



# **INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE EGAS MONIZ**

## **MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA**

### **IMPLANTES PÓS-EXTRAÇÃO: COLOCAÇÃO IMEDIATA VS REGENERAÇÃO DE ALVÉOLO - ESTADO DA ARTE**

Trabalho submetido por  
**Pedro Brito Rocha de Sousa Sottomayor**  
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

**setembro de 2017**





# **INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE EGAS MONIZ**

## **MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA**

### **IMPLANTES PÓS-EXTRAÇÃO: COLOCAÇÃO IMEDIATA VS REGENERAÇÃO DE ALVÉOLO - ESTADO DA ARTE**

Trabalho submetido por  
**Pedro Brito Rocha de Sousa Sottomayor**  
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por  
**Dra. Maria Luísa Lopes Amado Baptista**

e coorientado por  
**Mestre Alexandre Miguel Pereira Oliveira Santos**

**setembro de 2017**



*“The highest possible stage in moral culture is when we recognize that we ought to control our thoughts”*

***(Charles Darwin)***

## **Agradecimentos**

Ao Prof. Alexandre Santos por me ter orientado ao longo deste caminho que foi a tese de mestrado, mas acima de tudo por tudo o que me transmitiu desde o 3º ano de curso e pela exigência e paciência que sempre teve comigo, tornando-se um exemplo e alguém que espero que possa continuar a ensinar-me ao longo do meu percurso profissional;

À Prof. Luísa Amado Baptista por ter aceite ser minha orientadora e por ter estado disponível para me auxiliar sempre que necessário;

Aos meus amigos Quevin, Ivo, Filipa, que me acompanharam ao longo deste curso, e António e Diogo, companheiros de tantas horas, que ajudam a tornar fáceis os momentos difíceis, confiando sempre em mim, e me apoiam e fazem crescer a cada dia;

À Maria, pelo que partilhamos quase desde o primeiro dia nesta faculdade, por se ter tornado uma amiga tão importante, por tudo o que me ensinou desde que nos conhecemos, pelo apoio e confiança que sempre me transmitiu;

À minha família por ter estado sempre presente com grande preocupação, mas acreditando sempre no caminho que estou a percorrer, em especial o meu tio Pedro;

Ao meu avô que está sempre no meu pensamento e continua a guiar-me e que sei que teria um orgulho imenso no que já alcancei;

Aos meus irmãos, porque são eles o meu grande exemplo pessoal e profissional e por me continuarem a fazer crescer e a tomar conta de mim como só eles sabem, esperando sempre o máximo e ajudando-me em todos os momentos pois acreditam que sou capaz de o alcançar;

Aos meus pais, que fizeram de mim o que sou, que me trouxeram até aqui, acreditaram em mim, apoiaram-me incondicionalmente e deram-me a força necessária em todos os momentos. Por serem o meu suporte constante e me darem tudo o necessário para alcançar todos os meus objetivos;

À Rita, por todo o apoio e confiança que sempre me transmite, por acreditar em mim mais do que ninguém e porque desde que entrou na minha vida, com a sua compreensão, carinho, doçura, cumplicidade, amor incondicional se tornou a pessoa mais especial para mim e me mostra, a cada dia que passa, que os sonhos podem tornar-se realidade. Obrigado por seres o melhor que levo da faculdade e da vida.

## **Resumo**

Nos dias de hoje, após uma extração dentária, o procedimento de eleição por parte da maioria dos clínicos e a opção preferencial dos pacientes é a colocação de implantes e consequente reabilitação dos espaços edêntulos.

Tendo isto em conta, é importante conhecer as características dos tecidos e os mecanismos biológicos consequentes a uma extração dentária de forma a possibilitar uma melhor análise acerca dos procedimentos mais adequados para o sucesso da terapêutica futura.

Para uma correta abordagem clínica de cada caso, temos de estar cientes das várias opções terapêuticas disponíveis, tanto em termos de preservação alveolar como em reabilitação com implantes, das suas indicações e limitações, e da influência que têm no organismo.

Com base na revisão da bibliografia existente, este trabalho visa comparar as diferentes possibilidades terapêuticas pós-extracionais com implantes, abordando a influência que as técnicas de preservação alveolar podem assumir em comparação com a colocação imediata de implantes.

**Palavras-chave:** extração dentária; preservação alveolar; implantes; colocação imediata

## **Abstract**

Nowadays, after tooth extraction, most clinicians first choice and patients preferential option is implant placement and posterior rehabilitation of the edentulous spaces.

Taking this into account, it's important to know tissue characteristics and the biological mechanisms that follow tooth extraction, to enable a better analysis about the most suitable procedures for the future therapy to obtain success.

For having a correct clinical approach to each situation, we must be aware for the various therapeutic options available, both in alveolar preservation and rehabilitation with implants, and their indications, limitations and the influence in the human organism.

Based on the review of the existing bibliography, this work aims to compare different post-extraction therapeutic options with implants, approaching the influence that the alveolar preservation techniques can assume in comparison whit immediate implant placement.

**Key-words:** tooth extraction; alveolar preservation; implants; immediate placement

# Índice

<b>I. Introdução</b> .....	7
<b>II. Desenvolvimento</b> .....	9
1. O Tecido Ósseo .....	9
1.1. Definição .....	9
1.2. Constituição.....	10
1.3. Tipos ósseos .....	11
1.4. Tipologia óssea na cavidade oral .....	12
2. Alterações dos tecidos pós-extração.....	14
2.1. A dinâmica do tecido ósseo – modelação e remodelação .....	15
2.1.1. Fases da remodelação óssea.....	18
3. Alterações dimensionais do rebordo alveolar pós-extração .....	22
3.1. Reabsorção vertical do rebordo alveolar .....	23
3.2. Reabsorção horizontal do rebordo alveolar.....	24
3.3. Fatores relacionados com a reabsorção do rebordo alveolar.....	25
4. Classificação dos alvéolos pós-extração.....	27
5. Indicações para a preservação do rebordo alveolar .....	30
6. Metodologias para a preservação do rebordo alveolar .....	33
6.1. Extração atraumática .....	33
6.2. Preservação alveolar com regeneração óssea guiada .....	36
6.2.1. Indicações da regeneração óssea guiada .....	37
6.2.2. Tipos de membranas na regeneração óssea guiada.....	38
6.2.3. Materiais de enxerto na regeneração óssea guiada .....	42
6.2.4. Resultados da preservação alveolar com regeneração óssea guiada.....	48
6.3. Técnica de “ <i>socket-shield</i> ” .....	49
7. Colocação de implantes pós-extração.....	52

7.1.	Tempos de colocação de implantes.....	53
7.1.1.	Implantes imediatos .....	55
7.1.2.	Implantes precoces com cicatrização dos tecidos moles .....	56
7.1.3.	Implantes precoces com cicatrização parcial do tecido ósseo .....	58
7.1.4.	Implantes tardios.....	58
7.2.	Resultados da terapêutica com implantes imediatos.....	59
7.2.1.	Implantes imediatos vs implantes pós preservação alveolar.....	62
<b>III.</b>	<b>Conclusões .....</b>	<b>65</b>
<b>IV.</b>	<b>Bibliografia.....</b>	<b>67</b>

## Lista de Abreviaturas

**µm** – Micrómetros

**ANK** – *Progressive Ankylosis Gene*

**BMP's** - *Bone Morphogenetic Proteins*

**CBCT** – *Cone Beam Computed Tomography*

**CSF-1** – *Colony Stimulating Factor-1*

**CT-1** – *Cardiotropina-1*

**DBBM** – *Deproteinized bovine bone mineral*

**DFDBA** – *Demineralized freeze-dried bone*

**d-PTFE** – *Politetrafluoretileno de alta densidade*

**EphB4** – *Ephrin type-B receptor 4*

**e-PTFE** – *Politetrafluoretileno expandido*

**ESC** – *Extraction Socket Classification*

**FDDBA** – *Mineralized freeze-dried bone*

**FGF** - *Fibroblast Growth Factor*

**FGF23** - *Fibroblast Growth Factor 23*

**IGF** – *Insulin Growth Factor*

**ITI** – *International Team for Implantology*

**JAC** – *Junção amelocementária*

**L-PRF** – *Fibrina Rica em Plaquetas e Leucócitos*

**MDA** – *Matriz Dérmica Acelular*

**mm** - *Milímetros*

**MSC** - *Mesenchymal Stem Cells*

**NPP** – *Nucleotide Pyrophosphatase Phosphodiesterase*

**PDGF** – *Platelet-derived Growth Factor*

**PLGA** – Ácido polilático co-glicólico

**PLLA** – Ácido poli-l-láctico

**PRF** – Fibrina Rica em Plaquetas

**PRP** – Plasma Rico em Plaquetas

**PTFE** - Politetrafluoretileno

**PTH** - *Parathyroid Hormone*

**PTHrP** – *Parathyroid Hormone-related Protein*

**RANKL** – *Receptor Activator of NF-Kb Ligand*

**ROG** – Regeneração Óssea Guiada

**RUNX2** – *Runt-related Transcription Factor 2*

**SIBLING** – *Small Integrin-binding Ligand Proteins*

**TC** – Tomografia Computorizada

**TGFβ** – *Transforming Growth Factor β*

**vs** - Versus

**Wnt** - *Wingless-related integration site*

## I. Introdução

A influência da dentição na qualidade de vida humana está relacionada com diferentes aspectos tais como a sua importância na mastigação, na fala e até como elemento influente na socialização. Em determinados casos, perante condições funcionais e estéticas que não permitem a manutenção dos dentes, nem com procedimentos reabilitadores, é necessário proceder à sua extração (Avila-Ortiz, Elangovan, Kramer, Blanchette, & Dawson, 2014).

Para compreender como se deve atuar perante uma extração dentária de forma a alcançar melhores resultados estéticos e funcionais na reabilitação com implantes, é fundamental ter conhecimento das estruturas biológicas associadas e dos mecanismos que ocorrem, quer em situações de homeostasia, quer perante estímulos externos, como a extração ou os procedimentos reabilitadores e de preservação alveolar (Chan, Lin, Fu, & Wang, 2013).

O procedimento de uma extração dentária leva, inevitavelmente, a uma perda de volume ósseo o que, em casos de reabsorção mais severa pode mesmo impedir a colocação de um implante, por falta de suporte necessário. Tendo isto em conta, muitos autores defendem a colocação imediata de implantes, procedimento que se tornou rotineiro ao longo dos anos (Chrcanovic, Albrektsson, & Wennerberg, 2015).

A cicatrização óssea pós-extracional pode levar a uma perda de volume do rebordo alveolar na ordem dos 50% passados 3 meses do procedimento, algo que em conjugação com lesões periapicais, defeitos periodontais ou traumas se traduz em diminuições que condicionam o sucesso das terapêuticas reabilitadoras futuras (Horváth, Mardas, Mezzomo, Needleman, & Donos, 2013).

Como tal, a preservação e regeneração alveolar desde cedo se tornaram objetivos dos clínicos, estando descritas técnicas para manutenção do volume do osso alveolar desde 1978. Atualmente, muitos são os procedimentos disponíveis para os clínicos, com diferentes características e aplicabilidades, como a extração atraumática, a utilização de materiais de enxerto e membranas para regeneração óssea guiada (ROG), a colocação imediata de implantes ou a associação de várias técnicas (Avila-Ortiz *et al.*, 2014).

No início da reabilitação de espaços edêntulos com recurso a implantes, os procedimentos apenas se realizavam em rebordos totalmente cicatrizados, algo que se foi alterando com

o passar do tempo, sendo que, atualmente, a colocação imediata de implantes é um procedimento executado por muitos clínicos. Apesar disto, é preciso compreender que este é um procedimento de nível de dificuldade elevado e que requer bastante experiência por parte de quem o executa (Buser, Chappuis, Belser, & Chen, 2017).

Tendo em conta os resultados positivos que a terapêutica com implantes apresenta atualmente e a preferência dos pacientes pela colocação imediata, procedimento que quando executado de acordo com as indicações específicas e com as características necessárias presentes também tem resultados estéticos e funcionais muito satisfatórios, quando comparado com a colocação em locais já cicatrizados, segundo Cooper *et al.*, (2014), torna-se importante perceber qual a melhor forma de proceder e quando se deve optar por implantes imediatos ou pela preservação alveolar.

Esta monografia tem como objetivo caracterizar o tecido ósseo e demonstrar a sua reação após uma extração dentária, analisar alguns dos métodos e materiais utilizados para preservação alveolar e apurar o que a evidência científica descreve relativamente à colocação imediata de implantes e a outros tempos de realização do procedimento, com o propósito de clarificar a tomada de decisão relativamente a esta dicotomia, preservação alveolar vs colocação imediata de implantes.

## II. Desenvolvimento

### 1. O Tecido Ósseo

#### 1.1. Definição

O tecido ósseo humano, e o osso alveolar em particular, apesar de poder parecer ser algo inerte (Florencio-Silva, Sasso, Sasso-Cerri, Simões, & Cerri, 2015), assume-se como uma estrutura bastante instável e sujeita à contínua remodelação, como resultado da resposta aos diferentes estímulos ao qual é submetido. É um tecido que está inteiramente dependente dos outros que o rodeiam, o que, no caso do osso alveolar, significa uma inter-relação muito próxima com os dentes. Isto reflete-se na sua composição quantitativa e qualitativa, algo que assume especial relevância aquando das extrações dentárias (Alberto Monje *et al.*, 2015).

A constituição básica deste tecido engloba diferentes elementos celulares, sendo importante destacar os osteoblastos, os osteoclastos, os osteócitos e as células do revestimento ósseo. É um tipo de tecido conjuntivo, mineralizado, que está ligado a diferentes funções no organismo humano, dando suporte aos tecidos moles e armazenando alguns elementos, como o cálcio e o fosfato, na sua estrutura. No interior encontra-se a medula óssea (Florencio-Silva *et al.*, 2015; Wrobel, Leszczynska, & Brzoska, 2016).

O osso está sujeito a um constante processo de remodelação que existe devido à atividade e mecanismos celulares presentes e que permite que as suas características de dureza e volume, proporcionadas pela sua estrutura mineralizada, rica em hidroxiapatite, se mantenham com o passar do tempo. É importante perceber que os processos existentes no tecido ósseo estão dependentes não só das células que o constituem, como também de diversos estímulos e mediadores que permitem que a remodelação ocorra e se forme novo tecido ósseo (Nakamura, 2007).

## 1.2. Constituição

O osso humano tem um conteúdo mineral bastante elevado, que constitui cerca de 70% da sua composição total, sendo o restante ocupado por tecido orgânico e por água em percentagens a rondar os 20% e os 10%, respetivamente (Nakamura, 2007).

Aquando da formação do tecido ósseo ocorre, inicialmente, a deposição da matriz orgânica, constituída por colagénio, essencialmente do tipo I, e também por outras proteínas, nomeadamente osteonectina, osteopontina, osteocalcina, sialoproteína óssea e proteoglicanos. Após a constituição da matriz orgânica dá-se a sua mineralização, também pela ação dos osteoblastos, através da secreção de vesículas ricas em cálcio que se ligam aos proteoglicanos e que, posteriormente, vão permitir a formação de cristais de hidroxiapatite (principal constituinte da matriz inorgânica) pela entrada de iões fosfato que se ligam ao cálcio no interior das vesículas. Quando formados, os cristais de hidroxiapatite rompem as vesículas onde se formaram e dispõem-se na matriz orgânica, mineralizando-a (Florencio-Silva *et al.*, 2015).

Para além desta composição, estão presentes no osso diversos elementos celulares com diferentes funções que permitem uma constante ação de remodelação. É de destacar a presença dos osteoblastos, células fundamentais para a formação de novo tecido, dos osteoclastos, com uma função principal de reabsorção, e dos osteócitos, tipo celular presente em maior número no osso que assume um papel de “organização” dos processos existentes, pela capacidade de interpretar diferentes sinais químicos e mecânicos e transmiti-los às restantes células (Bonewald, 2011; Schaffler, Cheung, Majeska, & Kennedy, 2014).

Os osteócitos são caracterizados pelos seus processos dendríticos que atravessam os canalículos ósseos para formar uma rede que os liga às outras células e aos vasos sanguíneos. É através desta rede que esta célula, proveniente da diferenciação terminal dos osteoblastos, incluída no seio de uma matriz óssea altamente mineralizada, alcança o fornecimento de oxigénio e nutrientes essenciais para o seu funcionamento. É uma das células chave para a atividade do tecido e regula, não só o processo de remodelação, como já foi referido, mas também a homeostase óssea. De acordo com Dallas *et al.*, (2013), foi recentemente descoberto que os osteócitos têm também uma importante função endócrina, relacionada com a regulação da homeostase do fosfato, através da secreção de

FGF23 (*Fibroblast Growth Factor 23*) (Dallas, Prideaux, & Bonewald, 2013; Schaffler *et al.*, 2014).

Outra das células de maior relevância é o osteoblasto, formado pela diferenciação de células estaminais mesenquimatosas, MSC (*Mesenchymal Stem Cells*), diferenciação que é regulada pela ação de diferentes mediadores como o Wnt (*Wingless-related integration site*) e as BMP's (*Bone Morphogenetic Proteins*) (Capulli, Paone, & Rucci, 2014; Fakhry, Hamade, Badran, Buchet, & Magne, 2013). Corresponde a cerca de 4-6% das células ósseas, mantendo uma estreita relação com os outros elementos celulares e tendo como principal função a formação de nova matriz óssea. Apresenta uma conformação cuboide e um núcleo basal, podendo ter também alguns prolongamentos citoplasmáticos que permitem a comunicação com os osteócitos. Podem diferenciar-se em células de revestimento ósseo (*“lining cells”*), elementos que bloqueiam a interação dos osteoclastos com o osso em fases em que não ocorre reabsorção, estando presentes na superfície do tecido na fase final do processo de remodelação (Capulli *et al.*, 2014).

Através da diferenciação de células estaminais hematopoiéticas, surgem os osteoclastos, outra das células presentes no tecido ósseo. São células multinucleadas que se diferenciam até assumirem a capacidade de reabsorção óssea que as caracteriza (Kim Henriksen, Karsdal, & John Martin, 2014). Podem ser divididos em grupos consoante a matriz em que estão inseridos e o tipo de osso ou função que executam, tendo como exemplo os osteoclastos com uma função de remodelação mais específica nos casos de dano ou trauma ósseo, os *“targeted osteoclasts”*, ou nas situações de normal remodelação óssea, os *“stochastic osteoclasts”* (K. Henriksen, Bollerslev, Everts, & Karsdal, 2011).

### 1.3. Tipos ósseos

É sabido que a tipologia óssea varia de acordo com a localização, o que condiciona o comportamento do tecido em diferentes circunstâncias. Em relação à cavidade oral, nomeadamente às extrações dentárias e consoante o local onde ocorrem, diferentes padrões e níveis de reabsorção e remodelação poderão surgir (Ulm *et al.*, 2009). O osso pode assumir uma estrutura mais “esponjosa”, presente essencialmente nas epífises e metáfises dos ossos longos, chamando-se osso trabecular, ou ter uma conformação mais

compacta, o osso cortical, que rodeia o osso trabecular e a medula óssea, estando em maior quantidade nas diáfises (Sims & Vrahnas, 2014).

Segundo Misch (1989), de acordo com dados recolhidos por tomografia computadorizada (TC), o tecido ósseo, na maxila e mandíbula, quando apresenta uma fina cortical a revestir osso trabecular é classificado em D3-D4, surgindo principalmente na região posterior do osso maxilar. O osso classificado como D1-D2 está localizado na mandíbula e apresenta uma maior densidade (Alberto Monje *et al.*, 2015).

Apesar destes tipos ósseos não se cingirem às localizações referidas (Alberto Monje *et al.*, 2015), parece haver evidência que confirma as variações de densidade e composição do tecido de acordo com a sua localização na cavidade oral, ou seja, se se trata da maxila ou da mandíbula (Blok, Gravesteijn, Van Ruijven, & Koolstra, 2013; Kim & Henkin, 2013; Jan Lindhe *et al.*, 2013; A. Monje *et al.*, 2015).

