



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**PARTIAL EXTRACTION THERAPIES (PET)-TÉCNICAS PARA
PRESERVAÇÃO DO OSSO ALVEOLAR**

Trabalho submetido por
Rita Silva Fernandes
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

setembro de 2019



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**PARTIAL EXTRACTION THERAPIES (PET)-TÉCNICAS PARA
PRESERVAÇÃO DO OSSO ALVEOLAR**

Trabalho submetido por
Rita Silva Fernandes
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por
Prof. Doutora Armanda Maria Subtil Amorim Rodrigues de Abreu

setembro de 2019

**Dedicado à minha Avó Gim,
Que sempre sonhou ver as suas netas formadas**

O mar dos meus olhos

Há mulheres que trazem o mar nos olhos
Não pela cor
Mas pela vastidão da alma
E trazem a poesia nos dedos e nos sorrisos
Ficam para além do tempo
Como se a maré nunca as levasse
Da praia onde foram felizes

...

Sophia de Mello Breyner Andresen, *in* Obra Poética

Agradecimentos

Em primeiro lugar quero agradecer à minha orientadora Prof. Doutora Armanda Amorim pela compreensão, dedicação e disponibilidade que mostrou ao longo desta caminhada que fizemos juntas. O meu sincero obrigado.

À minha família que sempre me apoiou ao longo de todo o meu percurso. Nos bons e maus momentos. Nem sempre o caminho foi fácil... mas juntos conseguimos. Obrigado do fundo do meu coração, Mãe, Pai, Ana e Avós, Matias, Bing e Mário, adoro-vos. Em especial, quero agradecer à minha mãe, por ser uma guerreira e um exemplo para mim todos os dias. Por me dar sempre a dose de motivação, confiança e carinho que tantas vezes precisei. Por estar sempre comigo, com o seu sorriso característico, independentemente de tudo o resto. Obrigada mãe.

À Egas Moniz por fazer parte da minha história. Nunca vou esquecer estes cinco anos que tanto me mudaram e fizeram crescer. Não saio da Egas Moniz a mesma pessoa. Que feliz acaso ter escolhido a Egas Moniz para segunda casa.

À minha amiga Catarina Ameixa, que conheci no primeiro dia de aulas do primeiro ano e nos tornámos inseparáveis desde então. Não há palavras para descrever tanto carinho e cumplicidade que vivemos. Estes dois últimos anos de box 65 foram simplesmente inesquecíveis. Aprendi muito contigo. Obrigada querida Cate.

Às minhas amigas de todas as horas Bárbara Galrinho, Joana Lourenço e Yana Slovinska por estes anos maravilhosos. Tantas histórias temos para contar, tantos momentos passámos juntas... tantas gargalhadas e tantas lágrimas. Sem vocês não tinha sido igual. Obrigada por tudo.

Às minhas amigas de longa data da Natação, Carolina, Lousada, Bicas e Raquel, por toda a amizade e confiança que me deram ao longo deste trabalho e no fundo, ao longo de todos estes anos. Obrigada.

A todos os docentes e funcionários da Clínica Universitária Egas Moniz, que fizeram com que a minha passagem pela Clínica tenha sido um dos momentos mais felizes da minha vida. Nunca vou esquecer todas as conquistas, alguns insucessos e infinitas peripécias que lá vivi.

A todos, o meu mais sincero obrigado.

Resumo

As *Partial Extraction Therapies* (PET) constituem um grupo de intervenções que previnem o colapso dos tecidos moles e duros com a manutenção de parte ou da totalidade do fragmento dentário dentro do alvéolo, mantendo a vascularização fisiológica dada pelo ligamento periodontal. Fazem parte das PETs a técnica de *Root submergence*, a técnica de *Socket-shield* e a de *Pontic-shield*.

A técnica *Root submergence* consiste na preservação da raiz dentária no alvéolo ao nível ou abaixo da crista alveolar mantendo o perfil dos tecidos moles dando assim um resultado esteticamente favorável. É um procedimento relativamente simples e fácil, com boa resposta proprioceptiva, perceptiva e fisiológica por parte paciente.

A técnica de *Socket-shield* apresenta-se como uma técnica inovadora, desenvolvida por Hürzeler et al. no ano de 2010 na qual uma parte da raiz dentária é preparada e conservada dentro do alvéolo em associação com a colocação imediata de um implante. A técnica de *Pontic-shield* segue os padrões da técnica anterior, no entanto, ao invés da colocação de um implante imediato, é enxertado no alvéolo tecido conjuntivo autógeno (CTG) ou uma membrana de politetrafluoretileno expandido (e-PTFE).

