. *Journal of Periodontology*, 74, pp.635–647.

Wozney, J.M., *et al.* (1988). Novel regulators of bone formation: Molecular clones and activities. *Science*, 242, pp.1528–1534.

Yamada, Y., *et al.* (2004). Autogenous injectable bone for regeneration with mesenchymal stem cells and platelet-rich plasma: Tissue-engineered bone regeneration. *Tissue Engineering*, 10, pp.955–964.

Yukna, R.A. (1993). Synthetic bone grafts in periodontics. *Periodontology 2000*, 1, pp.92–99.

Zitzman, N.U., Scharrer, P. e Marinello, C.P. (1999). Factors influencing the success of GBR: Smoking, timing of implant placement, implant location, bone quality and provisional restoration. *Journal of Clinical Periodontology*, 26(10), pp.673-682.