#### 1.4. Tipologia óssea na cavidade oral

Desde o início da reabilitação oral com recurso ao uso de implantes que o estudo do tecido ósseo e do rebordo alveolar tem assumido especial relevância, com o intuito de estabelecer uma relação entre a “qualidade” do osso com a taxa de sucesso da terapêutica. Assim, é sabido que a estabilidade primária de um implante é diretamente influenciada pelas características do tecido onde se encontra. Relativamente às características ósseas na cavidade oral, há alguma variação nas diferentes localizações, principalmente no que toca à comparação entre os ossos maxilar e mandibular, sendo notória uma maior presença de osso cortical, mais compacto, na mandíbula, ao passo que a maxila apresenta uma maior percentagem de osso trabecular (Alberto Monje *et al.*, 2015).

É importante referir que a maior quantidade de osso cortical, ou uma percentagem superior de mineralização do tecido não significa necessariamente um osso de melhor qualidade ou com melhores características para a reabilitação com implantes (Davies, 2003; Kuchler *et al.*, 2013; Alberto Monje *et al.*, 2015).

Apesar disto, e para facilitar o processo de decisão pelos clínicos, diferentes classificações foram formuladas, como já referido, que permitem classificar o osso consoante as suas

características de densidade. Na região anterior da mandíbula está geralmente presente um tecido mais denso, denominado D1, em contraste com a zona posterior da maxila, em que o osso classificado como D4 se apresenta como o menos denso, mais trabeculado (Alberto Monje *et al.*, 2015).

Para além da localização, muitos outros fatores têm influência nas características do tecido, pelo que a classificação das características ósseas não deve ser feita apenas de acordo com a localização, mas por uma análise cuidada de todos os fatores relacionados com cada caso específico. Tanto fatores intrínsecos do paciente, tais como o género, a idade e a carga genética, como fatores locais, como as extrações ou a presença de próteses, são elementos condicionantes (Alberto Monje *et al.*, 2015; Ulm *et al.*, 2009).

O osso existente no maxilar superior, muitas vezes referido como um tecido de menor resistência relativamente ao osso mandibular, pode aparentar esta característica devido à orientação aleatória das trabéculas ósseas e não a uma menor densidade, como demonstrado por Lindhe *et al.*, (2012).

## **2. Alterações dos tecidos pós-extração**

A extração dentária é um procedimento que tem uma enorme influência nos tecidos circundantes ao dente, nomeadamente no osso alveolar e no tecido gengival. A remodelação óssea existente após uma extração dentária, bem como os procedimentos de difícil execução que resultam na perda de tecido ósseo, levam a uma diminuição do volume ósseo disponível, o que pode dificultar a futura reabilitação. Cada vez mais, e tendo em conta a exigência dos tratamentos de reabilitação posteriores à extração no que se refere à quantidade e qualidade de osso existente, nomeadamente a colocação de implantes, é necessário adotar técnicas que permitam causar pouco dano aos tecidos, realizando extrações atraumáticas, e preservar o osso existente como forma de permitir um melhor resultado estético e funcional (Araújo, da Silva, de Mendonça, & Lindhe, 2015; Kubilius, Kubilius, & Gleiznys, 2012; Tomlin, Nelson, & Rossmann, 2014).

O processo de cicatrização foi inicialmente descrito por Amler (1969), que refere que a cicatrização do alvéolo após a extração é iniciada pelo coágulo sanguíneo. O alvéolo é preenchido pelo coágulo até 24 horas após a extração do dente (Kubilius *et al.*, 2012). O coágulo, maioritariamente constituído por componentes sanguíneos, nomeadamente eritrócitos e plaquetas envolvidos numa matriz fibrosa, está em contacto com os tecidos envolventes do alvéolo, o osso alveolar e as fibras de “*Sharpey*” do ligamento periodontal (Wang & Lang, 2012).

Depois disto, inicia-se a fase de granulação, cerca de 2 a 3 dias após a extração, em que o coágulo inicialmente existente contrai e dá lugar a um tecido de granulação extremamente vascularizado que surge inicialmente no fundo do alvéolo e vai ocupando as paredes do osso alveolar (Tomlin *et al.*, 2014). O tecido de granulação continua a sua proliferação ocupando o alvéolo e ocorre o desenvolvimento do tecido epitelial ao longo dos tecidos moles adjacentes, que recobre o alvéolo (Kubilius *et al.*, 2012). A fase de granulação geralmente dura cerca de 5 dias e é seguida por um processo de formação de novo tecido ósseo e tecido conjuntivo, o que leva à diminuição do tamanho do coágulo. Ocorre também o aparecimento de uma rede de vasos recém-formados que surge na matriz e dá-se a substituição de alguns tecidos periodontais ainda presentes, como remanescentes de ligamento periodontal, por um conjunto de diferentes leucócitos e fibras de colagénio (Wang & Lang, 2012).

Cerca de 2 semanas após a extração já se deteta a presença de tecido osteoide e algumas trabéculas ósseas, que surgiram após os processos das fases anteriores. Esta formação é suportada pela rede de vasos sanguíneos existente e vem substituir o osso alveolar que, nesta fase, já está pouco presente. A formação óssea tem um desenvolvimento que parte das paredes alveolares e tem um crescimento vertical desde a porção mais apical em direção ao centro do alvéolo. O tecido osteoide começa a sua mineralização que dará origem a tecido ósseo e o epitélio cobre, nesta fase, a superfície do alvéolo (Tomlin *et al.*, 2014).

Após 4 a 5 semanas da extração dentária, cerca de dois terços do alvéolo encontram-se preenchidos por trabéculas ósseas com elevada densidade de tecido. Neste momento, o osso existente é designado de “*woven bone*”, um osso imaturo que no terço mais coronal ainda se encontra em formação. Com o tempo, e ao passar da sexta semana, o “*woven bone*” vai dando lugar a um tecido ósseo que apresenta maior organização celular e percentagens superiores de osso lamelar, e ocupa o espaço anteriormente designado por alvéolo, principalmente na porção mais apical (Tomlin *et al.*, 2014).

O processo de cicatrização de um alvéolo após uma extração dentária decorre durante vários meses e ao fim de 60 dias já existe tecido duro subjacente à mucosa, no espaço que anteriormente pertencia ao alvéolo, sendo que o “*woven bone*” do interior foi substituído por medula óssea. Ao longo dos meses seguintes o osso lamelar vai substituindo o tecido existente, pelo que aos 180 dias, deixou de estar presente praticamente a totalidade do osso imaturo. Os tecidos apresentam nesta fase uma maior organização e especialização e o processo de deposição óssea abranda, apesar de continuar por mais alguns meses com a formação de osso lamelar, que constitui o osso trabecular e cortical maduro (Wang & Lang, 2012).

## 2.1. A dinâmica do tecido ósseo – modelação e remodelação

Através da capacidade de remodelação óssea presente no organismo humano existe uma possibilidade de adaptação que permite ao tecido ósseo assumir as funções necessárias perante determinadas alterações que ocorrem no meio e no próprio osso, como é o caso das extrações dentárias (Consolaro, 2017; Harrison & Cooper, 2015).

A epigenética, definida como a influência das exigências funcionais do organismo e de outros fatores externos sobre a carga genética, é o que determina as características do tecido ósseo, como o seu tamanho, forma e volume, algo que é garantido pela remodelação óssea existente e que é regulado por mediadores associados às células ósseas (osteócitos, osteoblastos, osteoclastos condroblastos e condrócitos) (Consolaro, 2017; Harrison & Cooper, 2015).

O tecido ósseo humano está em permanente ação de remodelação através da reabsorção da matriz óssea existente e posterior formação de novo tecido (Consolaro, 2017; Zheng, Lee, & Chun, 2016). Estas alterações podem dever-se a diferentes fatores como pequenos danos, alterações nos níveis de cálcio sérico ou a aplicação de cargas mecânicas transmitidas ao osso. A remodelação está inteiramente dependente dos osteoclastos e dos osteoblastos pela sua ação na remoção da matriz óssea e posterior formação e mineralização de novo tecido, respetivamente. O início do processo de remodelação dá-se pelos osteoclastos que são ativados por sinalização de osteoblastos ou osteócitos. Com o início da remodelação ocorre também o começo da formação de novo tecido ósseo pelos osteoblastos, que se formam a partir de células mesenquimatosas locais. As células osteoblásticas decrescem os seus níveis de função e assumem uma forma mais plana aquando da formação do osteoide. Os osteoclastos acabam por entrar em apoptose com a progressão do tecido ósseo recém-formado, ao passo que alguns osteoblastos se diferenciam em osteócitos e assumem a sua função na matriz óssea (Zheng *et al.*, 2016).

Assim sendo, a dinâmica do tecido está relacionada com dois processos, a modelação e a remodelação óssea. A modelação, responsável pelo desenvolvimento e adaptação do tecido ósseo, depende da formação e da reabsorção óssea. A remodelação, por sua vez, compreende os mecanismos existentes para a reparação de tecido ósseo danificado. Deste modo, estão envolvidos diferentes elementos celulares e mecanismos moleculares que permitem os processos de modelação e remodelação (Raggatt & Partridge, 2010).

Os osteoclastos são as células responsáveis pela remoção da matriz óssea mineralizada e, apesar do seu precursor permanecer desconhecido, é certo que expressa recetores para CSF-1 (*Colony Stimulating Factor-1*) e RANKL (*Receptor Activator of NF-Kb Ligand*), citocinas necessárias para a ativação dos osteoclastos (Kim Henriksen *et al.*, 2014; Raggatt & Partridge, 2010).

Por outro lado, os osteoblastos são as células especializadas na formação de tecido ósseo, tendo, no entanto, uma importante função na ativação dos osteoclastos pela expressão de factores osteoclastogénicos, principalmente na sua fase imatura. A sua diferenciação desde células mesenquimatosas pluripotentes é regulada pelo RUNX2 (*Runt-related Transcription Factor 2*) (Capulli *et al.*, 2014).

Também os osteócitos são células de extrema importância no tecido ósseo e no processo de remodelação, tendo em conta que são estas células, que representam cerca de 90 a 95% de todas as células ósseas, que iniciam o processo de remodelação que repara o tecido ósseo danificado, quando assim é necessário. Provêm da diferenciação dos osteoblastos e estão inseridos na matriz óssea, sendo caracterizados pela presença de prolongamentos na sua estrutura que permitem a comunicação com outros osteoclastos e com os osteoblastos da superfície (Niedwiedzki & Filipowska, 2015; Raggatt & Partridge, 2010).

Apesar de não ser um tema amplamente investigado é sabido que as células do sistema imunológico, tanto as células B como as células T, têm, também, uma participação ativa na homeostase do tecido ósseo pelas suas funções na regulação dos processos de remodelação óssea. Investigações em ratos sem estas células demonstraram a presença de osso osteoporótico. Para além disto, as células B produzem cerca de 50% das osteoprotegerinas, proteínas com função inibitória da osteoclastogénese (Xiao, Wang, Pacios, Li, & Graves, 2016).

Como já foi referido anteriormente, o início do processo de cicatrização óssea e da formação de novo tecido está dependente da formação do coágulo sanguíneo. Para isto, é necessária a existência de trombócitos, que são provenientes de outro dos elementos celulares existente na medula óssea, os megacariócitos. Para além disto, foi comprovado que estas células apresentam igualmente a capacidade de induzir a diferenciação dos osteoblastos e a expressão de osteoprotegerinas e RANKL, algo que parece indicar que têm função no processo de remodelação (Raggatt & Partridge, 2010).

### 2.1.1. Fases da remodelação óssea

#### 2.1.1.1. Iniciação da remodelação

O início da remodelação óssea está dependente da ação dos osteoclastos e, para isto, da sua formação. Estas células são originadas por um processo regulado pela linhagem dos osteoblastos que se inicia pelo aparecimento de precursores hematopoiéticos mielomonocíticos no local onde se dará a reabsorção, seguido da sua fusão e ligação das células multinucleadas resultantes à superfície óssea. Como já foi referido, outras células e mediadores estão envolvidos neste processo e, mais especificamente, na indução da formação de osteoclastos, tais como células imunes da matriz que atuam primeiramente nos osteoblastos e sua linhagem (Sims & Gooi, 2008).

A linhagem das células osteoblásticas atua pela ação de mediadores, como o fator RANKL que é tido como a molécula “chave” para a regulação da formação dos osteoclastos, e o CSF-1 que promove a proliferação dos precursores dos osteoclastos. Os osteoblastos não atuam apenas na formação osteoclástica, tendo também funções na sua inibição pela produção e posterior ação das osteoprotegerinas (OPG) (Capulli *et al.*, 2014; Xiao *et al.*, 2016)

Os traumas e fraturas no tecido ósseo iniciam o processo de remodelação pela ação nos osteócitos, que transmitem as alterações da matriz óssea às restantes células pela libertação de citocinas e prostaglandinas (Sims & Gooi, 2008).

Outro nível de controlo da formação dos osteoclastos pelos osteoblastos é a libertação de determinados fatores que permitem a fusão dos precursores osteoclásticos na matriz óssea. A corrente sanguínea e os osteócitos em apoptose, pelos traumas já referidos, também podem libertar alguns mediadores que possibilitam esta função. As células da linhagem dos osteoblastos degradam, inicialmente, a matriz óssea e permitem que os precursores dos osteoclastos se juntem à superfície da matriz iniciando a sua ação como osteoclastos (Sims & Gooi, 2008).

### 2.1.1.2. Controlo da formação óssea pelos osteoclastos

Após a ação inicial dos osteoclastos no processo de remodelação óssea, segue-se a fase de formação de novo tecido pelos osteoblastos. Tanto em situações de reabsorção óssea fisiológica como em ruturas mecânicas ou traumáticas da matriz, os osteoblastos têm a capacidade de formar novo tecido ósseo de acordo com a forma e tamanho da reabsorção ou da perda traumática de tecido. Este é um processo que está dependente da capacidade dos osteoblastos de “percecionar” as alterações da dimensão, estrutura e composição do tecido (Kim Henriksen *et al.*, 2014; Sims & Gooi, 2008).

O início da ação dos osteoblastos ocorre após a chamada “fase reversa”, na qual diversas células de diferentes origens, como fagócitos mononucleares e células da linhagem dos osteoblastos, terminam a fase de reabsorção e permitem que os osteoblastos se fixem na superfície óssea, determinando também a função destas células pela topologia da superfície que formam (Capulli *et al.*, 2014).

Assim, o controlo da função dos osteoclastos no processo de formação óssea pelos osteoblastos parece estar relacionado com a capacidade que estes possuem de determinação do tamanho e forma da zona óssea a ser repostada. Durante a sua ação de reabsorção, os osteoclastos libertam fatores como IGF's (*Insulin Growth Factor*), FGF (*Fibroblast Growth Factor*), TGF $\beta$  (*Transforming Growth Factor  $\beta$* ), BMP's, PDGF (*Platelet-derived Growth Factor*), que estavam presentes na matriz que reabsorveram e que podem estar relacionados com a estimulação da produção de novo tecido pelos osteoblastos. Esta libertação ocorre de forma proporcional à reabsorção óssea podendo condicionar os osteoblastos a uma produção consonante, pela concentração de fatores presentes (Raggatt & Partridge, 2010).

Os osteoclastos atuam também na estimulação da diferenciação dos osteoblastos, nomeadamente pela produção da citocina CT-1 (cardiotropina-1), molécula secretada que favorece a formação de tecido ósseo (Kim Henriksen *et al.*, 2014; Sims & Gooi, 2008).

Estudos como o de Zhao *et al.*, (2006) demonstram também uma relação direta entre as duas principais células do processo de remodelação óssea, pela ligação da molécula *ephrinB2* existente na superfície dos osteoclastos ao seu recetor *EphB4* (*ephrin type-B*

*receptor 4*) presente nos osteoblastos que permite o condicionamento direto da diferenciação destas últimas células e consequente promoção da secreção de novo tecido ósseo. É importante referir que nesta ligação está presente um processo bidirecional, dado que os osteoblastos apresentam igualmente a capacidade de suprimir a diferenciação dos osteoclastos (Raggatt & Partridge, 2010; Sims & Gooi, 2008).

#### 2.1.1.3. Controlo da formação óssea pelos osteoblastos

Para além da influência dos osteoclastos no controlo da formação óssea, também as células presentes nas diferentes fases de diferenciação dos osteoblastos, exercem uma ação para que ocorra a normal deposição de tecido osteoide. Isto verifica-se pela libertação de diferentes fatores que potenciam este processo e que surgem dos pré-osteoblastos e das células da medula óssea, dos próprios osteoblastos que interagem entre si durante a formação de tecido através de recetores membranares, de células de revestimento e dos osteócitos (Sims & Gooi, 2008).

Os pré-osteoblastos e as células da medula óssea atuam através da PTHrP (*Parathyroid Hormone-related Protein*), molécula que, tal como a PTH (*Parathyroid Hormone*) presente na circulação, promove, através do seu recetor específico nos osteoblastos, a sua diferenciação e consequente formação de tecido ósseo. A molécula PTH possui também uma ação na inibição da produção de esclerostina pelos osteócitos, algo que promove a continuação da ação dos osteoblastos, dado que esta proteína está diretamente relacionada com o fim do processo de remodelação, pela capacidade inibitória das células osteoblásticas. Os estímulos mecânicos também interferem com a produção de esclerostina, influenciando a formação óssea (Raggatt & Partridge, 2010).

Estes fatores regulam a ação dos osteoblastos que dispõem o osteoide que produzem e que, por sua vez, dará origem a um tipo ósseo disposto mais rapidamente, o “*woven bone*”, ou, por outro lado, ao osso lamelar, de formação mais lenta e com maior organização. É sabido que esta dualidade de tipo ósseo presente está dependente, de alguma forma, da disposição por parte dos osteoblastos de colagénio e de outras proteínas, como proteoglicanos, proteínas glicosiladas ou SIBLING (*Small Integrin-binding Ligand*

*Proteins*), apesar de não estar bem estabelecida a causa das diferentes formas de disposição (Sims & Gooi, 2008; Zheng *et al.*, 2016).

O osso é finalmente formado pela mineralização do tecido através da incorporação de hidroxiapatite, processo que ainda não se encontra totalmente elucidado. No entanto, é conhecido que a ação da fosfatase alcalina, da NPP (*Nucleotide Pyrophosphatase Phosphodiesterase*) e da ANK (*Progressive Ankylosis Gene*) é fulcral na disponibilização de fosfato inorgânico no meio extracelular (Raggatt & Partridge, 2010).

Para o fim do processo de remodelação óssea é essencial a libertação de esclerostina pelos osteócitos, como já foi mencionado, apesar de, provavelmente, não ser o único sinal com este propósito, algo que ainda permanece desconhecido. Os osteoblastos seguem, então, uma de três vias possíveis, entrando em apoptose, revertendo para células da superfície do tecido, ou assumindo a forma de osteócitos (Capulli *et al.*, 2014).

A contínua e conjunta ação de todos estes mecanismos, células e mediadores, permite que o tecido ósseo tenha a capacidade de se adaptar a diferentes estímulos e modificações tanto a nível molecular, como a alterações mecânicas da estrutura óssea, o que permite manter o seu adequado funcionamento mesmo perante estas mudanças (Sims & Gooi, 2008).

### **3. Alterações dimensionais do rebordo alveolar pós-extração**

É amplamente reconhecido que após uma extração dentária, devido ao processo de remodelação óssea existente na fase de cicatrização do tecido, ocorre diminuição do volume de osso alveolar disponível (Avila-Ortiz *et al.*, 2014; Horváth *et al.*, 2013). Para além disso, previamente à extração, outras causas podem influenciar esta redução de osso alveolar disponível como a doença periodontal, a patologia periapical, traumas mecânicos, desordens do desenvolvimento (como a fenda alveolar, deformação associada ao lábio leporino, que também afeta o rebordo alveolar) ou a ação mecânica de próteses sobre o rebordo alveolar. O processo da extração, no caso de se revelar traumático para o tecido ósseo adjacente, pode estar relacionado com uma perda óssea adicional (Horváth *et al.*, 2013; Kubilius *et al.*, 2012).

O processo de cicatrização pode originar um decréscimo de até 50% da largura do rebordo alveolar em apenas 3 meses, o que, aliado aos fatores já referidos, pode dificultar a reabilitação com recurso ao uso de implantes, tendo em conta as necessidades de osso para este tipo de tratamento, como por exemplo no que toca a uma correta orientação do implante (Horváth *et al.*, 2013).