O objetivo deste trabalho é fazer uma uma revisão da bibliografia referente às técnicas de extração parcial de modo a perceber se estas constituem estratégias viáveis à preservação do osso alveolar.

A pesquisa bibliográfica foi efetuada com recurso às bases de dados: Pubmed, Medline, Science Direct e Google Scholar.

Palavras-chave: *Root submergence*; *Socket-shield*; *Pontic-shield*; Preservação do osso alveolar.

Abstract

Partial Extraction Therapies (PET) are a group of interventions which prevent soft and hard tissue from collapsing. They do this by keeping the whole or part of the dental fragment inside the alveolus, thereby maintaining the physiologic vascularisation created by the periodontal ligament. The three main PETs are Root submergence, Socket-shield, and Pontic-shield.

Root submergence preserves the root of the tooth in the alveolus below or at the level of the alveolar crest. Because this protects the soft tissues, it has a favourable aesthetic result. It is a relatively simple and easy procedure, with good proprioceptive, perceptive, and physiologic feedback by the patient.

Socket-shield is an innovative technique developed by Hürzeler et al. in 2010. Socket-shield prepares and preserves part of the root of the tooth, placing an implant immediately afterwards. Pontic-shield is similar to Socket-shield, however, instead of placing an implant, it inserts connective tissue graft or a polytetrafluoroethylene membrane in the alveolus.

This paper aims to review the literature on partial extraction therapies to determine whether these are viable strategies to preserve the alveolar bone.

Research was conducted using the following databases: Pubmed, Medline, Science Direct e Google Scholar.

Keywords: Root submergence; Socket-shield; Pontic-shield; Alveolar bone preservation.

Índice

1. Introdução.....	15
2. Desenvolvimento.....	19
2.1 Preservação alveolar.....	19
2.1.1 Cicatrização pós-extração	20
2.2 <i>Root submergence</i>	21
2.2.1 Evolução do conceito	21
2.2.2 Procedimento e Previsibilidade.....	30
2.2.3 Materiais utilizados	32
2.2.4 Indicações e Contra-indicações.....	32
2.2.5 Vantagens	33
2.2.6 Desvantagens.....	34
2.2.7 Complicações	34
2.2.8 Efetividade de um pântico.....	34
2.2.9 <i>Root submergence</i> em zonas estéticas.....	36
2.3 Técnica de <i>Socket-shield</i>	37
2.3.1 Análise Histológica	45
2.3.2 Descrição da técnica.....	54
2.3.3 Materiais utilizados	61
2.3.4 Vantagens	61
2.3.5 Desvantagens.....	62
2.3.6 Indicações e Contra-indicações.....	62
2.3.7 Complicações da técnica	63

2.3.8 Classificação.....	63
2.3.9. Variações da Técnica	66
2.4 <i>Pontic- Shield</i>	68
2.4.1 Indicações.....	68
2.4.2 Materiais utilizados	69
2.4.3 Aspectos técnicos	69
3. Conclusão	71
4. Bibliografia.....	73

Índice de figuras

- Figura 1**-Formação de osso na porção coronal da raiz. À direita, alta magnificação. De salientar a camada de novo cimento na superfície coronal e a camada de tecido conjuntivo contínuo com o ligamento periodontal que separa a dentina coronal e a formação de novo osso Adaptado de (O’Neal et al., 1978). 28
- Figura 2**-Radiografia periapical da técnica de RST com tratamento endodôntico de uma das raízes. À direita, uma prótese parcial fixa foi colocada sob as raízes submersas: *follow-up* 2 anos. Adaptado de (Choi et al., 2015). 29
- Figura 3**-Diagrama da técnica RST. Adaptado de (Kumar et al., 2015). 32
- Figura 4**-Distância inter-implantar maior que 3mm: Perda mínima do nível da crista óssea. Adaptado de (Tarnow et al., 2000). 35
- Figura 5**-Distância inter-implantar menor que 3mm: Perda óssea cristal significativa. Adaptado de (Tarnow et al., 2000). 35
- Figura 6**-Ilustração do escudo no alvéolo. A parte verde representa o *shield* e a castanho, o *bundle bone*. Adaptado de (Bäumer et al., 2017). 38
- Figura 7**-Vista vestibular e lateral da parte da raiz que funciona como escudo radicular- *shield*. (Adaptado de Bäumer et al., 2017). 38
- Figura 8**-Diagrama das fases cirúrgicas da Técnica de *Socket-shield*. Adaptado de (Gluckman et al., 2017). 39
- Figura 9**-Corte vestibular-lingual ilustrando a presença de um fragmento dentário localizado vestibularmente ao implante com presença de um *gap* indicado com setas. É de salientar a altura óssea vestibular (BB) e lingual (LB). Adaptado de (Hürzeler et al., 2010) 47
- Figura 10**-Detalhe da formação de novo cimento (NC) cobrindo a superfície de dentina (D). É de notar que a espessura das camadas de novo cimento aumentam gradualmente em direção a apical. Adaptado de (Hürzeler et al., 2010). 48
- Figura 11**-A- Detalhe do fragmento radicular coberto com novo cimento (NC). Presença de células cementoides (O) e cementoblastos (indicados com setas). B- Detalhe da formação de novo cimento (NC) na dentina (D) e a presença de lacunas de cementócitos indicadas com setas. Adaptado de (Hürzeler et al., 2010). 48
- Figura 12**-A-Detalhe do fragmento dentário em contacto com o implante. Presença de cimento recém formado (indicado com setas) sob a dentina (D). De salientar o espaço entre o implante e cimento preenchido com tecido mineralizado amorfo. B- Alta Magnificação

do implante integrado em contacto com cimento recém formado (NC) e tecido mineralizado amorfo (MT). Adaptado de (Hürzeler et al., 2010).	49
Figura 13 -Corte vestibulo-lingual do implante dentário (I) em contacto com o fragmento dentário (setas brancas). De salientar os tecidos peri-implantares saudáveis bem como a altura óssea vestibular (seta preta) em comparação com o lado lingual. Adaptado de (Bäumer et al., 2013).	50
Figura 14 -Magnificação da parte coronal do fragmento dentário. É evidente um periodonto saudável com novo osso entre o implante (I) e a dentina (D). Adaptado de (Bäumer et al., 2013).	50
Figura 15 -Vista detalhada da crista alveolar vestibular com ausência de remodelação osteoclástica. Adaptado de (Bäumer et al., 2013).	51
Figura 16 -Alta magnificação do contacto do implante com a superfície de dentina integrada no novo osso. Adaptado de (Bäumer et al., 2013).	51
Figura 17 -Secção horizontal do implante (I) em contacto com o fragmento dentinário (D) e evidência de novo osso (seta). Adaptado de (Bäumer et al., 2013).	52
Figura 18 -Imagem microscópica da porção coronal com presença de tecido conjuntivo sem sinais de infiltrado inflamatório entre o escudo e o implante. Adaptado de (Mitsias et al., 2017).	53
Figura 19 -Imagem microscópica da porção média e apical do implante com presença de osso compacto. Não existe evidência de nenhum <i>gap</i> nesta interface. Adaptado de (Mitsias et al., 2017).	53
Figura 20 -Imagem microscópica da porção apical com migração do cimento da raiz residual em direção à superfície do implante. Adaptado de (Mitsias et al., 2017).	53
Figura 21 -Diagrama da secção da coroa dentária ao nível da gengiva. Adaptado de (Kumar & Kher, 2018).	57
Figura 22 -Secção da coroa dentária ao nível da gengiva. Adaptado de (Fonseca & Nunes, 2016).	57
Figura 23 -Ilustração da secção da raiz no sentido mesio-distal. Adaptado de (Mitsias et al., 2015).	57
Figura 24 -Imagem resultante da secção mesio-distal da raiz dentária. Adaptado de (Fonseca & Nunes, 2016).	58