O ritmo de reabsorção óssea é bastante elevado no primeiro ano, especialmente nos primeiros 3 meses, e é condicionado por alguns fatores sistémicos e locais. Tanto a idade do paciente, como a dicotomia mandíbula *vs* maxila no que toca à localização da extração dentária, e até os hábitos tabágicos, são elementos que podem ter impacto na perda óssea pós-extração (Morjaria, Wilson, & Palmer, 2014). É importante referir que a diminuição do volume do rebordo alveolar é horizontal e vertical, e que se trata de um processo irreversível (Avila-Ortiz *et al.*, 2014; Morjaria *et al.*, 2014).

Para além das alterações no tecido ósseo, também os tecidos moles estão sujeitos a alterações adaptativas após as extrações. Estas modificações estão diretamente relacionadas com as mudanças de conformação do contorno ósseo subjacente. Os tecidos moles no local de uma extração cicatrizam por segunda intenção devido à falta de tecido na parte superior do alvéolo sendo que, após algumas semanas, pela proliferação das células presentes, cobrem o alvéolo na sua totalidade. É importante ter em atenção que a espessura dos tecidos suprajacentes ao osso pode, de alguma forma, mascarar a real dimensão de perda óssea presente (Tan, Wong, Wong, & Lang, 2012).

É notório que a reabsorção do rebordo alveolar após uma extração segue, geralmente, um determinado padrão no osso maxilar e na mandíbula. Enquanto que na mandíbula está presente um perda centrífuga, com a parede lingual a ser reabsorvida previamente à parede vestibular, na maxila existe uma marcada diminuição do volume ósseo da parede vestibular que antecede a reabsorção da parede palatina, pelo que se denomina de perda centrípeta (Zakhary, El-Mekkawi, & Elsalanty, 2012).

É relevante referir que apesar da evidente diminuição óssea do rebordo alveolar se verificou a nível histológico, em diversos estudos como Serino *et al.*, (2003), Barone *et al.*, (2008) e Serino *et al.*, (2008), a formação de novo tecido ósseo com uma extensão variável e a ocupação de grande espaço do alvéolo por medula óssea, algo que demonstra a presença do processo de remodelação óssea nesta fase cicatricial (Horváth *et al.*, 2013).

### 3.1. Reabsorção vertical do rebordo alveolar

Um dos fatores que parece influenciar o padrão de perda óssea é a presença de dentes adjacentes ao dente extraído. Tal como mostram os estudos de Barone *et al.*, (2008) e Aimetti *et al.*, (2009), nas paredes lingual e vestibular houve perdas verticais com valores entre os 0,9 e 3,6 mm enquanto que nas paredes mesial e distal os valores variaram entre 0,4 e 0,5 mm, entre 3 a 7 meses após a extração. Estes valores sugerem que a presença de dentes adjacentes permite manter o nível ósseo nas paredes distal e mesial, pela relação que o osso mantém com os dentes (Tan *et al.*, 2012).

Em redor dos dentes existe um tipo ósseo denominado “*bundle bone*”, ou osso alveolar propriamente dito, no qual se inserem as fibras de “*Sharpey*” do ligamento periodontal, que com a perda dentária deixa de exercer a sua função. Como tal, tem sido realizada alguma investigação no sentido de perceber a relação da reabsorção deste tipo ósseo com as alterações dimensionais do rebordo alveolar. Deste modo, segundo estudos de Araújo & Lindhe (2005) e Araújo *et al.*, (2005) em cães, demonstrou-se uma presença exclusiva de “*bundle bone*” na parede vestibular do alvéolo e uma composição mista de osso lamelar e “*bundle bone*” na parede lingual. Esta constituição levou a que, segundo os mesmos autores, apesar de uma semana após a extração a parede vestibular se encontrasse cerca de 0,3 mm coronalmente à parede lingual, na passagem da segunda semana, já fosse

visível um posicionamento apical de cerca de 0,3 mm da parede vestibular em relação à lingual. Esta diferença aumentou para 0,9 mm na quarta semana e 1,9 mm na oitava semana. Desta forma, os resultados descritos revelam aquela que pode ser uma das causas para um decréscimo mais acentuado numa parede em relação à outra (Tan *et al.*, 2012; Wang & Lang, 2012).

As diferenças de perda óssea vertical entre as paredes vestibular e lingual não se revelam tão díspares no osso alveolar humano como no osso canino, algo que pode ser explicado pela semelhante propensão para a reabsorção das duas paredes, no caso humano. Deste modo, verificou-se uma diferença de diminuição vertical entre 0,3 e 0,6 mm num período de 3 a 7 meses entre as paredes lingual e vestibular do osso alveolar humano (Tan *et al.*, 2012).

Em termos percentuais, e de acordo com estudos de Lekovic *et al.*, (1997, 1998), Camargo *et al.*, (2000) e Pelegrine *et al.*, (2010) pela medição da altura interna do alvéolo (medida desde o fundo do alvéolo ao limite superior da parede óssea vestibular) e posterior comparação com a altura da parede ao longo do tempo, os valores de reabsorção variaram entre 11 e 22%, 6 meses após a extração. Estima-se que a diminuição da altura nas restantes paredes do alvéolo seja bastante menor pois, conforme já foi demonstrado, a reabsorção nestas paredes está presente em menor escala (Tan *et al.*, 2012).

### 3.2. Reabsorção horizontal do rebordo alveolar

Já foi demonstrado que a reabsorção óssea horizontal da parede vestibular do rebordo alveolar pode atingir os 56%, ao passo que a parede lingual pode chegar aos 30%, resultando numa redução de até 50% da largura do rebordo. Assim, a remodelação óssea pós-extracional resulta num rebordo de menores dimensões e, muitas vezes, deslocado para uma posição mais lingual. Em casos de falta da parede vestibular devido a lesões inflamatórias ou à extração dos dentes, o processo de remodelação torna-se bastante mais complicado (Tan *et al.*, 2012).

Diversos estudos, como os de Camargo *et al.*, (2000), Iasella *et al.*, (2003) e Pelegrine *et al.*, (2010), têm demonstrado que o decréscimo de volume ósseo ao nível da crista alveolar, horizontalmente, se situa entre os 2,46 e os 4,56 mm, após 6 meses de uma

extração. Apesar disto, estes valores apenas têm em conta a redução na crista alveolar sendo que, de acordo com alguns autores, à medida que avaliamos este parâmetro num posicionamento mais apical se observa uma diminuição dos valores de reabsorção óssea, pelo que o volume de osso existente é superior. Como já foi referido, a perda horizontal acontece em maior percentagem na parede vestibular em relação à parede lingual e pode variar entre os 29 e os 63%, 6 meses após a extração (Tan *et al.*, 2012).

Segundo Horváth *et al.*, (2013) os valores de perda óssea em alvéolos sem uso de qualquer técnica regenerativa, estiveram entre  $2,6 \pm 2,3$  mm e  $4,6 \pm 0,3$  mm no que toca à diminuição horizontal e  $0,8 \pm 1,6$  mm e  $3,6 \pm 1,5$  mm em termos verticais num período entre 1 a 9 meses após a extração. Estes dados vão de encontro aos valores demonstrados por Van der Weijden *et al.*, (2009) no sentido em que demonstram uma maior perda na largura do rebordo em relação à altura.

Os resultados apresentados na revisão sistemática de Tan *et al.*, (2012) apoiam estes dados e mostram, também, valores mais elevados de reabsorção óssea no sentido horizontal,  $3,79 \pm 0,23$  mm face a  $1,24 \pm 0,11$  mm no sentido vertical na parede vestibular aos 6 meses da extração de um dente, o que se traduz numa redução de volume horizontal entre 29 e 63% e vertical entre 11 e 22 %.

### 3.3. Fatores relacionados com a reabsorção do rebordo alveolar

A elevação de um retalho é um dos fatores que pode influenciar a perda óssea resultante de uma extração. Como tal, tem sido observado um maior decréscimo de volume ósseo em casos onde se realiza a elevação do retalho (Fickl, Zuhr, Wachtel, Bolz, & Huerzeler, 2008; Tan *et al.*, 2012). Apesar disto, segundo Araújo & Lindhe (2009) esta diferença pode estar presente apenas a curto prazo, pois deixa de ser significativa ao fim de 6 meses.

Também o consumo de tabaco está relacionado com diminuição do volume de osso alveolar e com atraso no processo de cicatrização pós-extração (Horváth *et al.*, 2013).

Pelo estudo realizado por Saldanha *et al.*, (2006) o tabaco afeta o processo de reabsorção existente, tendo sido apresentados valores de perda óssea vertical de 1,5 mm em pacientes fumadores de 20 cigarros por dia e de 1 mm em pacientes não fumadores.

Relativamente à comparação entre dentes unirradiculares e multirradiculares, apesar dos dentes com mais de uma raiz apresentarem maiores valores de reabsorção do rebordo, devido à sua maior largura, isto não se traduz numa diferença significativa na alteração da dimensão vertical do rebordo (Moya-Villaescusa & Sánchez-Pérez, 2010; Tan *et al.*, 2012).

O uso de próteses imediatas após uma extração não se revela um fator causal de maior reabsorção do rebordo alveolar a longo prazo, cerca de 2 anos, quando comparado com o uso de próteses não imediatas, apesar de num prazo mais curto existir diferenças relevantes. Para além dos fatores mencionados, alguns outros têm sido alvo de estudos e parecem apresentar uma influência positiva numa menor reabsorção do rebordo alveolar, como a existência de dentes adjacentes extruídos (Tan *et al.*, 2012).

Tendo em conta a importância da manutenção do volume de osso alveolar existente para a futura reabilitação dos espaços edêntulos é necessário compreender o padrão e as sequelas da reabsorção existente para uma melhor previsibilidade do tratamento, algo que pode ser condicionado pelo clínico com o auxílio de métodos de preservação alveolar que permitem alcançar menores níveis de perda dimensional (Avila-Ortiz *et al.*, 2014; Morjaria *et al.*, 2014).

#### 4. Classificação dos alvéolos pós-extração

Para a colocação de implantes imediatos é necessário ter em conta vários fatores, como o tipo de alvéolo presente após o procedimento cirúrgico de extração de um dente. Diferentes classificações têm sido elaboradas com o intuito de facilitar o processo de tomada de decisão terapêutica por parte do clínico (Al-Shabeeb *et al.*, 2012; Elian & Smith, 2007; Greenstein & Cavallaro, 2012).

Têm sido propostas diversas classificações de tipos alveolares resultantes de uma extração, baseadas no estado dos tecidos duros e moles presentes, segundo avaliação visual, radiográfica e através de sondagem. Deste modo, de acordo com Elian *et al.*, (2011), podemos definir alguns cenários clínicos que pretendem facilitar a tarefa de decisão de um clínico, aquando da possibilidade de colocação de implantes imediatos. Segundo os autores referidos, podemos classificar os alvéolos em Tipo I, quando tanto o osso alveolar como os tecidos moles não foram alterados. No Tipo II, os tecidos moles permanecem intactos, enquanto que o tecido ósseo apresenta uma fenestração na parte mais apical, apesar de na porção mais coronal não existir perda de tecido. Os Tipos III e IV diferem apenas nas alterações dos tecidos moles, sendo que no Tipo III estes se apresentam intactos, mas no Tipo IV estão alterados ou deformados. Em ambos os Tipos III e IV o osso alveolar apresenta defeitos e conseqüente perda de tecido na porção coronal e restantes localizações (Greenstein & Cavallaro, 2012).

Tendo como base esta classificação e tendo apenas em conta o alvéolo presente, os Tipos I e II apresentam-se como os mais adequados para a colocação de implantes imediatos, enquanto que os Tipos III e IV poderão necessitar de técnicas de aumento de tecidos para a posterior colocação de implantes (Greenstein & Cavallaro, 2012).

Para além da classificação referida existem outras como a de Smith & Tarnow, (2013), que se refere apenas aos alvéolos de molares e que os divide de acordo com as características do osso do septo. Para estes autores, alvéolos que apresentem um septo capaz de circundar a porção mais coronal de um implante em todo o seu perímetro são classificados em Tipo A. Em casos em que o septo tem uma extensão que permite ao implante ter estabilidade, mas não o rodeia na sua totalidade, temos um alvéolo Tipo B. Por fim, quando é necessário que outras paredes do alvéolo sejam usadas para que o implante fique estável, o alvéolo é classificado como Tipo C.

Alguns estudos, com o objetivo de comparar os níveis de reabsorção óssea em casos de extrações de dentes contíguos e colocação de implantes imediatos, classificam os alvéolos em ESC-1 (*Extraction Socket Classification-1*) quando apenas um dente foi extraído, ESC-2 quando se trata de dois dentes adjacentes e ESC-3 em casos de mais de dois dentes. Foi demonstrado que em situações de extração de vários dentes adjacentes existe maior perda de tecido ósseo na parede vestibular, algo que vai de encontro a outros trabalhos que demonstram a relevância da rede sanguínea existente ao nível do osso interdentário na manutenção do tecido ósseo vestibular (Al-Shabeeb *et al.*, 2012).

Devido ao elevado número de classificações alveolares existentes e à dificuldade para uso clínico diário que algumas apresentam, é claro para diversos autores que o ponto fulcral determinante da qualidade de um alvéolo é a presença dos tecidos moles e duros da parede vestibular (Elian & Smith, 2007). De acordo com este fator, Elian & Smith, (2007) elaboraram a sua classificação, dividindo os alvéolos pela parede vestibular que apresentam. O nível de dificuldade da reabilitação com implantes está diretamente relacionado com a dimensão óssea da parede vestibular do alvéolo e com os tecidos moles associados. Deste modo, o Tipo I apresenta uma parede intacta e permite uma maior previsibilidade no tratamento. O Tipo II revela-se de diagnóstico bastante complicado, tendo em conta a presença de tecidos moles no seu normal posicionamento, enquanto a parede óssea apresenta falta de estrutura. O Tipo III necessita, geralmente, de procedimentos de aumento de volume de tecido, devido à falta de estrutura, tanto a nível ósseo como dos tecidos moles.

Outros fatores, além do alvéolo pós-extração, têm de ser avaliados para a colocação de implantes, nomeadamente para os implantes imediatos. Entre estes fatores considera-se o nível da margem gengival livre, que quando situado coronalmente à JAC (Junção Amelo-cementária) apresenta menor risco estético; a forma da gengiva; o biótipo gengival, quando é grosso permite um melhor prognóstico; a forma do dente extraído, dentes quadrados apresentam menor recessão gengival posterior; o posicionamento da crista óssea e a posição do dente, quando se apresenta mais lingualizado existe mais tecido ósseo e tecido gengival disponíveis na zona vestibular (Greenstein & Cavallaro, 2012).

Perante a atual aceitação em relação à colocação de implantes imediatos é importante perceber a relevância que o alvéolo remanescente tem no prognóstico da reabilitação. Como tal, as diversas classificações existentes visam facilitar e criar protocolos de atuação para as diferentes situações que possam estar presentes. Em determinados casos,

as técnicas de preservação alveolar podem assumir-se como necessárias para que a previsibilidade do tratamento esteja nos níveis desejáveis (Al-Shabeeb *et al.*, 2012; Smith & Tarnow, 2013).

## **5. Indicações para a preservação do rebordo alveolar**

É amplamente referido na literatura que as extrações dentárias e os consequentes processos de remodelação existentes na fase de cicatrização óssea dos alvéolos levam à diminuição do volume ósseo alveolar. Este fenómeno, entre outras repercussões, afeta de sobremaneira a colocação de implantes, opção terapêutica que é, nos dias de hoje, prática comum no tratamento de pacientes desdentados, pois a reabsorção do rebordo alveolar pode resultar numa dimensão óssea insuficiente para o posicionamento correto e seguro de um implante, não sendo possível garantir um resultado estético e funcional adequado. Neste sentido, cada vez mais, os procedimentos de preservação alveolar ganham uma grande importância na terapêutica pós-extracional (Hämmerle, Araújo, & Simion, 2012; Horváth *et al.*, 2013; Milinkovic & Cordaro, 2014).

Quando falamos de preservação do rebordo é importante fazer a distinção entre o tipo de processo a que nos estamos a referir, dado que é um termo algo abrangente e que pode induzir em erro na análise da literatura. Assim, quando falamos de preservação do rebordo alveolar indica que os processos utilizados se referem à manutenção do volume ósseo existente aquando da extração. No entanto, em alguns casos, é necessário recorrer a técnicas que permitam obter um volume superior ao existente no momento da extração, devido a uma perda óssea prévia, pelo que se usa o termo de aumento do rebordo alveolar (Hämmerle *et al.*, 2012; Milinkovic & Cordaro, 2014; Vignoletti, Matesanz, *et al.*, 2012).

As mudanças dimensionais do rebordo alveolar podem ocorrer até um ano após a extração, mas a maior parte da reabsorção óssea tem lugar nos primeiros 3 meses, podendo levar a perdas horizontais de cerca de 50% do volume. Com o objetivo de contrariar esta diminuição de tecido ósseo disponível, têm sido propostas diversas técnicas de preservação alveolar, que não possibilitam a total manutenção de volume, mas se traduzem em perdas significativamente menores, algo que se revela extremamente importante para a reabilitação destes espaços edêntulos. Na prática clínica atual estão descritas diversas opções para a preservação do tecido ósseo do rebordo alveolar como a colocação de implantes imediatos e possível associação com outras técnicas; o preenchimento do alvéolo com diferentes materiais de enxerto e com a possibilidade de uso de membranas; a expansão do rebordo alveolar; osteotomias do rebordo, ou mesmo

a simples extração atraumática, sem a elevação de retalho (Milinkovic & Cordaro, 2014; Vignoletti, Matesanz, *et al.*, 2012).

Alguns estudos, como o de Fickl *et al.*, (2008), têm demonstrado vantagens na realização de extrações sem a abertura de retalhos relativamente à perda óssea subsequente, indicando menores taxas de remodelação óssea, algo que é contrariado por outros trabalhos, como o de Araújo & Lindhe (2009), que não revelam diferenças significativas no comparativo entre estes dois tipos de procedimentos. Esta ambiguidade de resultados também está presente na utilização de materiais de enxerto, apesar de ser notório que diferentes procedimentos de preservação resultam, de facto, numa menor perda de tecido. No entanto, não é possível indicar com certeza qual o procedimento ou material mais indicado em comparação com outros (Milinkovic & Cordaro, 2014; Vignoletti, Matesanz, *et al.*, 2012).

Mesmo com a utilização mais comum de técnicas como a colocação de implantes imediatos e dos benefícios da preservação alveolar, em algumas situações ainda existem reservas nestes procedimentos, como em casos de presença de infeção associada ao dente extraído. A evidência demonstra que é possível obter bons resultados de osteointegração de implantes colocados em zonas onde se encontravam dentes com lesão endodôntica ou periodontal associada, sendo sempre necessária a execução de procedimentos prévios à colocação do implante, nomeadamente o completo desbridamento do alvéolo. A terapêutica com aplicação de clorhexidina local a 0,12% pode ser indicada para melhor desinfeção do alvéolo. Relativamente ao uso de antibióticos locais e sistémicos, ainda não há evidência do seu benefício. Apesar do que foi referido, este fator requer uma maior investigação no que concerne à avaliação da longevidade da terapêutica ou ao tipo de infeção presente (Chrcanovic, Martins, & Wennerberg, 2013).

Tendo em conta o elevado número de materiais e técnicas disponíveis atualmente e a possível combinação dos mesmos, aliado à incerteza no que toca ao procedimento adequado para cada situação específica, é necessária a análise apropriada de alguns parâmetros, tais como a disposição anatómica presente, o prognóstico e as complicações da terapêutica escolhida, bem como as taxas de sucesso de acordo com a literatura. Para além disto, fatores como a experiência do clínico que executa determinado procedimento, condicionam positivamente os resultados obtidos em grande parte dos estudos, na medida em que, provavelmente, clínicos menos experientes não conseguiriam obter resultados tão positivos. A maioria dos autores foca-se no procedimento em si e nos resultados que

podem ser obtidos, ao invés de na indicação específica de cada técnica, algo que, de acordo com o que já foi referido está a cargo do clínico executante, tendo como base a bibliografia existente (Milinkovic & Cordaro, 2014).

## 6. Metodologias para a preservação do rebordo alveolar

Perante as alterações dimensionais do tecido ósseo após uma extração têm sido propostas diversas técnicas com o objetivo de impedir ao máximo estas mudanças, mantendo o volume ósseo inicialmente existente ou, não sendo possível alcançar resultados tão satisfatórios, permitir que não ocorram em tão grande medida. Este assunto tem assumido especial relevância entre os clínicos dada a maior frequência terapêutica de reabilitação pós-extracional com implantes (Morjaria *et al.*, 2014).

As primeiras metodologias para preservação do rebordo alveolar datam de 1974 e consistiam na retenção da raiz no alvéolo, sendo o objetivo principal atuar como elemento estabilizador de próteses removíveis. Apesar disto esta é uma técnica que não pode ser executada em muitas situações, tendo em conta fatores como a fratura dentária ou a cárie. Assim, muitas outras técnicas têm sido sugeridas para a preservação do volume ósseo, tornando-se práticas chave na medicina dentária contemporânea (Avila-Ortiz *et al.*, 2014; Bäumer, Zuhr, Rebele, & Hürzeler, 2017).

A dificuldade em encontrar estudos que apresentem resultados relevantes no que toca ao sucesso das terapêuticas de preservação alveolar, principalmente as alterações volumétricas que daí advêm, leva a que as conclusões geradas possam sobre ou subestimar o potencial de cada estratégia, algo que deve ser contrariado como a elaboração de novos trabalhos com o maior nível de evidência possível e sem a presença de limitações (Avila-Ortiz *et al.*, 2014; Vignoletti, Matesanz, *et al.*, 2012).

### 6.1. Extração atraumática

Independentemente da utilização de alguma técnica de preservação alveolar com recurso a materiais de preenchimento do alvéolo e membranas ou a colocação de implantes imediatos, a extração atraumática dentária é fundamental para a manutenção do tecido ósseo e dos tecidos moles. Previamente à extração o clínico deve proceder a um exame clínico e radiográfico detalhado para avaliar as condições presentes tanto relacionadas com o próprio dente como com as estruturas adjacentes. Deste modo, a anatomia dentária,

nomeadamente a existência de raízes longas e divergentes, grandes curvaturas ou raízes fusionadas; o estado do ligamento periodontal, com possíveis alterações dimensionais ou mesmo a anquilose do dente pela ausência do ligamento são fatores que podem condicionar a abordagem cirúrgica. É também necessário ter em atenção as estruturas anatómicas próximas, tal como o canal mandibular ou o pavimento do seio maxilar (Kubilius *et al.*, 2012; Pagni, Pellegrini, Giannobile, & Rasperini, 2012).

A perda de volume tecidual resultante de uma extração dificulta a reabilitação protodôntica dos espaços edêntulos, pelo que é fulcral tentar contrariar estas alterações de modo a evitar possíveis resultados estéticos indesejáveis, como o aparecimento de espaços negros pela retração dos tecidos moles da papila interdentária. As extrações atraumáticas, em conjugação com as técnicas de reabilitação adequadas, levam a que os resultados obtidos no tratamento sejam mais satisfatórios e a longevidade dos mesmos seja superior (de Jesus Tavares *et al.*, 2015).

As extrações dentárias podem resultar em algumas complicações pós-operatórias, para além dos processos de remodelação óssea e consequente diminuição do volume do rebordo alveolar, como alveolites, dor, fratura do osso alveolar ou da tuberosidade maxilar e trismus. Para além disto, as fraturas dentárias que ocorrem aquando deste processo podem dificultar a extração e traduzir-se numa cicatrização mais morosa. Tem sido referido em alguns estudos, como o de Cicciù, Bramanti, Signorino, Cicciù, & Sortino (2013), que uma correta extração dentária não depende da força aplicada ou da qualidade do osso, mas sim da técnica e dos instrumentos utilizados. Deste modo, os clínicos têm ao seu dispor alguns instrumentos que permitem uma ação pouco invasiva na remoção de um dente, tais como os periótomos, os “*physics fórceps*”, e alguns sistemas elaborados para as extrações atraumáticas como o “*Easy X-Trac*”, o sistema “*Benex*”, ou o extrator dentário “*Neodent*” (Muska *et al.*, 2013; Sharma, Vidya, Alexander, & Deshmukh, 2015).

A primeira fase da extração é a separação dos tecidos moles, processo no qual deve ser provocado o mínimo dano possível e em que se utilizam instrumentos variados, como alavancas, sendo aconselhado o uso de periótomos com o objetivo de preservar a integridade tecidual. Estes instrumentos são utilizados com movimentos de inserção e desinserção no sulco gengival, rompendo as fibras do ligamento periodontal e reduzindo a retenção do dente no alvéolo. Os periótomos permitem que se mantenha uma arquitetura tecidual adequada, tanto dos tecidos duros como dos tecidos moles e que a extração seja

realizada sem a abertura de um retalho, dada a sua precisão (Kubilius *et al.*, 2012; Sharma *et al.*, 2015).

Seguem-se a luxação e a extração com o auxílio de alavancas e boticões, instrumentos cuja ação pode ser coadjuvada por outro tipo de utensílios, como pontas ultrassónicas “*piezo*” para o corte das fibras do ligamento periodontal, apesar de, a escolha principal dever recair sobre os boticões para a remoção do dente. Atualmente, e tendo em conta as elevadas percentagens de fraturas dentárias aquando das extrações, é recomendada a odontosecção com recurso a instrumentos rotatórios (peça de mão ou contra-ângulo) e brocas especialmente indicadas para o efeito em casos de dentes multirradiculares com raízes divergentes. O processo de secção facilita a extração do dente com os instrumentos já referidos, reduzindo a probabilidade de fratura e devendo ser executado sem causar qualquer dano nos restantes tecidos. Em casos de raízes anquilosadas ou com luxação insuficiente a ação das brocas possibilita a posterior remoção destas com alavancas finas, enquanto que para as raízes fraturadas se pode recorrer aos instrumentos endodônticos que se retêm a nível do canal. Após a extração é importante garantir a curetagem total do alvéolo, recorrendo ao uso de curetas ou escavadores, e estar presente o sangramento adequado para a formação do coágulo sanguíneo (Kubilius *et al.*, 2012).

É importante referir que, exceto em determinadas circunstâncias e de acordo com alguns parâmetros específicos, todos os fragmentos radiculares têm de ser removidos, especialmente em casos de posterior reabilitação com implantes, apenas podendo permanecer se a sua remoção apresentar um risco mais elevado (Kubilius *et al.*, 2012).

Após o dente ser removido é necessário garantir a estabilidade do coágulo para que o processo de cicatrização possa ocorrer de forma fisiológica. Para esta estabilidade são utilizados vários materiais como as suturas, membranas de colagénio, esponjas hemostáticas ou mesmo coroas provisórias sobre a zona da extração. Em algumas situações específicas pode não ser indicado recorrer às técnicas de extração mais comuns, algo que pode ser evitado recorrendo à extrusão ortodôntica. Este é um processo moroso e que pode traduzir-se em problemas estéticos e dificuldades na higienização bem como o desajuste dos tecidos moles, mas que pode ser útil em situações como a necessidade de extração em pacientes contraindicados, por exemplo pacientes sob quimioterapia (Kubilius *et al.*, 2012).

A extração atraumática deve ser realizada sempre que possível pois é um processo que pode melhorar o prognóstico e os resultados da reabilitação prostodôntica pela manutenção dos tecidos periodontais envolventes, dado que a remoção de um dente é um processo que, geralmente, resulta em grandes perdas de volume ósseo e gengival. Assim, dada a importância que a quantidade de tecido existente tem na tomada de decisão terapêutica para a reabilitação dos espaços edêntulos, estas técnicas de extração estão indicadas perante a necessidade de remover um dente, especialmente em localizações de maior importância estética (de Jesus Tavares *et al.*, 2015).

## 6.2. Preservação alveolar com regeneração óssea guiada

Após uma extração são vários os mecanismos biológicos presentes para a reposição da homeostase dos tecidos e para a sua cicatrização. Tanto os tecidos moles como os tecidos duros estão sujeitos a um processo de reparação que visa levar ao encerramento total do defeito provocado pela remoção do dente em questão. Apesar disto, as células que constituem os tecidos moles, nomeadamente as células epiteliais e os fibroblastos, apresentam taxas de divisão celular e de migração bastante superiores quando comparadas com as células ósseas. Assim, o alvéolo deixado pela extração tende a ser preenchido por uma maior quantidade de tecido mole. Tendo em conta a importância da preservação do tecido ósseo para os tratamentos reabilitadores e o facto de após uma extração ocorrer reabsorção do rebordo alveolar aliado à maior capacidade de divisão dos tecidos moles, surgem as técnicas de regeneração óssea guiada (ROG) (Morjaria *et al.*, 2014).

A ROG tem como objetivo primordial contrariar o crescimento dos tecidos moles, das células epiteliais e fibroblastos, para o interior do alvéolo, de modo a que as células ósseas possam exercer a sua função osteogénica, produzindo tecido ósseo num local preservado por membranas aliadas ou não ao uso de materiais de enxerto. Quando não se aplicam técnicas de ROG os tecidos moles podem impedir totalmente a formação óssea tanto em defeitos ósseos como em alvéolos pós-extracionais. Para além da função referida, as técnicas de ROG podem também assumir um papel importante na estabilização do coágulo e proteção da zona de cicatrização (Anton, Keestra, Barry, & Hukdug, 2016; Clementini, Morlupi, Agrestini, & Barlattani, 2013; Morjaria *et al.*, 2014).

A utilização destes métodos de preservação alveolar através da ROG está dependente do uso de membranas que têm necessariamente de ter características consonantes com a sua utilização em contacto com os tecidos vivos humanos. Como tal, a biocompatibilidade destes materiais é fundamental para evitar respostas inflamatórias por parte do hospedeiro, bem como características físicas e mecânicas que permitam exercer a sua função de barreira sem o risco de colapsar, garantindo, ao mesmo tempo, a facilidade de aplicação pelo clínico nas situações necessárias. As propriedades de degradação das membranas permitem a sua subdivisão em membranas reabsorvíveis e não-reabsorvíveis (Bottino *et al.*, 2012; Dimitriou *et al.*, 2012).

Embora em defeitos ósseos de pequenas dimensões o uso de membranas possa ser suficiente para uma completa cicatrização do tecido e formação de novo osso pelos processos de remodelação existentes, quando estão presentes defeitos de grandes dimensões pode ser necessário o uso concomitante de materiais de enxerto que facilitem a ação das células ósseas pelas suas propriedades osteocondutoras. O uso isolado de membranas em grandes defeitos leva a que o tecido da zona mais central do defeito se apresente como um tecido conjuntivo desorganizado, algo que demonstra a importância que os materiais de enxerto podem ter (Dimitriou *et al.*, 2012).

#### 6.2.1. Indicações da regeneração óssea guiada

A combinação de diferentes técnicas para a regeneração óssea guiada já foi proposta, estando descrita a utilização de membranas em associação com materiais de enxerto, como já foi referido, mas, também, o uso de implantes imediatos como forma de contrariar a diminuição do volume ósseo do rebordo alveolar após uma extração (J. Lindhe, Araújo, Bufler, & Liljenberg, 2013).

A importância do uso de métodos de ROG estende-se para além da preservação do rebordo alveolar depois de uma extração, sendo a sua utilização também indicada para outro tipo de situações como a existência de defeitos verticais causados por doença periodontal (Bottino *et al.*, 2012; Khojasteh, Soheilifar, Mohajerani, & Nowzari, 2013). A presença de membranas permite que as células do ligamento periodontal, do osso

alveolar e do sangue formem novo tecido de suporte periodontal, impedindo o crescimento dos tecidos moles para a zona do defeito (Bottino *et al.*, 2012).

As membranas são, atualmente, um dos materiais mais investigados no que toca à regeneração óssea. O seu uso no âmbito oral está relacionado com as baixas cargas mecânicas a que o osso está sujeito o que permite que mantenham a sua função com o passar do tempo. Apesar disto, os fatores locais do hospedeiro, o tipo de membrana utilizada, a técnica adotada e a situação para a qual o material é utilizado influenciam os resultados e o prognóstico do tratamento, algo que deve ser tido em consideração (Dimitriou *et al.*, 2012).

### 6.2.2. Tipos de membranas na regeneração óssea guiada

Têm sido desenvolvidos vários tipos de membranas na tentativa de alcançar o material ideal para cada aplicação. Todas as membranas têm algumas características que as tornam clinicamente funcionais perante a necessidade da sua utilização, como a biocompatibilidade, as propriedades oclusivas, a integração nos tecidos, a possibilidade de manuseamento pelos clínicos e a capacidade de criação ou manutenção de espaço. Deste modo, podemos dividir as membranas em dois grupos, as não-reabsorvíveis e as reabsorvíveis pelo organismo humano (Dimitriou *et al.*, 2012).

#### 6.2.2.1. Membranas não-reabsorvíveis

No começo do uso de membranas como opção de tratamento a celulose de acetato foi o material escolhido, produzindo-se membranas a partir da celulose de filtros *Millipore*<sup>®</sup>. Com o uso cada vez mais comum das técnicas de ROG com membranas, foi desenvolvida a primeira a nível comercial, a partir de *Teflon*, um politetrafluoretileno expandido (e-PTFE). As membranas de e-PTFE eram constituídas, inicialmente, por uma parte exterior com a capacidade de impedir a migração epitelial, mas permitindo o desenvolvimento do tecido conjuntivo e por uma porção oclusiva que prevenia o contacto do tecido do retalho com a raiz do dente cujo defeito estava a ser tratado. Posteriormente foi adicionada uma

porção central rígida a este tipo de membrana que tinha como objetivo aumentar o espaço protegido pela mesma de modo a que fosse regenerada uma maior quantidade de tecido. Com a adição de titânio à sua estrutura originaram-se as membranas de politetrafluoretileno (PTFE) reforçadas por este metal. Os bons resultados do uso deste tipo de material no tratamento de defeitos ósseos levaram a que se desse a sua adaptação para as técnicas de ROG na preservação alveolar (Bottino *et al.*, 2012; Tomlin *et al.*, 2014).

O sucesso do tratamento de defeitos ósseos através da ROG com membranas não-reabsorvíveis e-PTFE começou a ser descrito na literatura por autores como Buser *et al.*, (1990) que com a utilização de pinos de titânio como forma de suporte à membrana e perfuração da cortical óssea como forma de garantir um melhor suprimento sanguíneo conseguiu resultados positivos com aumentos entre 1,5 e 5,5 mm de volume ósseo (Tomlin *et al.*, 2014).

Apesar das suas qualidades, as membranas de e-PTFE têm associadas à sua utilização algumas possíveis complicações e desvantagens tal como o facto de ser necessária uma segunda cirurgia para sua remoção, dada a incapacidade do organismo reabsorver este tipo de material (Jung, Fenner, Hämmerle, & Zitzmann, 2013). Esta segunda cirurgia pode dificultar o processo de cicatrização. Contudo, a complicação presente em maior número de casos é a exposição da membrana devido à falta de recobrimento por parte do retalho ao longo do processo de cicatrização. Esta situação leva a que as bactérias tenham um meio de comunicação com os tecidos em formação, algo que pode conduzir à infeção o que é fomentado pela adesão das bactérias aos poros da membrana. Alguns estudos demonstram que a exposição da membrana pode reduzir significativamente a quantidade de tecido ósseo formado com valores de 3,01 mm a passarem para 0,56 mm, e também levar ao insucesso da terapêutica em até 31% dos casos. Está também descrita a possibilidade das membranas e-PTFE estarem relacionadas com reações de citotoxicidade em alguns casos (Dimitriou *et al.*, 2012; Tomlin *et al.*, 2014; Zakhary *et al.*, 2012).

Tendo em conta que a adesão das bactérias às membranas de e-PTFE ocorre devido à porosidade que este tipo de material apresenta, foram desenvolvidas membranas d-PTFE (politetrafluoretileno de alta densidade), sem poros. Este tipo de membrana, desenvolvido especificamente para preservação alveolar pós-extracional, permite que algum do volume alveolar seja mantido, mesmo com exposição da membrana, algo que acontece pela

impossibilidade de penetração de bactérias. O facto de não ser necessária uma cobertura total da membrana possibilita que não sejam realizadas incisões de descarga, algo que melhora a cicatrização dos tecidos moles (Dimitriou *et al.*, 2012; Tomlin *et al.*, 2014). Apesar disto, alguns estudos apontam para que as membranas de e-PTFE tenham melhores resultados em termos de regeneração óssea (Dimitriou *et al.*, 2012).

#### 6.2.2.2. Membranas reabsorvíveis

Com o intuito de tornar o processo de ROG com recurso a membrana numa cirurgia única foram desenvolvidas as membranas reabsorvíveis, materiais que têm sido utilizados em várias áreas médicas, especialmente na cirurgia periodontal. Atualmente este tipo de membrana tem sido aplicada em grandes defeitos ósseos e demonstra capacidade de reter os materiais de enxerto (Bottino *et al.*, 2012; Dimitriou *et al.*, 2012).

Podemos referir dois tipos principais de membranas reabsorvíveis de acordo com a sua constituição. As membranas sintéticas de poliésteres alifáticos, que incluem as membranas de co-polímeros de ácido poli-l-ácético (PLLA), as de ácido poliláctico co-glicólico (PLGA) e as de poliglactina, e as membranas naturais de colagénio (Dimitriou *et al.*, 2012).

Relativamente às membranas de colagénio, o tipo-I é o mais comum e é de origem animal, nomeadamente bovina ou porcina. É um material biocompatível, hemostático, que favorece a cicatrização pela sua capacidade de indução de agregação das plaquetas e ligação da fibrina e que permite a fixação dos osteoblastos e fibroblastos devido à sua estrutura reticulada. Contudo, a sua rápida absorção não permite manter a integridade necessária para a regeneração óssea, algo que levou à utilização de técnicas com ligações cruzadas para aumentar este tempo de reabsorção, que deve ser no mínimo entre 4 a 6 semanas de forma a permitir alguma estabilidade nos tecidos. A grande variabilidade de características e propriedades é algo que também dificulta a ação do clínico, tal como as alterações provocadas pelo humedecimento das membranas de colagénio (Dimitriou *et al.*, 2012; Zakhary *et al.*, 2012).

As membranas de poliésteres alifáticos, como a de PLLA e a de PLGA, são o tipo de membranas reabsorvíveis mais utilizado. É possível alterar as suas características e

composição, algo que permite o seu fabrico para diferentes situações clínicas e que garante uma reabsorção lenta que possibilita uma grande vascularização do tecido ósseo e uma porção fibrosa menos espessa, em comparação com membranas de reabsorção mais rápida. Podem surgir algumas reações associadas à degradação deste tipo de membranas (Bottino *et al.*, 2012; Dimitriou *et al.*, 2012).

As membranas reabsorvíveis têm como principais vantagens o facto de não ser necessária uma segunda cirurgia para sua remoção, sendo um procedimento com apenas uma fase. O facto de serem absorvidas pelos tecidos reduz o stress imposto ao osso regenerado, apesar de existir falta de previsibilidade relativamente ao tempo de reabsorção. Esta condição é dependente do pH do meio e das características do próprio material. A sua menor capacidade de manutenção de espaço quando comparadas com as membranas não-reabsorvíveis apresenta-se como outra desvantagem (Bottino *et al.*, 2012; Tomlin *et al.*, 2014).

#### 6.2.2.3. Outros tipos de membranas

Face às desvantagens apresentadas tanto pelas membranas não-reabsorvíveis como pelas reabsorvíveis, criou-se a necessidade de estudar e desenvolver novos tipos de materiais com características mais próximas do ideal, como forma de melhorar os resultados terapêuticos do uso de membranas. Desta forma, alguns investigadores têm estudado a possibilidade de desenvolver membranas com propriedades mecânicas suficientes para manterem a sua estrutura no tempo necessário, com taxas de reabsorção mais previsíveis e com a capacidade de estimular a produção óssea pela presença de mediadores na face óssea da membrana, como o fosfato de cálcio ou fatores de crescimento, bem como de inibir a ação das bactérias pela incorporação de agentes antibacterianos na porção em contacto com os tecidos moles (Bottino *et al.*, 2012).