Figura 25- Ilustração do fragmento palatino facilmente removido com a utilização de microforceps. Adaptado de (Mitsias et al., 2015).	58
Figura 26- Imagem resultante do fragmento palatino removido do alvéolo dentário. Adaptado de (Fonseca & Nunes, 2016).	58
Figura 27- Ilustração da técnica de <i>Socket-shield</i> com o implante corretamente posicionado (Adaptado de Gluckman et al., 2017).	59
Figura 28- Imagem resultante da colocação do implante <i>in situ</i> . De salientar a proximidade do implante ao <i>shield</i> . Adaptado de (Fonseca & Nunes, 2016).	59
Figura 29- Coroa provisória para ajudar a manter os contornos dos tecidos moles. Adaptado de (Kumar & Kher, 2018).	59
Figura 30- Escudo Vestibular- tipo I. Adaptado de (Kumar & Kher, 2018).	64
Figura 31- Escudo Vestibular Completo em C- tipo II. Adaptado de (Kumar & Kher, 2018).	64
Figura 32- Escudo Vestibular em Meio C- tipo III. Adaptado de (Kumar & Kher, 2018).	65
Figura 33- Escudos Interproximais- tipo IV. Adaptado de (Kumar & Kher, 2018).	65
Figura 34- Escudo Lingual/Palatino- tipo V. Adaptado de (Kumar & Kher, 2018).	66
Figura 35- Múltiplos escudos vestibulares- tipo VI. Adaptado de (Kumar & Kher, 2018).	66
Figura 36- Diagrama da técnica de <i>Pontic-Shield</i> . De salientar a localização do <i>shield</i> (setas pretas). Adaptado de (Gluckman et al., 2016).	70

Índice de tabelas

Tabela 1 -Frequência dos diferentes sintomas e patologias nos fragmentos radiculares retidos no estudo de Helsham. (*Nota: Existe sobreposição de sintomas/patologias, como por exemplo dor e infecção aguda). Adaptado de (Nayyar, Clarke, O’Sullivan & Stassen, 2015)	23
Tabela 2 -Classificação da altura prevista da papila interdentária. Adaptado de (Salama et al., 2007).....	36
Tabela 3 -Avaliação da estética rosa nos dois grupos analisados em diferentes tempos de <i>follow-up</i> . Adaptado de (Bramanti et al., 2018).....	43
Tabela 4 -Avaliação da reabsorção do nível ósseo nos dois grupos analisados em diferentes tempos de <i>follow-up</i> . Adaptado de (Bramanti et al., 2018).....	43

Lista de abreviaturas e siglas

BB- do inglês *Bundle Bone* (Feixe de osso)

BB-PDL- do inglês *Bundle Bone-Periodontal Ligament* (Bundle bone-ligamento periodontal)

CBCT- do inglês *Cone Beam Computed Tomography*

CTG- do inglês *Connective Tissue Graft* (Retalho de tecido conjuntivo)

PET - do inglês *Partial Extraction Therapies* (Técnicas de Extração Parcial)

PDL- do inglês *Periodontal Ligament* (Ligamento periodontal)

PDLSC- do inglês *Periodontal Ligament Stem Cells* (Células estaminais do ligamento periodontal)

RM- do inglês *Root Membrane* (Membrana Radicular)

RRR- do inglês *Reduction of Residual Ridges* (Redução das cristas residuais)

RST- do inglês *Root Submergence Technique* (Técnica de submersão radicular)

SST- do inglês *Socket-Shield Technique* (Técnica do escudo alveolar)

1. Introdução

As Técnicas de Extração Parcial (PET) representam um grupo de intervenções pré-colapso que compensam a perda de estrutura dentária com a manutenção do próprio dente ou parte dele, sem que por isso haja suprimento da vascularização fornecido pelo complexo *bundle bone- ligamento periodontal* (BB-PDL) (Gluckman, Salama & Du Toit, 2016). A perda de osso alveolar e consequente mudança no contorno da crista óssea advém da perda do complexo BB-PDL na sequência da extração dentária, resultando num colapso quase certo dos tecidos circundantes (Araujo, Sukekava, Wennstrom, & Lindhe, 2005).

Com a perda do ligamento periodontal, a crista óssea residual tende a diminuir o seu metabolismo levando à reabsorção bioquímica do osso causada pelas endotoxinas da placa dentária, prostaglandinas e pelos fatores de estimulação humanos da reabsorção do rebordo alveolar (Knezović-Zlatarić, Čelebić & Lazić, 2002).

O colapso após a extração dentária cria defeitos nos tecidos moles e duros que afetam negativamente o ideal planeamento para colocação de implantes dentários e consequentemente contribuem para um insucesso a nível estético (Çomut, Mehra & Saito, 2013).

As PET têm como objetivo a retenção parcial ou total da raiz dentária de modo a manter a arquitetura do periodonto, conservando as fibras do ligamento periodontal (PDL) que se encontram ao redor do alvéolo e ainda, preservar a vascularização do *bundle bone* dada pelo ligamento periodontal (Gluckman et al., 2016).