As novas membranas desenvolvidas reúnem algumas características importantes para a ROG, mas ainda carecem de evidência de estudos “*in vivo*”. As membranas de alginato; alguns novos co-polímeros biodegradáveis; as membranas amnióticas; as membranas nanofibras, constituídas por polisulfona; as membranas híbridas, constituídas por uma composição mista de colagénio, hidroxiapatite e citosano; as membranas de fosfato de

cálcio ou de látex, são algumas das membranas que estão sob estudo e desenvolvimento, como forma de contrariar as desvantagens das membranas mais comumente utilizadas (Dimitriou *et al.*, 2012).

Num estudo de Luczyszyn *et al.*, (2005), o autor demonstrou o uso de matriz dérmica acelular (MDA) para a preservação do rebordo alveolar. A MDA é obtida da pele humana, que é submetida a diferentes processos de limpeza para remoção da epiderme e alguns elementos celulares de modo a impedir a sua rejeição pelo local recetor. Posteriormente é preservada através de um mecanismo de congelamento que impede a formação de cristais de gelo. No campo da medicina dentária começou por ser usada em cirurgias mucogengivais. Relativamente à preservação alveolar, de acordo com o autor referido, em conjugação com hidroxiapatite reabsorvível como material de enxerto, conseguiu manter-se a espessura do rebordo alveolar ao fim de 6 meses, com valores de  $6,8 \pm 1,26$  mm e  $5,53 \pm 1,06$  mm para o grupo que com uso de enxerto e para o grupo sem o uso de enxerto, respetivamente (Tomlin *et al.*, 2014).

O objetivo das pesquisas é o de alcançar um material perto do ideal para utilização nas técnicas de ROG, com características melhoradas e com a conjugação dos pontos positivos de cada tipo de membrana num único material. Algumas das membranas referidas apresentam características importantes e são já usadas na prática clínica, apesar de ser necessária mais investigação neste campo para que se possa atuar de acordo com maiores níveis de evidência científica (Dimitriou *et al.*, 2012).

### 6.2.3. Materiais de enxerto na regeneração óssea guiada

Perante a utilização de técnicas de ROG, para além do uso de membranas, em alguns casos é feita a associação de materiais de enxerto ósseo, com o objetivo de melhorar os resultados de preservação alveolar. Tendo em conta as várias situações clínicas que podem estar presentes e os diferentes tipos de materiais disponíveis, é necessário para os clínicos ter a capacidade de escolha do material mais adequado para cada caso (Milinkovic & Cordaro, 2014).

Os materiais de enxerto podem ser caracterizados de acordo com as propriedades e composição que apresentam. Uma das formas de diferenciar os materiais tendo em conta

as suas características e os efeitos que podem produzir quando em contacto com os tecidos vivos humanos, nomeadamente o osso, é pelo tipo de processo que podem favorecer. Deste modo, materiais de enxerto osteocondutores, como os polímeros, o vidro bioativo e a hidroxiapatite, têm a capacidade de providenciar um meio com as condições necessárias para o desenvolvimento das células osteogénicas do osso e que permite a sua migração para a zona onde se pretende que ocorra a formação de novo tecido (Morjaria *et al.*, 2014). Materiais formados por mediadores, como o fator de crescimento recombinante humano (Rh BMP-2), ou os aloenxertos de osso humano desmineralizado promovem a diferenciação de células ósseas em elementos da linhagem dos osteoblastos, sendo materiais osteoindutores. Para além destes materiais, existem também os enxertos osteogénicos, apesar do único material verdadeiramente osteogénico ser o osso autógeno, pois é necessária a existência de células ósseas no enxerto para a produção de novo tecido “*per se*” (Anton *et al.*, 2016; Morjaria *et al.*, 2014).

Atualmente existem outros tipos de agentes utilizados para preservação alveolar, como diferentes fatores de crescimento presentes nas plaquetas (TGF- $\beta$ , PDGF, IGF, FGF), que são utilizados pela obtenção de plasma rico em plaquetas (PRP), fibrina rica em plaquetas (PRF) ou fibrina rica em plaquetas e leucócitos (L-PRF), através do sangue do próprio indivíduo (Kubilius *et al.*, 2012).

A classificação dos diferentes tipos de materiais de enxerto pode ser feita de acordo com a sua proveniência, sendo o enxerto autógeno originário do próprio indivíduo que o vai receber, mas de outra localização. Em situações em que o osso é recolhido de cadáveres humanos e sofre um processo de congelamento, antecedido, ou não, por desmineralização, denomina-se aloenxerto, ao passo que o tecido ósseo recolhido de animais, após remoção da matéria orgânica, é um xenoenxerto. Os enxertos aloplásticos são materiais sintéticos como o vidro bioativo ou o fosfato de cálcio (Anton *et al.*, 2016).

O contacto dos materiais de enxerto com os tecidos vivos inicia, necessariamente, uma resposta e, consoante o tipo de material, pode acelerar ou atrasar o processo de cicatrização óssea. A utilização deste tipo de materiais parece facilitar a presença das células ósseas e a formação de novo tecido, apesar de, aparentemente, a ocupação de espaço ser a principal ação dos materiais de enxerto. As suas influências a nível de resposta no local recetor estão dependentes da composição e morfologia das partículas (Morjaria *et al.*, 2014).

Existem alguns problemas associados ao uso dos materiais de enxerto disponíveis atualmente, como o atraso na cicatrização e o facto de permanecerem partículas não reabsorvidas. O seu benefício em termos de preservação alveolar necessita de maior investigação. De facto, a formação óssea pode não ocorrer, mantendo-se o material na zona a ser regenerada, e a revascularização desta área pode também estar condicionada. Para o uso de materiais de enxerto com a confiança necessária, é necessário que estes garantam melhorias na cicatrização e previnam a reabsorção do rebordo alveolar após uma extração (Morjaria *et al.*, 2014).

#### 6.2.3.1. Enxertos autógenos

Apesar de ser considerado como o material de enxerto de referência, o osso autógeno apresenta algumas limitações que não facilitam o seu uso. A necessidade de recolha do tecido dificulta o processo, sendo que, tendo como local dador uma zona extraoral, como a crista ilíaca, para além da cirurgia necessária, o paciente está sujeito a um período de recuperação também relativo a esta intervenção (Kubilius *et al.*, 2012). Mesmo tendo em conta a previsibilidade dos enxertos a partir de tecido ósseo do ilíaco, estão associadas algumas complicações como a reabsorção das raízes ou a anquilose. Para além dos locais extraorais é possível fazer a recolha do enxerto na cavidade oral, sendo a tuberosidade maxilar um dos locais preferenciais devido à maior capacidade osteogénica do osso esponjoso aqui recolhido quando comparado com o osso cortical de outras regiões (Tomlin *et al.*, 2014).

O tipo de material escolhido para um enxerto também parece estar relacionado com o tempo planeado para o aumento de volume ósseo, sendo os enxertos autógenos, tal com os aloenxertos, associados a processos a curto-prazo, entre 3 a 6 meses, devido à sua capacidade osteogénica, que permite uma maior formação de tecido em menor tempo, principalmente se a constituição for maioritariamente de osso esponjoso (Kubilius *et al.*, 2012).

### 6.2.3.2. Aloenxertos

Perante as limitações que a realização de uma segunda cirurgia na utilização de enxertos autógenos apresenta, a aplicação de aloenxertos ganhou importância, principalmente devido a uma disponibilidade praticamente ilimitada tendo em conta as necessidades. Este tipo de material é recolhido de cadáveres humanos e pode sofrer um processo de desmineralização (DFDBA, *demineralized freeze-dried bone*) ou permanecer mineralizado (FDBA, *mineralized freeze-dried bone*), estando sempre sujeito a secagem e congelamento. O DFDBA possui a capacidade de osteoindução pela exposição de BMP's, algo que é benéfico em comparação com o FDBA (Tomlin *et al.*, 2014; Wang & Lang, 2012).

Em relação ao tamanho das partículas, alguns autores, como Shapoff *et al.*, (1980) apontam para que o ideal se situe entre os 100 e os 300 µm, dimensões que permitem taxas de reabsorção adequadas e que facilitam a revascularização do tecido. Zaner & Yukana (1984) referem que o tamanho ideal das partículas do enxerto é de 380 µm (Tomlin *et al.*, 2014).

Num estudo de Wood & Mealey (2012) que comparou o uso de FDBA e DFDBA na preservação de alvéolos pós-extracisionais, verificou-se que nos casos em que se utilizou DFDBA os valores de osso vital foram significativamente superiores quando comparadas com o outro grupo, com percentagens de 38,42% face a 24,63%. Quanto às partículas residuais de material de enxerto, com o uso de DFDBA o valor foi de 8,88% enquanto que no grupo de FDBA foi de 25,42%, algo que demonstra os melhores resultados do enxerto desmineralizado (Tomlin *et al.*, 2014; Wang & Lang, 2012).

Apesar destes enxertos serem provenientes de um dador, não há relatos de contaminação por nenhuma patologia, estimando-se que a probabilidade de transmissão de alguma doença em enxertos que sofrem processos de congelamento seja de um para oito milhões (Tomlin *et al.*, 2014).

### 6.2.3.3. Xenoenxertos

Os materiais de enxerto provenientes de outras espécies animais são utilizados com propósitos regenerativos a um prazo mais alargado, dado que o seu tempo de reabsorção é bastante superior quando comparado com os enxertos autógenos e os aloenxertos (Kubilius *et al.*, 2012).

O material mais usado é o mineral de osso bovino desproteínizado (DBBM, *deproteinized bovine bone mineral*), conhecido pelo seu nome comercial, *Bio-Oss*<sup>®</sup> (*Geistlich Pharma*). O DBBM é utilizado como material de preenchimento alveolar, no entanto um estudo de Eskow (2013) aponta para que este tipo de enxerto atrase o processo de cicatrização, como verificado em trabalhos comparativos com grupos de cicatrização normal, sem a aplicação de qualquer material, com valores de formação de novo tecido ósseo de 25% no local em que foi colocado o material de enxerto face a 44 % do grupo de cicatrização fisiológica, ao fim de 12 semanas. Apesar disto, a capacidade osteocondutora do DBBM permite que este seja um material com capacidade de ser uma opção para a preservação do rebordo alveolar. Outro estudo, de Artzi (2000), aponta para a presença de partículas de xenoenxertos bovinos 9 meses depois do procedimento, sendo a percentagem de osso vital entre os 26,4 e os 35,1% no fim deste período de tempo. É importante referir que após os 9 meses referidos, não existia tecido conjuntivo em contacto com o enxerto (Tomlin *et al.*, 2014).

Um estudo de Mardas *et al.*, (2010) comparou os enxertos de DBBM com um material sintético na preservação do rebordo alveolar e concluiu que 8 meses após o procedimento a perda de largura óssea foi menor no grupo enxertado com o material sintético (-1,1 mm) quando comparada com o grupo em que se utilizou DBBM (-2,1 mm). Nas restantes dimensões os resultados foram semelhantes (Wang & Lang, 2012).

Apesar da interferência negativa que os materiais desta origem têm na cicatrização dos alvéolos, os benefícios em termos de preservação do rebordo alveolar foram demonstrados pela literatura. Alguns autores referem também uma menor necessidade de procedimentos de elevação do seio maxilar em casos em que foi efetuada preservação com xenoenxertos (Pagni *et al.*, 2012).

#### 6.2.3.4. Enxertos aloplásticos

Os materiais sintéticos como a hidroxiapatite, o fosfato tricálcico, o sulfato de cálcio ou os polímeros de vidro bioativo, são outra das opções como material de enxerto na preservação alveolar. A sua capacidade osteocondutora permite que se comportem como uma estrutura para a formação de novo tecido, garantindo a estabilidade da estrutura óssea adjacente e o preenchimento do alvéolo (Kubilius *et al.*, 2012; Tomlin *et al.*, 2014).

Segundo um estudo de Froum *et al.*, (2004), em alvéolos enxertados com hidroxiapatite, em comparação com osso bovino, obtiveram-se resultados de presença de 31% de osso vital, na zona onde se realizou o procedimento, em contraste com 29,75%, respetivamente, ao fim de 6 a 8 meses.

Em relação a aloenxertos de DFDBA sem o uso de membrana, o uso de vidro bioativo permitiu a formação 59,5% de osso vital, permanecendo 5,5% de material de enxerto residual, face a valores de 34,7% de osso vital e 13,5% de material de enxerto residual de DFDBA, depois de 6 a 8 meses, segundo o trabalho de Froum *et al.*, (2002). O grupo de controlo deste último estudo, com cicatrização sem qualquer material de enxerto apresentou 32,4% de osso vital na região do alvéolo após o mesmo tempo de cicatrização. Apesar de não serem valores estatisticamente significativos, permitiram concluir a capacidade osteocondutora destes materiais (Tomlin *et al.*, 2014).

Os resultados que os materiais sintéticos apresentam quando é necessária a colocação de implantes mostram que é necessária mais investigação, devido à possibilidade da presença de um osso com piores características mecânicas, quando comparado com alvéolos cicatrizados sem qualquer procedimento de preservação, bem como resíduos de material de enxerto não reabsorvidos que implicam a limpeza da zona o que se pode traduzir na necessidade de utilização de implantes de maior dimensão, ou mesmo na impossibilidade de colocação de implante, de acordo com um estudo de De Coster *et al.*, (2011) (Wang & Lang, 2012).

#### 6.2.4. Resultados da preservação alveolar com regeneração óssea guiada

Segundo a revisão sistemática de Horváth *et al.*, (2013) o uso de membrana isoladamente permite uma preservação de volume alveolar significativamente superior ao fim de 6 meses, tanto em altura como em largura, quando comparada com alvéolos sem qualquer técnica de preservação, independentemente do tipo de membrana utilizado. De acordo com estudos de Barone *et al.*, (2008); V. Lekovic *et al.*, (1997); Vojislav Lekovic *et al.*, (1998), após avaliação ao fim de 4 a 9 meses, alvéolos submetidos a procedimentos de ROG, com o uso de membrana isoladamente nos dois primeiros estudos e a associação de material de enxerto no outro estudo, tiveram reduções horizontais, no sentido vestibulo-lingual, entre  $1,2 \pm 0,9$  mm e  $2,5 \pm 1,2$  mm comparadas com valores entre  $2,6 \pm 2,3$  mm e  $4,6 \pm 0,3$  mm dos grupos controle em que não foi realizado qualquer procedimento de preservação. As diferenças apresentadas revelaram-se estatisticamente significativas, algo que também se verificou relativamente à altura, com valores que variaram entre um aumento de  $1,3 \pm 2$  mm e uma diminuição de  $0,7 \pm 1,4$  mm, no mesmo grupo de teste, face a uma diminuição entre  $0,9 \pm 1,6$  mm e  $3,6 \pm 1,5$  mm do grupo controle. Em casos de exposição da membrana e consequente remoção antes do tempo definido, os resultados foram semelhantes ao grupo dos alvéolos que cicatrizaram sem ROG. Nos estudos em que se utilizou material de enxerto associado ao uso de membranas também se demonstraram resultados positivos, com formação de tecido ósseo, apesar da presença de partículas de material de enxerto (Horváth *et al.*, 2013).

De acordo com Morjaria *et al.*, (2014) os métodos de ROG, o uso de membrana ou a associação de membrana e material de enxerto, permitem reduzir os valores de perda óssea em comparação com grupos de teste sem realização de qualquer procedimento, com dimensões de perda entre 1,14 e 2,5 mm face a valores entre 2,46 e 4,56 mm do grupo de teste em relação à largura do rebordo avaliado clinicamente. Relativamente à altura do rebordo, nos alvéolos do grupo controle a perda variou entre 0,9 mm e 3,6 mm, enquanto que nos casos submetidos a ROG os valores variaram entre perda de 0,62 mm a ganho de 1,3 mm. Alguns dados histológicos apontam para a presença de partículas remanescentes de material de enxerto nos locais submetidos aos procedimentos, algo que pode ter tido influência nos valores obtidos (Morjaria *et al.*, 2014).

Tendo em conta os estudos analisados na revisão sistemática de Vittorini Orgeas, Clementini, De Risi, & de Sanctis, (2013) a utilização de membranas isoladamente permitiu melhores resultados, comparativamente ao uso de materiais de enxerto, algo que pode ser explicado pela função de proteção que as membranas exercem sem interferir com a normal cicatrização, como acontece com os materiais de enxerto (Vittorini Orgeas *et al.*, 2013).

Apesar de existir evidência que demonstra que a ROG previne parcialmente a reabsorção do rebordo alveolar, não é possível referir com certeza que tipo de material apresenta melhores resultados. Para além disto, é necessária mais evidência científica que mostre que a preservação alveolar diminua a necessidade de novos processos de aumento concomitante à colocação de implantes, algo que acaba por acontecer em alguns casos (Avila-Ortiz *et al.*, 2014; Horváth *et al.*, 2013).

Os resultados que as técnicas de preservação alveolar apresentam permitem concluir que existe, de facto, menor reabsorção do rebordo alveolar em oposição à normal cicatrização dos tecidos. No entanto, é difícil definir qual a melhor técnica entre as disponíveis para manutenção do volume alveolar após uma extração. O uso de membranas parece apresentar melhores resultados em comparação com outras técnicas, mas é necessária mais investigação que permita relacionar estes procedimentos com o sucesso a longo prazo da terapêutica de reabilitação com recurso a implantes, bem como comparar os diferentes materiais e técnicas existentes para possibilitar a melhor decisão clínica possível (Morjaria *et al.*, 2014; Vignoletti, Matesanz, *et al.*, 2012).

### 6.3. Técnica de “*socket-shield*”

A perda tecidular associada às extrações dentárias é um tema bastante abordado e investigado e que se assume como um desafio para os clínicos na tentativa de contornar este problema, tanto no aspeto funcional, como na estética. Os diferentes procedimentos de preservação e de reconstrução tecidular existentes visam permitir que se obtenha resultados mais satisfatórios, essencialmente na reabilitação com implantes. Apesar dos esforços no sentido de atingir resultados perto do ideal, é notório que apenas em alguns casos este objetivo é cumprido. A destruição do ligamento periodontal, a reabsorção do

osso alveolar propriamente dito e a conseqüente diminuição do volume dos tecidos moles dificultam a colocação dos implantes, e os métodos de preservação alveolar não conseguem garantir a total manutenção do volume tecidual (Bäumer *et al.*, 2017; Guirado *et al.*, 2016). Neste sentido, e utilizando um princípio introduzido na década de 1970, mas com um objetivo diferente, desenvolveu-se a técnica “*socket-shield*”, por Hurzeler *et al.*, (2010), em que se mantém a porção vestibular da raiz do dente extraído com o objetivo de preservar os tecidos periodontais associados, colocando-se um implante imediato numa posição mais palatina ou lingual (Bäumer *et al.*, 2017; Gharpure & Bhatavadekar, 2017).

A importância da parede vestibular do rebordo alveolar na reabilitação com implantes e a necessidade de aplicação de métodos de preservação alveolar em muitos casos, demonstra a importância que esta técnica pode assumir, tendo em conta os resultados positivos que apresenta em termos de preservação alveolar, algo relacionado com a manutenção do ligamento periodontal associado à raiz. Para além disto é uma técnica que reúne outras vantagens, como um menor custo para o paciente e uma intervenção cirúrgica mais reduzida (em comparação com outras técnicas de preservação alveolar), podendo diminuir a extensão do tratamento, fatores que são benéficos para os pacientes (Bäumer *et al.*, 2015; Saeidi Pour *et al.*, 2017).

A técnica “*socket-shield*” parece permitir algumas variações na base de manter a porção vestibular da raiz de um dente extraído, como o caso dos dentes com fraturas verticais, em que pode ser possível manter a porção vestibular do dente fraturado, mesmo tendo em conta a presença da linha de fratura associada. Para possibilitar este tipo de procedimento é necessário remover a linha de fratura que poderia levar à acumulação de bactérias e posterior infeção ou dividir o fragmento em duas partes que permanecem no alvéolo (Bäumer *et al.*, 2015; Guirado *et al.*, 2016).