Todas as PETs têm em comum a remoção da coroa dentária que não se encontre mais restaurável ou no caso do dente ter indicação para extração, e ainda, a permanência de toda ou parte da raiz dentro do alvéolo como modo de preservação dos tecidos moles circundantes (Gluckman et al., 2016).

A técnica *Root submergence* não é um procedimento recente, sendo introduzido nos anos 50 e utilizado para preservação do volume do rebordo alveolar por baixo de próteses removíveis totais (Dugan, Getz & Epker, 1981). Em 2007, o conceito evoluiu e

passou a ser utilizado igualmente em prótese fixa como *pontic site*¹ (Salama, Ishikawa, Salama, Funato & Garber, 2007). A técnica consiste na redução da raiz dentária ao nível ou abaixo do osso alveolar e no seu recobrimento com um retalho de tecido gengival. O objetivo deste procedimento é manter a fixação completa do dente para evitar a reabsorção óssea do local e manter o perfil dos tecidos moles (Kumar, Singh, Bhowmick, Srivastava & Gupta, 2015).

A técnica de *Socket-shield* (SST), apresentada por Hürzeler et al. em 2010 representa uma alternativa cirúrgica para o posicionamento de implantes pós extração em zonas estéticas (Bramanti et al., 2018). Esta técnica consiste na preservação intencional da porção vestibular da raiz dentária associada à colocação imediata de um implante, com o objetivo preservar o *bundle bone* vestibular, de manter a vascularização proveniente do ligamento periodontal e conseqüentemente conservar estímulos funcionais e nutricionais. A literatura comprova que nesta técnica os implantes são osteointegrados sem inflamação ou processo de reabsorção óssea e os tecidos circundantes mantêm o seu volume e arquitetura gengival (Saeidi Pour et al., 2017).

A técnica *Pontic-shield* envolve uma preparação radicular semelhante à técnica de *Socket-shield* onde a porção radicular palatina é extraída e a lacuna existente é enxertada com tecido conjuntivo autógeno (CTG) ou uma membrana de politetrafluoretileno expandido (e-PTFE). Após cicatrização do local, a pressão sobre o pântico pode ser gradualmente aplicada (Gluckman et al., 2016).

As técnicas acima referidas podem ser assim chamadas de Técnicas de Extração Parcial (PET), um conceito recentemente introduzido na literatura e no âmbito clínico que propõe uma mudança no paradigma relativamente à preservação da crista alveolar e colapso dos tecidos. As técnicas de *Socket-shield* e *Pontic-shield* são consideradas novas na prática clínica pelo que precisam de dados clínicos a longo prazo para se tornarem um procedimento de rotina no meio da implantologia, ao contrário da técnica *Root submergence* que é já descrita na literatura desde os anos 50 e o seu protocolo é bem conhecido (Gluckman, Salama & Du Toit, 2017).

A preservação do alvéolo tem como objetivo a manutenção do volume ósseo aquando da extração dentária compensando a reabsorção indesejável da parede óssea

¹ Pontic site: Local para colocação de um pântico.

vestibular. Este procedimento apresenta-se útil quando se sucede a colocação de um implante ou a colocação de um pântico em prótese fixa, em que a preservação do alvéolo pode reduzir a necessidade de um aumento ósseo. Ao reduzir a reabsorção óssea e acelerar a formação óssea, o implante tem maior taxa de sobrevivência (Fee, 2017). A reabsorção óssea alveolar pode ser definida como “uma doença oral multifactorial complexa que se rege por leis físicas e fisiológicas” (Atwood, 1971 *in* Casey & Lauciello, 1980).

2. Desenvolvimento

2.1 Preservação alveolar

As alterações dimensionais fisiológicas da crista alveolar ocorrem após a extração dentária e conseqüentemente influenciam a colocação do implante. A maior parte das alterações inicia-se nos primeiros três meses de cicatrização (Vignoletti & Sanz, 2014; Maiorana et al., 2017; Dimova, 2014). Quando há perda da estrutura dentária, a crista óssea sofre um encolhimento em altura e largura, resultando num processo fisiológico de remodelação dos tecidos duros e moles, influenciados por variáveis como o tamanho do alvéolo, espessura da mucosa, fatores metabólicos e carga funcional. A forma e o volume do processo alveolar são determinados pela presença ou ausência de dentes, pela forma do alvéolo e pela direção e eixo de erupção (Irinakis, 2006; Maiorana et al., 2017). Quando se dá a extração dentária, a vascularização fornecida pelo ligamento periodontal desaparece e a única fonte de vascularização provém do périosteio (Mazzocco et al., 2016).