Outro método associado à técnica “*socket-shield*” é a colocação de um implante na raiz mantida, algo que permite contrariar a formação de tecido conjuntivo quando o implante é distanciado do fragmento, prevenindo qualquer movimento do implante (Guirado *et al.*, 2016; Huang *et al.*, 2017). A colocação do implante nestas condições pode levar ao movimento da raiz mantida ou à sua reabsorção, pelo que Huang *et al.*, (2017) aliaram o uso de materiais de enxerto a esta técnica, com o implante a ser colocado numa posição mais palatina permitindo uma redução na reabsorção da raiz, observando-se a formação de tecido ósseo entre o implante e o fragmento radicular ao fim de 6 meses.

Num estudo de Bäumer *et al.*, (2017) que contou com 10 pacientes submetidos à colocação de implantes imediatos associados à técnica de “*socket-shield*”, causando o mínimo de pressão possível no fragmento radicular de 2 a 3 mm de espessura que funcionava como “escudo” (“*shield*”), verificou-se, ao fim de 5 anos que a recessão na zona dos implantes foi de  $0,33 \pm 0,23$  mm em comparação com  $0,38 \pm 0,27$  mm nos dentes adjacentes, sendo que todos os implantes colocados tiveram sucesso. A análise dos resultados permitiu concluir o sucesso do uso desta técnica e os benefícios que apresenta ao nível de preservação dos tecidos periodontais. Nestes procedimentos, os autores recorreram ao uso de proteínas da matriz de esmalte com o objetivo de prevenir a reabsorção do fragmento radicular (Bäumer *et al.*, 2017).

Apesar dos benefícios que a técnica “*socket-shield*” possa apresentar, alguns estudos demonstram que a osteointegração dos implantes pode ser prejudicada em algumas situações por fatores como a formação de tecido fibroso associado ao fragmento radicular em contacto com o implante. Os poucos estudos disponíveis sobre este método não permitem ainda o seu uso com segurança (Gharpure & Bhatavdekar, 2017).

Para a aplicação desta técnica é fundamental perceber a importância da conformação do fragmento radicular que permanece no alvéolo e o volume de osso vestibular presente, bem como garantir o correto posicionamento do implante, numa cirurgia sem a abertura de um retalho. É um procedimento que requer mais investigação, com a necessidade de um maior número ensaios clínicos com períodos de controlo maiores. No entanto, pode contrariar algumas das desvantagens da colocação imediata de implantes e dos processos convencionais de preservação e de aumento do volume alveolar (Bäumer *et al.*, 2015, 2017).

## **7. Colocação de implantes pós-extração**

Atualmente, a utilização de implantes como opção de reabilitação de espaços edêntulos tem uma enorme relevância, devido aos resultados que apresenta tanto a nível funcional como estético, apresentando-se como opção clínica preferencial na maioria dos casos de pacientes desdentados. O sucesso da terapêutica com implantes está dependente de muitos fatores, nomeadamente o volume ósseo alveolar disponível, algo que, pelos processos de remodelação óssea pós-extracionais presentes no organismo humano, pode dificultar a obtenção de bons resultados a longo prazo (S. Chen & Buser, 2014; Chrcanovic *et al.*, 2013).

Inicialmente, em referências que datam dos anos 70, os procedimentos com implantes estavam dependentes da total cicatrização do osso alveolar e apenas se realizavam em pacientes com ausência de todos os dentes, com o objetivo de restabelecer a função mastigatória (S. Chen & Buser, 2014). Com o passar do tempo, na década seguinte, foram publicados alguns artigos que mostravam com sucesso a colocação de implantes em pacientes parcialmente desdentados, evoluindo posteriormente até à sua utilização em espaços com apenas um dente em falta. Estas mudanças levaram a uma adaptação nos tempos colocação de implantes após a extração de um dente, sendo que, atualmente, a espera para a total cicatrização dos tecidos não acontece na maioria dos casos. Deste modo, e com a perceção de que o tempo de 6 meses inicialmente aceite poderia dificultar a terapêutica, algo que está inteiramente relacionado com as alterações dimensionais do rebordo alveolar, deixou de ser uma prática tão utilizada, o que vai também ao encontro das expectativas dos pacientes que preferem tempos terapêuticos menos morosos (Buser *et al.*, 2017; Chappuis *et al.*, 2013).

Com a evolução das técnicas e dos materiais, e com a utilização mais comum de implantes com tempos de cicatrização alveolares menores, tornou-se importante definir e compreender as indicações da colocação de implantes em cada tempo de cicatrização específico, tema que tem tido especial destaque nas conferências do *International Team for Implantology* (ITI) ao longo dos últimos 15 anos (Buser *et al.*, 2017; Kan, Rungcharassaeng, Lozada, & Zimmerman, 2011).

## 7.1. Tempos de colocação de implantes

O início da colocação imediata de implantes teve origem na Alemanha, no ano 1978, com a utilização de implantes de cerâmica. Mais tarde, devido a uma percentagem elevada de fraturas os implantes passaram a ser de titânio, sendo que a técnica acabou por não ter sucesso. Devido ao crescimento das técnicas de ROG e ao seu uso para a colocação de implantes imediatos, esta técnica ganhou outra relevância, associando-se inicialmente a utilização de membranas não-reabsorvíveis de e-PTFE e de materiais de enxerto e, posteriormente, de membranas reabsorvíveis (Buser *et al.*, 2017).

Com o aumento da evidência científica relativamente ao sucesso da terapêutica com implantes imediatos e dos resultados de sobrevivência semelhantes à colocação de implantes em regiões do rebordo já cicatrizadas, criou-se a necessidade de estabelecer uma classificação para os diferentes tempos de aplicação dos implantes. Atualmente, de acordo com os consensos de 2003 e 2008 do ITI, aceitam-se três tempos para a colocação de implantes: os implantes imediatos, são colocados no alvéolo pós-extracional; os implantes precoces, são colocados após alguma cicatrização tecidular, podendo ser subdivididos de acordo com a cicatrização dos tecidos em precoces com cicatrização dos tecidos moles ou com cicatrização parcial do osso; e os tardios, que são colocados após total cicatrização tecidular (S. Chen & Buser, 2014; Hämmerle *et al.*, 2012).

Os valores positivos dos estudos que se foram desenvolvendo relativamente à sobrevivência dos implantes imediatos, acima de 95%, contrastavam com os resultados estéticos, em que se observavam recessões gengivais vestibulares de mais de 1 mm na ordem dos 20 a 30%, enquanto que em implantes precoces os valores eram menores. Estes resultados permitiram a identificação de fatores de risco para a colocação de implantes, dado que, nos estudos iniciais, não eram tidas em conta as características dos tecidos e as condições do procedimento previamente à terapêutica. Nestes estudos, realizados até ao ano de 2008, foi também concluído que a associação de procedimentos de aumento de volume alveolar à colocação de implantes imediatos ou precoces apresentava resultados satisfatórios (S. T. Chen & Buser, 2009).

A análise dos resultados estéticos da colocação de implantes imediatos e o facto de, em muitos casos, surgirem recessões gengivais associadas permitiu compreender a importância da presença de osso a nível vestibular do alvéolo pela sua associação com a

possível manutenção, ou redução em menor escala, do nível da mucosa gengival. A região anterior dos maxilares, para além de apresentar um maior desafio em termos estéticos, está associada a uma menor espessura óssea da parede vestibular do osso alveolar, o que dificulta a obtenção de bons resultados uma vez que leva a uma maior percentagem de perda desta parede (Kan et al., 2011).

Tendo em conta a grande variabilidade de técnicas disponíveis e das características presentes em cada indivíduo e em cada zona a ser reabilitada, e os conhecimentos atuais acerca dos processos que ocorrem no tecido ósseo após uma extração, torna-se difícil a realização de estudos que comparem os diferentes procedimentos e tempos de colocação de implantes. Desta forma, os autores recorrem maioritariamente a estudos prospetivos, que devem ter os mesmos critérios de inclusão para cada tipo de procedimento (Buser *et al.*, 2017).

De acordo com a classificação estabelecida para os tempos de colocação de implantes e tendo em conta dados obtidos por CBCT (*Cone Beam Computed Tomography*) acerca do tecido ósseo presente nos alvéolos após uma extração, desenvolveram-se algumas recomendações nas conferências do ITI. Deste modo, para a colocação de implantes imediatos devem estar presentes algumas condições tais como uma parede vestibular intacta com mais de 1 mm de espessura, bem como um alvéolo livre de infeção com osso suficiente para um correto posicionamento do implante. O paciente deve possuir um biótipo gengival grosso e este procedimento apenas deve ser executado por clínicos experientes. Quando alguma destas características não é encontrada, o clínico deve optar por esperar entre 4 a 8 semanas para uma colocação precoce de um implante, com cicatrização dos tecidos moles, sendo que, quando mesmo após este tempo não é possível garantir a estabilidade do implante é necessário que ocorra alguma cicatrização do tecido ósseo (Buser *et al.*, 2017; Morton, Chen, Martin, Levine, & Buser, 2014).

Na prática clínica atual o objetivo primordial no que toca à reabilitação com implantes, principalmente na zona anterior, é a estabilidade a longo prazo e os resultados estéticos obtidos após as adaptações tecidulares. Para alcançar este fim, os clínicos devem ter em conta alguns outros fatores que, não sendo tão relevantes, também devem estar presentes, tais como o custo da terapêutica, o número mínimo possível de procedimentos e que estes sejam pouco invasivos resultando numa menor morbidade do paciente e numa cicatrização mais rápida (Brügger *et al.*, 2015; Cosyn *et al.*, 2016).

Cada vez mais a colocação de implantes após uma extração é feita a curto prazo, sendo que, de acordo com a ITI, é indicado que o procedimento seja efetuado num espaço de tempo reduzido após a extração. Quando algum motivo levar a que seja necessário um tempo de espera de 6 meses ou mais, é aconselhado que se utilizem técnicas de preservação alveolar, tendo em contas as grandes modificações que podem surgir a nível do volume ósseo (Morton *et al.*, 2014). Apesar disto, os clínicos devem avaliar todos os fatores relacionados com o paciente e com o local a ser implantando previamente à extração, de forma a que o planeamento do procedimento seja correto (Bornstein *et al.*, 2015).

### 7.1.1. Implantes imediatos

É importante compreender que a colocação de implantes imediatos em alvéolos não cicatrizados, definida como tipo 1 de acordo com classificação elaborada inicialmente por Hämmerle *et al.*, (2004) e a atualizada posteriormente por Chen & Buser (2008), está dependente de alguns parâmetros que permitem garantir resultados satisfatórios. A complexidade do procedimento requer, logicamente, um clínico experiente e que apresente capacidades para a sua execução (Buser *et al.*, 2017; Fürhauser *et al.*, 2015).

A maior contrariedade para a colocação imediata de implantes relaciona-se com a espessura do tecido ósseo vestibular e do biótipo gengival associado. Para este procedimento ter resultados estéticos previsíveis ao nível da recessão tecidular é necessária a presença de osso vestibular intacto com uma espessura mínima de 1 mm e um biótipo gengival grosso, condições que, especialmente na zona anterior, raramente estão presentes. Para além destes fatores, como já foi referido, não deve existir lesão apical na região a ser implantada e a arquitetura óssea tem de permitir o correto posicionamento do implante, algo que não acontece em muitos casos, devido a danos causados por lesões, defeitos periodontais ou perda de tecido associada à extração (Chappuis *et al.*, 2015; S. T. Chen & Darby, 2017).

Relativamente à técnica utilizada na colocação do implante, este deve posicionar-se mantendo uma distância de cerca de 2 mm relativamente à parede óssea vestibular, permitindo a formação do coágulo sanguíneo, que levará à formação de novo tecido

ósseo, osso imaturo, e a colocação de materiais de enxerto para preservação do volume de osso alveolar presente. A colocação numa posição alterada relativamente à distância desta parede pode levar a perfurações na região mais apical e a recessões do tecido ósseo, com consequente comprometimento do resultado estético. Mesmo com a técnica adequada e com um procedimento conservador sem abertura de retalho, a recessão tecidual acontece em todos os casos, com valores na ordem dos 0,5 a 1 mm, pelo que o implante deve ser colocado num ponto apical relativamente ao limite inferior da parede vestibular (S. T. Chen & Darby, 2017; Morton *et al.*, 2014).

Os resultados estéticos de estudos comparativos da colocação de implantes imediatos face a procedimentos realizados após cicatrização dos tecidos são algo contraditórios. De acordo com estudo de Cooper *et al.*, (2014) os implantes imediatos apresentaram resultados bastante satisfatórios em termos estéticos, sem diferenças estatisticamente significativas relativamente ao nível dos tecidos moles e do osso quando comparados com implantes colocados após cicatrização tecidual, algo contrariado pelo trabalho de Cosyn *et al.*, (2016).

Apesar das elevadas taxas de sobrevivência dos implantes imediatos, com valores de 97,5%, 4 anos após a colocação, de acordo com a revisão sistemática de Lang, Pun, Lau, Li, & Wong, (2012) é importante a realização de mais estudos que permitam avaliar os resultados estéticos obtidos, os níveis ósseos presentes com recurso a CBCT, bem como a recessão dos tecidos gengivais. É um procedimento passível de ser realizado tanto em zonas posteriores como anteriores, apesar da região dos pré-molares apresentar melhores características tecidulares (Buser *et al.*, 2017; Hämmerle *et al.*, 2012).

#### 7.1.2. Implantes precoces com cicatrização dos tecidos moles

Quando se opta por não colocar um implante imediatamente após uma extração, esperando que ocorra alguma cicatrização dos tecidos moles, durante cerca de 4 a 8 semanas, dependendo do tamanho do alvéolo, o tempo de colocação é denominado de Tipo 2, de acordo com a classificação já referida. Comparativamente aos implantes imediatos existem algumas vantagens relevantes relacionadas com a cicatrização dos tecidos e, consequentemente, maior disponibilidade tecidual, podendo mesmo levar a

que não sejam necessários procedimentos de aumento de tecidos moles (Chappuis *et al.*, 2015).

A cicatrização gengival está associada a um incremento entre 3 a 5 mm de gengiva queratinizada, algo que pode facilitar o procedimento principalmente nos casos que apresentem uma parede óssea vestibular fina ou com perda de tecido, dada a maior vascularização da zona, que se reflete numa melhor capacidade de cicatrização, e a possibilidade de abertura de um retalho espesso. O tempo de 4 a 8 semanas após a extração também permite que, em caso de existência alguma lesão apical, esta seja eliminada e que se forme tecido ósseo na região mais apical do alvéolo, dando maior estabilidade para a colocação do implante (Chappuis *et al.*, 2015).

Este tipo de procedimento está muitas vezes associado a técnicas de aumento do volume ósseo, elevando-se um retalho que inclui a gengiva queratinizada recém-formada. É feita a recolha do sangue proveniente da abertura do retalho, que servirá como meio para a colocação de tecido ósseo recolhido da espinha nasal ou do osso facial. Este osso autógeno vai funcionar como material de enxerto, aliado ao uso de DBBM e de membranas de colagénio, e é, por sua vez, aplicado após a colocação do implante na posição correta (Buser *et al.*, 2017).

Os resultados de alguns estudos, como Buser *et al.*, (2011, 2013) e Cosyn & De Rouck, (2009), sobre a colocação de implantes com cicatrização de tecidos moles são bastante satisfatórios demonstrando excelentes resultados estéticos. O estudo de Buser *et al.*, (2013) demonstrou que a parede vestibular do alvéolo foi mantida em 95% dos casos de colocação de implantes precoces em associação com ROG, com uma espessura entre 1,6 e 2,3 mm, ao fim de 5 a 9 anos, sendo que os valores de estética rosa e branca foram satisfatórios no mesmo período de tempo. Segundo Cosyn & De Rouck, (2009), ao fim de pelo menos 6 meses da colocação de implantes precoces, comparando os tecidos moles em coroas sobre implantes e nos dentes contralaterais, a espessura e a altura da gengiva queratinizada eram, respetivamente, apenas 0,2 e 0,3 mm menores em média nas coroas dos implantes (Buser *et al.*, 2013, 2017).

### 7.1.3. Implantes precoces com cicatrização parcial do tecido ósseo

Em algumas situações as características dos alvéolos pós-extracionais, mesmo após um curto período de cicatrização, não permitem que seja colocado um implante com a estabilidade necessária para garantir o sucesso a longo prazo. A presença de grandes lesões apicais associadas ao dente extraído é umas das causas para esta falta de tecido, pelo que pode ser necessário um maior tempo de cicatrização que varia entre 12 a 16 semanas após a extração. A colocação de implantes ao fim deste tempo está classificada como Tipo 3, de acordo com a classificação mencionada anteriormente (Buser *et al.*, 2017).

É um tipo de situação que está presente algumas vezes na reabilitação de espaços associados à extração de dentes posteriores, que leva à existência de alvéolos de maiores dimensões que podem não permitir a estabilidade necessária do implante. Normalmente é feita a associação de técnicas de ROG a este procedimento (Buser *et al.*, 2017).

### 7.1.4. Implantes tardios

A colocação de implantes após mais de 6 meses de cicatrização alveolar, classificada como Tipo 4, na classificação de Hämmerle *et al.*, (2004), é um procedimento que tem perdido alguma utilização, muito devido ao elevado tempo de espera que contraria as expectativas dos pacientes, mas que mantém a sua aplicabilidade perante alguns casos e situações que podem surgir na prática clínica. Tais acontecimentos podem estar relacionados com fatores como a idade do paciente, que pode ser demasiado jovem para uma terapêutica deste tipo; a gravidez ou a impossibilidade de prosseguir com a colocação de implantes no tempo próximo à extração, devido a razões económicas ou de qualquer outro tipo (S. T. Chen & Buser, 2009).

Mesmo sem qualquer uma das contrariedades referidas, em determinados casos pode não ser possível garantir a estabilidade primária de um implante mesmo após um período de cicatrização de 16 semanas, sendo que é necessário aguardar por uma maior cicatrização óssea, como por exemplo em casos de grandes lesões apicais ou dentes anquilosados (Buser *et al.*, 2017; S. T. Chen & Buser, 2009).

O objetivo dos procedimentos de preservação alveolar como as técnicas de ROG é o de reduzir a diminuição do volume alveolar, algo possível de atingir apesar de estar sempre presente algum nível de perda óssea. Nos casos de colocação de implantes após o tecido ósseo estar cicatrizado, este tipo de técnicas deve ser sempre utilizado para que não seja necessário nenhum procedimento de aumento de volume ósseo no momento da colocação do implante, apesar de geralmente se associarem técnicas de ROG para compensar alguma reabsorção que inevitavelmente ocorre (Araújo *et al.*, 2015; Morton *et al.*, 2014).

## 7.2. Resultados da terapêutica com implantes imediatos

A análise das taxas de sucesso da terapêutica com implantes leva-nos muitas vezes à avaliação de termos como a sobrevivência e o sucesso dos procedimentos. Em alguns casos, implantes definidos como tendo “sobrevivido” não podem ser considerados casos de sucesso, dado que apesar de se encontrarem integrados na zona do osso onde foram colocados, não cumprem os parâmetros necessários para serem tidos como bem-sucedidos. Parâmetros como ausência de mobilidade, ausência de radiotransparências em redor do implante, ausência de queixas por parte do paciente ou ausência de supuração associada (Clementini *et al.*, 2013).

Relativamente à sobrevivência, e de acordo com a revisão sistemática de Lang *et al.*, (2012), os implantes imediatos estão associados a taxas de 99,18% ao fim de 1 ano, de 98,4% 2 anos após a colocação e de 97,5% 4 anos depois do procedimento. A mesma revisão aponta para que fatores como a extração ter como causa a doença periodontal, a colocação dos implantes ser na zona posterior ou a reabilitação ser precoce estejam relacionados com as taxas de insucesso, apesar dos valores apresentados serem estatisticamente insignificantes. Outro estudo, de Covani *et al.*, (2012), verificou taxas de sobrevivência de implantes imediatos ao fim de 10 anos de 91,8%, referindo também que quando comparada a colocação de implantes em associação com ROG a sobrevivência foi de 94,1% face a 87,9% de implantes sem procedimentos de preservação alveolar (Lang *et al.*, 2012; Vignoletti & Sanz, 2014).

Tendo em conta o estudo de Botticelli, Berglundh, & Lindhe, (2004), após a colocação de implantes imediatos unitários no maxilar superior verificou-se a perda de volume ósseo

horizontal de 56 e 30% nas paredes vestibular e palatina do alvéolo, respetivamente, ao fim de 4 meses. Outro estudo, de Sanz *et al.*, (2010), demonstrou valores semelhantes aos referidos, com perdas ósseas horizontais de 36% na parede vestibular e 14%, na parede palatina, também 4 meses após a colocação do implante, bem como uma diminuição vertical da parede vestibular perto de 1 mm. As perdas ósseas associadas à colocação de implantes imediatos parecem estar relacionadas principalmente com a espessura da parede vestibular do alvéolo e com o posicionamento do implante (Vignoletti, Matesanz, *et al.*, 2012).

Em relação à reabsorção horizontal, num estudo realizado por S. T. Chen, Darby, & Reynolds, (2007) verificou-se que a utilização de materiais de enxerto e de membranas em associação à colocação de implantes imediatos permitiu reduzir em cerca de 25% a dimensão de perda óssea, sendo estes valores significativos, resultado que não se verificou em relação à reabsorção vertical (S. T. Chen *et al.*, 2007).

Os implantes imediatos estão associados a recessões gengivais superiores a 1 mm entre 9 a 41% dos casos ao fim de 1 a 3 anos, segundo Morton *et al.*, (2014), algo que parece não acontecer em implantes precoces associados à utilização de ROG, de acordo com o estudo de Buser *et al.*, (2013) no qual se demonstrou ser possível manter a parede óssea vestibular e alcançar resultados estéticos muito satisfatórios ao fim de 5 a 9 anos do procedimento.

Assim, de acordo com revisões sistemáticas de Lang *et al.*, (2012) e Sanz *et al.*, (2012), a colocação de implantes imediatos está associada a um risco aumentado de recessão gengival, o que está relacionado com diferentes fatores de risco, como o tabagismo, a baixa espessura dos tecidos e um mau posicionamento do implante. Apesar das taxas de sobrevivência deste tipo de técnica de colocação de implantes serem bastante elevadas o uso de procedimentos de aumento tecidual é necessário em muitos casos, tanto em zonas anteriores como posteriores (Hämmerle *et al.*, 2012).

A recessão gengival está associada à colocação de implantes imediatos, estando presente uma diminuição da margem de 1 mm em 20% dos casos avaliados pelos menos 3 meses após a colocação dos implantes, segundo Lang *et al.*, (2012). O posicionamento do implante parece estar associado a este fator, como demonstrado no estudo de S. T. Chen *et al.*, (2007) verificando-se a existência de recessão gengival em 16,7% dos casos em que o implante apresentava uma posição lingual e em 58,3% dos casos em que este estava

localizado na região vestibular, valores estatisticamente significativos. A utilização de técnicas de ROG em associação, segundo Covani *et al.*, (2012), permitiu reduzir os valores de recessão gengival, como demonstram os resultados obtidos numa avaliação realizada 10 anos após a colocação dos implantes, apresentando valores de  $0,7 \pm 0,4$  mm e  $1,1 \pm 0,7$  mm nos casos em que se utilizou ROG e em que se colocou apenas o implante, respetivamente. Resultados que apresentam uma diferença estatisticamente significativa e que são reforçados pelo estudo de Bianchi & Sanfilippo, (2004). Para além disto, Raes, Cosyn, Crommelinck, Coessens, & De Bruyn, (2011) demonstraram que a colocação de implantes sem elevação de retalho está associada a diferenças significativas de menos 0,74 mm, em média, de recessão gengival após o procedimento (Vignoletti & Sanz, 2014).

De acordo com Vignoletti *et al.*, (2012), a colocação imediata de implantes pode levar a maior perda óssea comparativamente a alvéolos que cicatrizem fisiologicamente, com valores de diminuição óssea da parede vestibular de  $2,32 \pm 0,36$  mm face a perdas de  $1,2 \pm 0,76$  mm, respetivamente, 6 semanas após a extração. Esta diferença estatisticamente significativa é também verificada num outro estudo, de Discepoli *et al.*, (2013), que avaliou o impacto da colocação de implantes imediatos na remodelação do rebordo alveolar (grupo teste), em comparação com alvéolos que cicatrizaram sem colocação de implantes (grupo controlo). Os valores obtidos demonstraram que 2 semanas após a extração, a diferença média de altura entre as paredes lingual e vestibular era de  $0,96 \pm 0,21$  mm para o grupo teste e  $0,31 \pm 0,11$  mm para o grupo controlo. Após 8 semanas, os valores do grupo teste e controlo eram de  $0,94 \pm 0,12$  mm e  $0,18 \pm 0,08$  mm, respetivamente, o que demonstra uma maior reabsorção da parede vestibular no grupo teste. Estes valores permitem relacionar a colocação de implantes imediatos com um aumento da remodelação óssea, pelo menos na fase inicial da cicatrização (Vignoletti & Sanz, 2014).

Relativamente à região dos pré-molares, apresenta-se como uma das zonas mais favoráveis em termos anatómicos e com baixas necessidades estéticas, na maioria dos casos (Lang *et al.*, 2012).

A colocação de implantes precoces em zonas estéticas parece ser mais previsível em termos de sucesso da terapêutica quando comparada com a colocação imediata de implantes. Contudo é necessária mais investigação acerca dos diferentes tempos de

colocação de implantes e das técnicas regenerativas associadas a cada procedimento (Hämmerle *et al.*, 2012).

De acordo com o estudo de Cooper *et al.*, (2014), com a utilização de procedimentos adequados e tendo em conta as características do paciente e da zona a ser reabilitada, respeitando a necessidade de existência de parâmetros específicos para a execução do procedimento, tais como o volume ósseo adequado e um biótipo gengival grosso, é possível alcançar resultados de sucesso relativamente à terapêutica com implantes imediatos, com a presença de níveis de tecido ósseo e gengival semelhantes a regiões previamente cicatrizadas.

#### 7.2.1. Implantes imediatos vs implantes pós preservação alveolar

Alguns estudos têm tentado comparar os resultados da colocação imediata de implantes face a um procedimento após a cicatrização dos tecidos. Segundo Rodrigo, Martin, & Sanz, (2012), num estudo que visou avaliar as complicações biológicas e os resultados clínicos e radiográficos da colocação de implantes imediatos (grupo II) em oposição a um procedimento mais tardio (grupo DI), no mesmo paciente, verificou-se que após 1 a 5 anos da reabilitação não existiam diferenças significativas em relação ao índice de placa, hemorragia à sondagem e supuração. Em ambos os grupos os índices pioraram ao longo do tempo, com valores de 15,6% de índice de placa no primeiro ano a passarem para 25,9% após 5 anos no grupo dos implantes imediatos, apesar de não diferirem entre si significativamente (Rodrigo *et al.*, 2012; Vignoletti & Sanz, 2014).

Em termos de avaliação radiográfica, no mesmo estudo, a medição da perda óssea não demonstrou diferenças significativas entre os dois grupos, com uma diminuição do nível ósseo a mesial de 0,4 mm no grupo II e de 0,3 mm no grupo DI, entre o primeiro e o quinto ano após reabilitação dos implantes. Na região distal, a diminuição, no mesmo período de tempo, foi de 0,8 mm no grupo II e de 0,3 mm no grupo DI, algo que está relacionado com uma peri-implantite associada a um dos implantes imediatos. Em termos de complicações como peri-implantites e mucosites peri-implantares, 26,4% dos implantes do grupo II e 23,5% dos implantes do grupo DI demonstraram estas condições, diferença que não se apresenta como estatisticamente significativa (Rodrigo *et al.*, 2012).

De acordo com revisão sistemática de Clementini *et al.*, (2013) que comparou as taxas de sucesso e sobrevivência de implantes imediatos e implantes tardios colocados após procedimentos de preservação do rebordo, analisando apenas estudos com critérios bem definidos em termos de taxas de sucesso e com períodos de avaliação que variaram entre 1 e 10 anos, verificou-se que os implantes imediatos permitiram taxas de sucesso entre 61,5 e 100%, com apenas dois, de entre oito estudos, a apresentarem valores menores que 83%. No estudo que apresentou uma percentagem de sucesso de 61,5%, foram utilizadas membranas de e-PTFE em associação à colocação do implante, sendo que a maioria dos casos de insucesso foi devida a exposição da membrana. Em relação aos implantes colocados tardiamente, as taxas de sucesso variaram entre 75 e 98,3%, com cinco, de sete estudos, a apresentarem valores superiores a 88,2%. A maioria dos estudos demonstrou taxas de sucesso semelhantes entre os dois tempos de colocação de implantes, apesar da colocação tardia após a utilização de técnicas de ROG ser considerada mais previsível (Clementini *et al.*, 2013).

Pela análise da revisão de Esposito *et al.*, (2010), que comparou resultados de diferentes estudos, Block *et al.*, (2009); Lindeboom, Tjiook, & Kroon, (2006), acerca da colocação de implantes em diferentes tempos, verificou-se pela comparação das taxas de sobrevivência entre implantes imediatos e implantes colocados após pelos menos 2 meses de cicatrização que, 6 de 55 implantes imediatos falharam, enquanto que apenas 1 implante tardio num total de 55 não teve sucesso ao fim de 1 ano, apesar destes valores não se revelarem estatisticamente significativos. Em termos de perda óssea, no estudo de Lindeboom *et al.*, (2006), a diferença também não foi estatisticamente significativa entre os dois grupos, sendo de 0,49 mm nos implantes imediatos e de 0,52 mm no grupo dos implantes tardios (Esposito *et al.*, 2010).

Relativamente à comparação entre implantes precoces e implantes tardios, a mesma revisão verificou que no estudo abordado, de Schropp *et al.*, (2008), não se verificaram diferenças significativas em termos de perda óssea. Também em índices estéticos avaliados por médicos dentistas e taxas de sobrevivência dos implantes, sendo que 2 implantes de 22 não sobreviveram ao fim de 5 anos da colocação, no grupo dos implantes precoces, face a 1 implante no grupo de colocação tardia num total de 22 implantes, não se verificaram diferenças estatisticamente significativas (Esposito *et al.*, 2010).

Apesar das diferenças apresentadas nesta revisão não se revelarem estatisticamente significativas em relação às possíveis vantagens de cada tempo de colocação de

implantes, parecem existir mais complicações e implantes que não são bem-sucedidos quando a colocação é imediata ou precoce, em oposição a melhores resultados estéticos, pelo que é necessário avaliar os pontos positivos e negativos de cada procedimento (Clementini *et al.*, 2013; Esposito *et al.*, 2010).

### III. Conclusões

Após a análise da bibliografia, recorrendo sempre a artigos com o maior nível de evidência científica, foi possível elaborar algumas conclusões, tendo sempre em atenção as possíveis limitações que as metodologias usadas em cada artigo possam ter.

Assim, conclui-se que:

- A literatura evidencia que a maior reabsorção ocorre durante os primeiros 3 meses de cicatrização, embora as alterações dimensionais possam ser observadas até mais de 1 ano após a extração, resultando em aproximadamente 50% de redução da dimensão vestibulo-lingual da crista óssea (Schropp *et al.*, 2003), principalmente devida à reabsorção da tábua óssea vestibular (Araújo & Lindhe, 2005);

- Idealmente, os implantes imediatos devem ser colocados em alvéolos com mínima ou nenhuma perda óssea;

- Implantes imediatos não são recomendados em áreas com biótipo fino;

- A evidência disponível sugere que os resultados estéticos podem ser alcançados. No entanto, com implantes imediatos existe maior variabilidade dos resultados, verificando-se uma maior frequência de recessão superior a 1 mm em centro-vestibular (9 a 41%);

- Existe menor risco de progressão da recessão gengival (<10%) nos implantes imediatos colocados em localizações com parede óssea vestibular intacta, biótipo gengival grosso ou protocolo cirúrgico “*flapless*”;

- Os implantes imediatos não são recomendados quando a estética é importante; os implantes imediatos devem ser colocados em casos selecionados;

- A presença de um “*gap*” entre os implantes imediatos e o osso pode implicar a aplicação de enxertos ósseos;

- Evidência limitada sugere que os implantes colocados em localizações com lesões apicais têm resultados comparáveis com a colocação de implantes imediatos em localizações saudáveis;

É amplamente referida na literatura a necessidade de mais investigação científica relevante e com critérios bem definidos que compare os resultados dos diferentes tempos de colocação de implantes a longo prazo e da influência das diferentes técnicas de preservação tecidual.

Não é possível assumir de forma clara qual o melhor protocolo de atuação no que se refere ao tempo de colocação de implantes, sendo um procedimento que está dependente da situação, das características e do diagnóstico. No entanto, é importante ressaltar que, de acordo com a evidência científica existente, a colocação imediata de implantes e a colocação tardia após regeneração alveolar permitem alcançar resultados positivos.

#### IV. Bibliografia

- Al-Shabeeb, M. S., Al-Askar, M., Al-Rasheed, A., Babay, N., Javed, F., Wang, H.-L., & Al-Hezaimi, K. (2012). Alveolar Bone Remodeling Around Immediate Implants Placed in Accordance With the Extraction Socket Classification: A Three-Dimensional Microcomputed Tomography Analysis. *Journal of Periodontology*, 83(8), 981–987. <https://doi.org/10.1902/jop.2011.110569>
- Anton, J., Kestra, J., Barry, O., & Hukdug, L. D. E. J. (2016). Long-term effects of vertical bone augmentation : a systematic review, 24(1), 3–17.
- Araújo, M. G., da Silva, J. C. C., de Mendonça, A. F., & Lindhe, J. (2015). Ridge alterations following grafting of fresh extraction sockets in man: A randomized clinical trial. *Clinical Oral Implants Research*, 26(4), 407–412. <https://doi.org/10.1111/clr.12366>
- Araújo, M. G., & Lindhe, J. (2005). Dimensional ridge alterations following tooth extraction. An experimental study in the dog. *Journal of Clinical Periodontology*, 32(2), 212–218. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.2005.00642.x>
- Avila-Ortiz, G., Elangovan, S., Kramer, K. W. O., Blanchette, D., & Dawson, D. V. (2014). Effect of Alveolar Ridge Preservation after Tooth Extraction: A Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of Dental Research*, 950–958. <https://doi.org/10.1177/0022034514541127>
- Barone, A., Aldini, N. N., Fini, M., Giardino, R., Calvo Guirado, J. L., & Covani, U. (2008). Xenograft Versus Extraction Alone for Ridge Preservation After Tooth Removal: A Clinical and Histomorphometric Study. *Journal of Periodontology*, 79(8), 1370–1377. <https://doi.org/10.1902/jop.2008.070628>
- Bäumer, D., Zuhr, O., Rebele, S., & Hürzeler, M. (2017). Socket Shield Technique for immediate implant placement - clinical, radiographic and volumetric data after 5 years. *Clinical Oral Implants Research*, (February). <https://doi.org/10.1111/clr.13012>
- Bäumer, D., Zuhr, O., Rebele, S., Schneider, D., Schupbach, P., & Hürzeler, M. (2015). The Socket-Shield Technique: First Histological, Clinical, and Volumetric

- Observations after Separation of the Buccal Tooth Segment - A Pilot Study. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 17(1), 71–82. <https://doi.org/10.1111/cid.12076>
- Bianchi, A. E., & Sanfilippo, F. (2004). Single-tooth replacement by immediate implant and connective tissue graft: A 1-9-year clinical evaluation. *Clinical Oral Implants Research*, 15(3), 269–277. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2004.01020.x>
- Block, M. S., Mercante, D. E., Lirette, D., Mohamed, W., Ryser, M., & Castellon, P. (2009). Prospective Evaluation of Immediate and Delayed Provisional Single Tooth Restorations. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 67(11), 89–107. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2009.07.009>
- Blok, Y., Gravesteijn, F. A., Van Ruijven, L. J., & Koolstra, J. H. (2013). Micro-architecture and mineralization of the human alveolar bone obtained with microCT. *Archives of Oral Biology*, 58(6), 621–627. <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2012.10.001>
- Bonewald, L. F. (2011). The amazing osteocyte. *Journal of Bone and Mineral Research*, 26(2), 229–238. <https://doi.org/10.1002/jbmr.320>
- Bornstein, M., Brügger, O., Janner, S., Kuchler, U., Chappuis, V., Jacobs, R., & Buser, D. (2015). Indications and Frequency for the Use of Cone Beam Computed Tomography for Implant Treatment Planning in a Specialty Clinic. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 30(5), 1076–1083. <https://doi.org/10.11607/jomi.4081>
- Botticelli, D., Berglundh, T., & Lindhe, J. (2004). Hard-tissue alterations following immediate implant placement in extraction sites. *Journal of Clinical Periodontology*, 31(10), 820–828. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.2004.00565.x>
- Bottino, M. C., Thomas, V., Schmidt, G., Vohra, Y. K., Chu, T. M. G., Kowolik, M. J., & Janowski, G. M. (2012). Recent advances in the development of GTR/GBR membranes for periodontal regeneration - A materials perspective. *Dental Materials*, 28(7), 703–721. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2012.04.022>
- Brügger, O., Bornstein, M., Kuchler, U., Janner, S., Chappuis, V., & Buser, D. (2015). Implant Therapy in a Surgical Specialty Clinic: An Analysis of Patients, Indications,

- Surgical Procedures, Risk Factors, and Early Failures. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 30(1), 151–160. <https://doi.org/10.11607/jomi.3769>
- Buser, D., Chappuis, V., Belser, U. C., & Chen, S. (2017). Implant placement post extraction in esthetic single tooth sites: when immediate, when early, when late? *Periodontology 2000*, 73(1), 84–102. <https://doi.org/10.1111/prd.12170>
- Buser, D., Chappuis, V., Bornstein, M. M., Wittneben, J.-G., Frei, M., & Belser, U. C. (2013). Long-Term Stability of Contour Augmentation With Early Implant Placement Following Single Tooth Extraction in the Esthetic Zone A Prospective, Cross-Sectional Study in 41 Patients With a 5- to 9-Year Follow-Up. *Journal of Periodontology*, (November), 1–16. <https://doi.org/10.1902/jop.2013.120635>
- Buser, D., Wittneben, J., Bornstein, M. M., Grütter, L., Chappuis, V., & Belser, U. C. (2011). Stability of contour augmentation and esthetic outcomes of implant-supported single crowns in the esthetic zone: 3-year results of a prospective study with early implant placement postextraction. *Journal of Periodontology*, 82(3), 342–9. <https://doi.org/10.1902/jop.2010.100408>
- Capulli, M., Paone, R., & Rucci, N. (2014). Osteoblast and osteocyte: Games without frontiers. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 561(May), 3–12. <https://doi.org/10.1016/j.abb.2014.05.003>
- Chan, H., Lin, G.-H., Fu, J.-H., & Wang, H.-L. (2013). Alterations in bone quality after socket preservation with grafting materials: a systematic review. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 28(3), 710–20. <https://doi.org/10.11607/jomi.2913>
- Chappuis, V., Engel, O., Reyes, M., Shahim, K., Nolte, L.-P., & Buser, D. (2013). Ridge Alterations Post-extraction in the Esthetic Zone. *Journal of Dental Research*, 92(12\_suppl), 195S–201S. <https://doi.org/10.1177/0022034513506713>
- Chappuis, V., Engel, O., Shahim, K., Reyes, M., Katsaros, C., & Buser, D. (2015). Soft Tissue Alterations in Esthetic Postextraction Sites. *Journal of Dental Research*, 94(9\_suppl), 187S–193S. <https://doi.org/10.1177/0022034515592869>
- Chen, S., & Buser, D. (2014). Esthetic Outcomes Following Immediate and Early Implant Placement in the Anterior Maxilla—A Systematic Review. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 29(Supplement), 186–215.