A principal causa da reabsorção óssea da parede vestibular do alvéolo relaciona-se com uma maior proporção de *bundle bone*, um tecido dependente do dente através do qual as fibras do ligamento periodontal se ligam aos maxilares, sofrendo estes, reabsorção aquando da perda de função (Maiorana et al., 2017). A estrutura alveolar é composta por suporte ósseo basal que forma o corpo da maxila e da mandíbula, pelo processo alveolar que se desenvolve de acordo com os elementos dentários e pelo *bundle bone* que cobre o alvéolo e se estende coronalmente formando a crista vestibular e no qual as fibras periodontais são inseridas -fibras de Sharpey (Cozzolino & Stefano, 2019).

As alterações volumétricas no tecido ósseo após extração dentária são evidentes mas as causas não estão completamente conhecidas, no entanto, a falta de função, a redução do suprimento sanguíneo, a inflamação localizada e o trauma desempenham um papel importante, já que a remodelação óssea é um processo complexo que envolve aspetos fisiológicos, estruturais e funcionais (Cozzolino & Stefano, 2019).

Segundo Araújo et al., duas fases podem ser distinguidas no processo de reabsorção óssea. A primeira fase envolve a reabsorção do *bundle bone* com a formação de *woven bone*, que leva a uma perda de altura do córtex vestibular. A segunda fase é representada pela reabsorção de ambas as corticais e, como o córtex vestibular é mais fino

que o lingual, formado exclusivamente por *bundle bone*, a reabsorção na direção horizontal traduz-se também numa reabsorção vertical (Araújo et al., 2008 *in* Cozzolino & Stefano, 2019).

Como método de preservação da crista óssea são aplicadas técnicas após extração dentária, resultando numa maior dimensão orofacial do osso quando comparado com casos em que não é aplicado qualquer procedimento (Fee, 2017). A intervenção pode passar pelos enxertos ósseos, que incluem os enxertos autógenos, alógenos, xenoenxertos e materiais aloplásticos, ou outros materiais como plasma rico em plaquetas, fibrina rica em plaquetas, proteína morfogenética óssea, *emdogain*² e terapia celular. Recentemente conclui-se que os xenoenxertos e aloenxertos são materiais que apresentam menos perda de dimensões do alvéolo comparativamente a materiais aloplásticos e cavidades sem qualquer enxerto (Maiorana et al., 2017).

É errado pensar que a colocação imediata de implantes não influencia a reabsorção do rebordo alveolar após a extração dentária. As técnicas de preservação da crista óssea parecem auxiliar a colocação do implante imediato como forma de compensar a reabsorção óssea biológica e reduzir a necessidade de aumento ósseo posterior. Estas técnicas de preservação da crista residual devem ser opção quando a colocação do implante precisa de ser adiada por situações relacionadas com o paciente ou situações locais, quando a cirurgia precisa de ser adiada por mais de seis meses, ou ainda quando o local é planeado para pôntico de uma prótese parcial fixa (Fee, 2017).

2.1.1 Cicatrização pós-extração

A reabsorção do processo alveolar após extração dentária afeta negativa e significativamente a reabilitação oral com implantes dentários, bem como qualquer tipo de prótese. Quando se dá a extração dentária ocorrem uma série de etapas fisiológicas começando com a formação do coágulo sanguíneo e a migração de células defensoras, como os polimorfonucleócitos para o alvéolo com o objetivo de ajudar a combater a infeção (Fee, 2017).

² Emdogain: Proteínas da matriz extracelular do esmalte (Lyngstadaas et al., 2001).

O processo de cicatrização do osso alveolar após uma extração é dividido em duas fases. Na primeira fase o *bundle bone* é rapidamente reabsorvido e substituído por *woven bone* e conseqüentemente existe uma alteração volumétrica no sentido vertical. Na segunda fase, a superfície externa do osso alveolar é reabsorvido causando uma contração horizontal (Cozzolino & Stefano, 2019).

A remodelação da crista residual inicia-se com uma cascata de reações inflamatórias que é ativada logo após a extração dentária sendo a cavidade de extração temporariamente fechada pela coagulação do sangue nas primeiras 24 horas (Jahangiri, Devlin, Ting & Nishimura, 1998).