<https://doi.org/10.11607/jomi.2014suppl.g3.3>

- Chen, S. T., & Buser, D. (2009). Clinical and esthetic outcomes of implants placed in postextraction sites. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 24 Suppl(Suppl), 186–217. <https://doi.org/19885446>
- Chen, S. T., & Darby, I. (2017). The relationship between facial bone wall defects and dimensional alterations of the ridge following flapless tooth extraction in the anterior maxilla. *Clinical Oral Implants Research*, 28(8), 931–937. <https://doi.org/10.1111/clr.12899>
- Chen, S. T., Darby, I. B., & Reynolds, E. C. (2007). A prospective clinical study of non-submerged immediate implants: Clinical outcomes and esthetic results. *Clinical Oral Implants Research*, 18(5), 552–562. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2007.01388.x>
- Chrcanovic, B. R., Albrektsson, T., & Wennerberg, A. (2015). Dental implants inserted in fresh extraction sockets versus healed sites: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Dentistry*, 43(1), 16–41. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2014.11.007>
- Chrcanovic, B. R., Martins, M. D., & Wennerberg, A. (2013). Immediate placement of implants into infected sites: A systematic review. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*. <https://doi.org/10.1111/cid.12098>
- Cicciù, M., Bramanti, E., Signorino, F., Cicciù, A., & Sortino, F. (2013). Experimental study on strength evaluation applied for teeth extraction: an in vivo study. *The Open Dentistry Journal*, 7, 20–6. <https://doi.org/10.2174/1874210601307010020>
- Clementini, M., Morlupi, A., Agrestini, C., & Barlattani, A. (2013). Immediate versus delayed positioning of dental implants in guided bone regeneration or onlay graft regenerated areas: A systematic review. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 42(5), 643–650. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2013.01.018>
- Consolaro, A. (2017). Third molars and premolars extraction in conventional orthodontics and in treatments based on maxillary bone remodeling with temporary anchorage: indications and care, 22(1), 23–31. <https://doi.org/10.1590/2177-6709.22.1.023-031.oin>

- Cooper, L. F., Reside, G. J., Raes, F., Garriga, J. S., Tarrida, L. G., Wiltfang, J., ... De Bruyn, H. (2014). Immediate Provisionalization of Dental Implants Placed in Healed Alveolar Ridges and Extraction Sockets: A 5-year Prospective Evaluation. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 29(3), 709–17. <https://doi.org/10.11607/jomi.3617>
- Cosyn, J., & De Rouck, T. (2009). Aesthetic outcome of single-tooth implant restorations following early implant placement and guided bone regeneration: Crown and soft tissue dimensions compared with contralateral teeth. *Clinical Oral Implants Research*, 20(10), 1063–1069. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2009.01746.x>
- Cosyn, J., Eghbali, A., Hermans, A., Vervaeke, S., De Bruyn, H., & Cleymaet, R. (2016). A 5-year prospective study on single immediate implants in the aesthetic zone. *Journal of Clinical Periodontology*, 43(8), 702–709. <https://doi.org/10.1111/jcpe.12571>
- Covani, U., Chiappe, G., Bosco, M., Orlando, B., Quaranta, A., & Barone, A. (2012). A 10-Year Evaluation of Implants Placed in Fresh Extraction Sockets: A Prospective Cohort Study. *Journal of Periodontology*, 83(10), 1226–1234. <https://doi.org/10.1902/jop.2012.110583>
- Dallas, S. L., Prideaux, M., & Bonewald, L. F. (2013). The osteocyte: An endocrine cell ... and more. *Endocrine Reviews*, 34(5), 658–690. <https://doi.org/10.1210/er.2012-1026>
- Davies, J. (2003). Understanding peri-implant endosseous healing. *Journal of Dental Education*, 67(8), 932–949.
- de Jesus Tavares, R. R., Calixto, A. M., Filho, E. M. M., Bandeca, M. C., Firoozmand, L. M., Gomes, M. G. N., & Malheiros, A. S. (2015). Atraumatic extraction, implant placement and immediate provisionalization. *Journal of Contemporary Dental Practice*, 15(4), 513–517. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-1571>
- Dimitriou, R., Mataliotakis, G. I., Calori, G., Giannoudis, P. V., Dimitriou, R., Jones, E., ... Guldberg, R. (2012). The role of barrier membranes for guided bone regeneration and restoration of large bone defects : a experimental and clinical evidence. *BMC Medicine*, 10(1), 81. <https://doi.org/10.1186/1741-7015-10-81>
- Discepoli, N., Vignoletti, F., Laino, L., De Sanctis, M., Muñoz, F., & Sanz, M. (2013).

- Early healing of the alveolar process after tooth extraction: An experimental study in the beagle dog. *Journal of Clinical Periodontology*, 40(6), 638–644. <https://doi.org/10.1111/jcpe.12074>
- Elian, N., & Smith, R. B. (2007). A Simplified Socket Classification, 19(2), 99–104.
- Esposito, M., Grusovin, M. G., Polyzos, I. P., Felice, P., & Worthington, H. V. (2010). Interventions for replacing missing teeth: dental implants in fresh extraction sockets (immediate, immediate-delayed and delayed implants). In M. Esposito (Ed.), *Cochrane Database of Systematic Reviews* (Vol. 47, pp. 69–89). Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD005968.pub3>
- Fakhry, M., Hamade, E., Badran, B., Buchet, R., & Magne, D. (2013). Molecular mechanisms of mesenchymal stem cell differentiation towards osteoblasts. *World Journal of Stem Cells*, 5(4), 136–48. <https://doi.org/10.4252/wjsc.v5.i4.136>
- Fickl, S., Zuhr, O., Wachtel, H., Bolz, W., & Huerzeler, M. (2008). Tissue alterations after tooth extraction with and without surgical trauma: A volumetric study in the beagle dog. *Journal of Clinical Periodontology*, 35(4), 356–363. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.2008.01209.x>
- Florencio-Silva, R., Sasso, G. R. D. S., Sasso-Cerri, E., Simões, M. J., & Cerri, P. S. (2015). Biology of Bone Tissue: Structure, Function, and Factors That Influence Bone Cells. *BioMed Research International*, 2015. <https://doi.org/10.1155/2015/421746>
- Fürhauser, R., Mailath-Pokorny, G., Haas, R., Busenlechner, D., Watzek, G., & Pommer, B. (2015). Esthetics of Flapless Single-Tooth Implants in the Anterior Maxilla Using Guided Surgery: Association of Three-Dimensional Accuracy and Pink Esthetic Score. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 17(November), e427–e433. <https://doi.org/10.1111/cid.12264>
- Gharpure, A. S., & Bhatavadekar, N. B. (2017). Current Evidence on the Socket-Shield Technique: A Systematic Review. *Journal of Oral Implantology*, aaid-joi-D-17-00118. <https://doi.org/10.1563/aaid-joi-D-17-00118>
- Greenstein, G., & Cavallaro, J. (2012). Immediate Dental Implant Placement: Technique, Part 1.

- Guirado, J. L. C., Troiano, M., López-López, P. J., Ramírez-Fernandez, M. P., de Val, J. E. M. S., Marin, J. M. G., & Gehrke, S. A. (2016). Different configuration of socket shield technique in peri-implant bone preservation: An experimental study in dog mandible. *Annals of Anatomy - Anatomischer Anzeiger*, 208, 109–115. <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2016.06.008>
- Hämmerle, C. H. F., Araújo, M. G., & Simion, M. (2012). Evidence-based knowledge on the biology and treatment of extraction sockets. *Clinical Oral Implants Research*, 23(SUPPL. 5), 80–82. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2011.02370.x>
- Harrison, K. D., & Cooper, D. M. (2015). Modalities for Visualization of Cortical Bone Remodeling: The Past, Present, and Future. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 6(August), 122. <https://doi.org/10.3389/fendo.2015.00122>
- Henriksen, K., Bollerslev, J., Everts, V., & Karsdal, M. A. (2011). Osteoclast activity and subtypes as a function of physiology and pathology - Implications for future treatments of osteoporosis. *Endocrine Reviews*, 32(1), 31–63. <https://doi.org/10.1210/er.2010-0006>
- Henriksen, K., Karsdal, M. A., & John Martin, T. (2014). Osteoclast-derived coupling factors in bone remodeling. *Calcified Tissue International*, 94(1), 88–97. <https://doi.org/10.1007/s00223-013-9741-7>
- Horváth, A., Mardas, N., Mezzomo, L. A., Needleman, I. G., & Donos, N. (2013). Alveolar ridge preservation. A systematic review. *Clinical Oral Investigations*, 17(2), 341–363. <https://doi.org/10.1007/s00784-012-0758-5>
- Huang, H., Shu, L., Liu, Y., Wang, L., Li, J., & Fu, G. (2017). Immediate Implant Combined With Modified Socket-Shield Technique: A Case Letter. *Journal of Oral Implantology*, 43(2), 139–143. <https://doi.org/10.1563/aaid-joi-D-16-00107>
- Jung, R. E., Fenner, N., Hämmerle, C. H. F., & Zitzmann, N. U. (2013). Long-term outcome of implants placed with guided bone regeneration (GBR) using resorbable and non-resorbable membranes after 12-14 years. *Clinical Oral Implants Research*, 24(10), 1065–1073. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2012.02522.x>
- Kan, J. Y. K., Rungcharassaeng, K., Lozada, J. L., & Zimmerman, G. (2011). Facial gingival tissue stability following immediate placement and provisionalization of maxillary anterior single implants: A 2- to 8-year follow-up. *The Journal of*

- Prosthetic Dentistry*, 106(5), 342. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(11\)60143-1](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(11)60143-1)
- Khojasteh, A., Soheilifar, S., Mohajerani, H., & Nowzari, H. (2013). The effectiveness of barrier membranes on bone regeneration in localized bony defects: a systematic review. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 28(4), 1076–89. <https://doi.org/10.11607/jomi.2925>
- Kim, Y. J., & Henkin, J. (2013). Micro-Computed Tomography Assessment of Human Alveolar Bone: Bone Density and Three-Dimensional Micro-Architecture. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 1–7. <https://doi.org/10.1111/cid.12109>
- Kubilius, M., Kubilius, R., & Gleiznys, A. (2012). The preservation of alveolar bone ridge during tooth extraction. *Stomatologija / Issued by Public institution "Odontologijos Studija" ... [et Al.]*, 14(1), 3–11. <https://doi.org/114-01> [pii] LA - eng
- Kuchler, U., Pfungstner, G., Busenlechner, D., Dobsak, T., Reich, K., Heimel, P., & Gruber, R. (2013). Osteocyte lacunar density and area in newly formed bone of the augmented sinus. *Clinical Oral Implants Research*, 24(3), 285–289. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2012.02533.x>
- Lang, N. P., Pun, L., Lau, K. Y., Li, K. Y., & Wong, M. C. M. (2012). A systematic review on survival and success rates of implants placed immediately into fresh extraction sockets after at least 1 year. *Clinical Oral Implants Research*, 23(SUPPL. 5), 39–66. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2011.02372.x>
- Lekovic, V., Camargo, P. M., Klokkevold, P. R., Weinlaender, M., Kenney, E. B., Dimitrijevic, B., & Nedic, M. (1998). Preservation of Alveolar Bone in Extraction Sockets Using Bioabsorbable Membranes. *Journal of Periodontology*, 69(9), 1044–1049. <https://doi.org/10.1902/jop.1998.69.9.1044>
- Lekovic, V., Kenney, E. B., Weinlaender, M., Han, T., Klokkevold, P., Nedic, M., & Orsini, M. (1997). A Bone Regenerative Approach to Alveolar Ridge Maintenance Following Tooth Extraction. Report of 10 Cases. *Journal of Periodontology*, 68(6), 563–570. <https://doi.org/10.1902/jop.1997.68.6.563>
- Lindeboom, J. A. H., Tjiook, Y., & Kroon, F. H. M. (2006). Immediate placement of implants in periapical infected sites: A prospective randomized study in 50 patients. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology*, 101(6), 705–710. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2005.08.022>

- Lindhe, J., Araújo, M. G., Bufler, M., & Liljenberg, B. (2013). Biphasic alloplastic graft used to preserve the dimension of the edentulous ridge: An experimental study in the dog. *Clinical Oral Implants Research*, 24(10), 1158–1163. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2012.02527.x>
- Lindhe, J., Bressan, E., Cecchinato, D., Corrá, E., Toia, M., & Liljenberg, B. (2013). Bone tissue in different parts of the edentulous maxilla and mandible. *Clinical Oral Implants Research*, 24(4), 372–377. <https://doi.org/10.1111/clr.12064>
- Milinkovic, I., & Cordaro, L. (2014). Are there specific indications for the different alveolar bone augmentation procedures for implant placement? A systematic review. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 43(5), 606–625. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2013.12.004>
- Monje, A., Chan, H., Galindo-moreno, P., Elnayef, B., Amo, S., Wang, F., & Wang, H. (2015). Alveolar Bone Architecture: A Systematic Review and Meta-Analysis, (November), 1231–1248. <https://doi.org/10.1902/jop.2015.150263>
- Monje, A., González-García, R., Monje, F., Chan, H.-L., Galindo-Moreno, P., Suarez, F., & Wang, H.-L. (2015). Microarchitectural pattern of pristine maxillary bone. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 30(1), 125–132. <https://doi.org/10.11607/jomi.3681>
- Morjaria, K. R., Wilson, R., & Palmer, R. M. (2014). Bone healing after tooth extraction with or without an intervention: A systematic review of randomized controlled trials. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 16(1), 1–20. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8208.2012.00450.x>
- Morton, D., Chen, S., Martin, W., Levine, R., & Buser, D. (2014). Consensus Statements and Recommended Clinical Procedures Regarding Optimizing Esthetic Outcomes in Implant Dentistry. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 29(Supplement), 186–215. <https://doi.org/10.11607/jomi.2013.g3>
- Moya-Villaescusa, M. J., & Sánchez-Pérez, A. (2010). Measurement of ridge alterations following tooth removal: a radiographic study in humans. *Clinical Oral Implants Research*, 21(2), 237–242. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2009.01831.x>
- Muska, E., Walter, C., Knight, A., Taneja, P., Bulsara, Y., Hahn, M., ... Dietrich, T. (2013). Atraumatic vertical tooth extraction: A proof of principle clinical study of a

- novel system. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 116(5), e303–e310. <https://doi.org/10.1016/j.oooo.2011.11.037>
- Nakamura, H. (2007). Morphology, Function, and Differentiation of Bone Cells. *Journal of Hard Tissue Biology*, 16(1), 15–22. <https://doi.org/10.2485/jhtb.16.15>
- Niedwiedzki, T., & Filipowska, J. (2015). Bone remodeling in the context of cellular and systemic regulation: The role of osteocytes and the nervous system. *Journal of Molecular Endocrinology*, 55(2), R23–R36. <https://doi.org/10.1530/JME-15-0067>
- Pagni, G., Pellegrini, G., Giannobile, W. V., & Rasperini, G. (2012). Postextraction alveolar ridge preservation: Biological basis and treatments. *International Journal of Dentistry*, 2012. <https://doi.org/10.1155/2012/151030>
- Raes, F., Cosyn, J., Crommelinck, E., Coessens, P., & De Bruyn, H. (2011). Immediate and conventional single implant treatment in the anterior maxilla: 1-Year results of a case series on hard and soft tissue response and aesthetics. *Journal of Clinical Periodontology*, 38(4), 385–394. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.2010.01687.x>
- Raggatt, L. J., & Partridge, N. C. (2010). Cellular and molecular mechanisms of bone remodeling. *Journal of Biological Chemistry*, 285(33), 25103–25108. <https://doi.org/10.1074/jbc.R109.041087>
- Rodrigo, D., Martin, C., & Sanz, M. (2012). Biological complications and peri-implant clinical and radiographic changes at immediately placed dental implants. A prospective 5-year cohort study. *Clinical Oral Implants Research*, 23(10), 1224–1231. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2011.02294.x>
- Saeidi Pour, R., Zuhr, O., Hürzeler, M., Prandtner, O., Rafael, C. F., Edelhoff, D., & Liebermann, A. (2017). Clinical Benefits of the Immediate Implant Socket Shield Technique. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 29(2), 93–101. <https://doi.org/10.1111/jerd.12291>
- Sanz, M., Cecchinato, D., Ferrus, J., Pjetursson, E. B., Lang, N. P., & Lindhe, J. (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(1), 13–21. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2009.01824.x>

- Schaffler, M. B., Cheung, W.-Y., Majeska, R., & Kennedy, O. (2014). Osteocytes: Master Orchestrators of Bone. *Calcified Tissue International*, *94*(1), 5–24. <https://doi.org/10.1007/s00223-013-9790-y>
- Sharma, S. D., Vidya, B., Alexander, M., & Deshmukh, S. (2015). Perioste as an Aid to Atraumatic Extraction: A Comparative Double Blind Randomized Controlled Trial. *Journal of Maxillofacial and Oral Surgery*, *14*(3), 611–5. <https://doi.org/10.1007/s12663-014-0723-8>
- Sims, N. A., & Gooi, J. H. (2008). Bone remodeling: Multiple cellular interactions required for coupling of bone formation and resorption. *Seminars in Cell and Developmental Biology*, *19*(5), 444–451. <https://doi.org/10.1016/j.semdb.2008.07.016>
- Sims, N. A., & Vrahnas, C. (2014). Regulation of cortical and trabecular bone mass by communication between osteoblasts, osteocytes and osteoclasts. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, *561*, 22–28. <https://doi.org/10.1016/j.abb.2014.05.015>
- Smith, R. B., & Tarnow, D. D. S. D. P. (2013). Classification of Molar Extraction Sites for Immediate Dental Implant Placement: Technical Note, 911–916. <https://doi.org/10.11607/jomi.2627>
- Tan, W. L., Wong, T. L. T., Wong, M. C. M., & Lang, N. P. (2012). A systematic review of post-extraction alveolar hard and soft tissue dimensional changes in humans. *Clinical Oral Implants Research*, *23*(SUPPL. 5), 1–21. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2011.02375.x>
- Tomlin, E. M., Nelson, S. J., & Rossmann, J. A. (2014). Ridge preservation for implant therapy: a review of the literature. *The Open Dentistry Journal*, *8*, 66–76. <https://doi.org/10.2174/1874210601408010066>
- Ulm, C., Tepper, G., Blahout, R., Rausch-Fan, X., Hienz, S., & Matejka, M. (2009). Characteristic features of trabecular bone in edentulous mandibles. *Clinical Oral Implants Research*, *20*(6), 594–600. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2008.01701.x>
- Vignoletti, F., Discepoli, N., Müller, A., De Sanctis, M., Muñoz, F., & Sanz, M. (2012). Bone modelling at fresh extraction sockets: Immediate implant placement versus

- spontaneous healing. An experimental study in the beagle dog. *Journal of Clinical Periodontology*, 39(1), 91–97. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.2011.01803.x>
- Vignoletti, F., Matesanz, P., Rodrigo, D., Figuero, E., Martin, C., & Sanz, M. (2012). Surgical protocols for ridge preservation after tooth extraction. A systematic review. *Clinical Oral Implants Research*, 23(SUPPL. 5), 22–38. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2011.02331.x>
- Vignoletti, F., & Sanz, M. (2014). Immediate implants at fresh extraction sockets: From myth to reality. *Periodontology 2000*, 66(1), 132–152. <https://doi.org/10.1111/prd.12044>
- Vittorini Orgeas, G., Clementini, M., De Risi, V., & de Sanctis, M. (2013). Surgical Techniques for Alveolar Socket Preservation: A Systematic Review. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 28(4), 1049–1061. <https://doi.org/10.11607/jomi.2670>
- Wang, R. E., & Lang, N. P. (2012). Ridge preservation after tooth extraction. *Clinical Oral Implants Research*, 23(SUPPL.6), 147–156. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2012.02560.x>
- Wrobel, E., Leszczynska, J., & Brzoska, E. (2016). The Characteristics Of Human Bone-Derived Cells (HBDCS) during osteogenesis in vitro. *Cellular & Molecular Biology Letters*, 21(1), 26. <https://doi.org/10.1186/s11658-016-0027-8>
- Xiao, W., Wang, Y., Pacios, S., Li, S., & Graves, D. T. (2016). Cellular and Molecular Aspects of Bone Remodeling. *Frontiers of Oral Biology*, 18, 9–16. <https://doi.org/10.1159/000351895>
- Zakhary, I. E., El-Mekkawi, H. A., & Elsalanty, M. E. (2012). Alveolar ridge augmentation for implant fixation: Status review. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 114(SUPPL. 5), S179–S189. <https://doi.org/10.1016/j.oooo.2011.09.031>
- Zheng, X., Lee, S.-K., & Chun, O. K. (2016). Soy Isoflavones and Osteoporotic Bone Loss: A Review with an Emphasis on Modulation of Bone Remodeling. *Journal of Medicinal Food*, 19(1), 1–14. <https://doi.org/10.1089/jmf.2015.0045>