Neutrófilos e macrófagos entram no local da ferida cirúrgica, digerem bactérias e restos de tecido de modo a esterilizar a ferida, onde libertam fatores de crescimento e citocinas que induzirão e amplificarão a migração de células mesenquimais para dentro do coágulo. Passados 2 a 4 dias dá-se a rutura do coágulo sanguíneo (fibrinólise) e proliferação de células mesenquimatosas levando à substituição gradual do coágulo por tecido de granulação. Ao fim de aproximadamente uma semana forma-se uma rede vascular, seguindo-se a cobertura da porção marginal do alvéolo por novo tecido conjuntivo rico em vasos e células inflamatórias. Entre 4 a 6 meses, o tecido mineral dentro da cavidade é reforçado com camadas de osso lamelar que é depositado sobre o *woven bone* que já havia sido formado por volta da quarta semana. Embora a deposição óssea na cavidade continue por vários meses nunca atingirá o nível inicial nem o dos dentes adjacentes (Irinakis, 2006).

2.2 Root submergence

2.2.1 Evolução do conceito

A perda de osso alveolar após extração dentária é progressiva, irreversível e estimada em cerca de 0,5mm por ano. É uma causa inevitável e por isso a única forma de antecipar a sua ocorrência é prevenir a falta da própria estrutura dentária (Casey & Lauciello, 1980).

Segundo o estudo de Atwood e Coy (1971), o nível de redução das cristas residuais (RRR) varia não só entre diferentes indivíduos, bem como entre a mandíbula e a maxila. Para a zona maxilar anterior, os valores da perda óssea são de 0,0079mm por

mês ou 0,1mm por ano, valores estes inferiores à zona anterior da mandíbula- 0,0346mm por mês ou 0,4mm por ano. Contabilizando os valores da perda óssea para a zona anterior da maxila e mandíbula em conjunto, estima-se um decréscimo do nível ósseo de 0,0425mm por mês ou cerca de 0,5mm por ano, sendo que os valores médios de reabsorção da mandíbula são quatro vezes superiores ao da maxila.

As maiores mudanças ocorridas no local da extração ocorrem durante os primeiros 12 meses que sucedem a extração dentária, onde se verifica uma perda de largura da crista alveolar em cerca de 50%, em que dois terços da perda óssea ocorrem nos 3 primeiros meses após extração. A redução da largura da crista alveolar é ligeiramente mais acentuada na região molar do que nos pré-molares e superior na mandíbula em comparação com a maxila (Schropp, Wenzel, Kostopoulos & Karring, 2003). A região anterior do maxilar superior apresenta-se com frequência muito fina o que leva a alterações dimensionais significativas tendo um forte impacto a nível estético (Kumar et al., 2015).

A técnica de *Root submergence* ou também conhecida como *Root banking* foi introduzida em prótese dentária para manutenção do rebordo alveolar sob próteses totais na década de 1950 (Shrestha, Pradhan, Gorkhali & Verma, 2018). O sucesso de uma prótese total está intimamente ligada com a manutenção da integridade dos tecidos de suporte, ou seja, a manutenção do osso de suporte depende da presença de raízes saudáveis e da presença do ligamento periodontal de modo a transmitirem forças funcionais ao osso circundante. No caso de uma prótese total, a perda de todas estas estruturas irá inevitavelmente alterar o padrão de distribuição das forças (Hiremath, Doshi, Kulkarni & Purbay, 2010).

O conceito *submerged-root* teve possivelmente origem nos estudos referentes a raízes fraturadas e raízes retidas, onde se constatou a inexistência de sinais patológicos nas raízes fraturadas e intencionalmente deixadas no osso alveolar (Casey & Lauciello, 1980). A técnica de submersão radicular (RST) mantém a inserção periodontal ao redor da raiz, impedindo a reabsorção do osso alveolar e mantendo a dimensão da crista e dos tecidos adjacentes. A técnica foi relatada pela primeira vez na literatura em 1961 por Björn como uma forma de prevenir a reabsorção do rebordo residual em pacientes com prótese total (Skramstad, 2019).

Em 1942, Bevelander estudou as reações histológicas teciduais à fratura intencional de raízes em cães. Neste estudo, a vitalidade pulpar foi observada quando a porção coronal da raiz foi protegida com tecido epitelial (Bevelander, 1942 *in* Casey & Lauciello, 1980). Em 1959, Simpson analisou raízes retidas em humanos e constatou que todas as raízes livres de sintomas possuíam tecido pulpar saudável, o que sugere que os fragmentos dentários que originalmente não se encontrem infetados, podem ser deixados na posição inicial (Simpson, 1959 *in* Casey & Lauciello, 1980).

No ano seguinte, em 1960, Helsham desenvolveu uma pesquisa clínica numa tentativa de perceber o que acontece quando a raiz é deixada no osso alveolar. Com base em 2000 pacientes indicados para remoção de raízes retidas constatou que 1676 fragmentos de raízes (83,4%) não estavam associadas a nenhum sintoma ou alguma alteração patológica. Os sintomas de dor, infeção ou alterações patológicas foram raros nas raízes que se encontravam totalmente submersas no osso alveolar, ao contrário das raízes que se encontram expostas ao meio oral, que apresentavam, por vezes, esta sintomatologia. Helsham afirma que com o passar dos anos, as raízes podem ficar expostas na cavidade oral consoante o tamanho da raiz e da taxa de reabsorção do osso alveolar, no entanto, uma raiz submersa tende a permanecer sem patologia, a menos que os processos de reabsorção a exponham (Helsham, 1960) (Tabela 1).

Tabela 1-Frequência dos diferentes sintomas e patologias nos fragmentos radiculares retidos no estudo de Helsham. (*Nota: Existe sobreposição de sintomas/patologias, como por exemplo dor e infeção aguda). Adaptado de (Nayyar, Clarke, O’Sullivan & Stassen, 2015).

Sintomas ou patologia	Número de pacientes	Percentagem (%)
Tecido de granulação	236	11.8
Esclerose em redor das raízes	113	5.65
Dor	82	4.1
Quistos	38	1.9
Infeção Aguda	21	1.05
Total* (sintomático ou patológico)	324	16.2

A grande maioria das raízes retidas vitais quando fraturadas permanecem vitais e os tecidos curam em seu redor. A membrana periodontal estende-se ao longo da superfície fraturada e o cimento é depositado ao longo da fratura. A polpa sofre metaplasia e o

cimento é disposto nas paredes pulpares selando a dentina de forma a criar uma condição normal à raiz. A deposição de cimento dá-se tanto internamente como externamente e assim as raízes fraturadas permanecem vitais num ambiente considerado semelhante ao osso alveolar. Numa situação normal, a polpa de um dente vital não é infetada, a menos que haja contaminação por uma fonte externa, como cárie ou trauma. O mesmo acontece com as raízes submersas vitais onde a polpa não é infetada se não houver exposição à cavidade oral. No caso da raiz estar exposta ao ambiente oral, as bactérias podem atingir a polpa dando-se uma infeção aguda, ou os tecidos podem curar novamente com uma área de granulação em redor. Clinicamente estas raízes encontram-se enegrecidas e erodidas, com polpa ausente e o revestimento da parede pulpar erodido (Helsham, 1960).

Anos mais tarde, em 1970, Howell publicou o primeiro estudo clínico de raízes submersas com tratamento endodôntico em humanos na tentativa de preservar o osso alveolar em próteses totais. As raízes foram submersas e observadas durante mais de dez anos, concluindo que não houve perda aparente de osso alveolar e que este procedimento poderia ser utilizado para manutenção da altura da crista sob aparelhos protéticos. Howell parece ser o primeiro a utilizar esta técnica para preservação óssea em próteses totais (Howell, 1970 *in* Dugan et al., 1981).

Também Goska e Vandrak em 1972, estudaram o caso de um indivíduo durante o período de dois anos, que usara prótese dentária sobre três raízes submersas com tratamento endodôntico. Constatou-se que o paciente não teve dores ou desconforto, não houve evidência de erupção ou rejeição sistémica e ainda que a mucosa oral proliferou sob as raízes.

No mesmo ano de 1972, Poe et al. desenvolveram um estudo com 4 dentes de três cães em que foram seccionados pela crista alveolar e cobertos completamente por um retalho gengival de espessura total de modo a haver o fechamento completo da ferida. O exame histológico mostrou uma mistura dos tecidos conjuntivos pulpares e subjacentes, aparecimento de um tecido semelhante a cimento no local e calcificações na extensão coronal dos canais radiculares. A vitalidade das raízes foi observada em todos os cães e nenhuma evidência de exsudato inflamatório foi encontrado associado às extremidades coronais ou apicais (Poe et al., 1972 *in* Whitaker & Shankle, 1974).

Herd em 1973, descreveu a sequência de eventos que ocorrem após a retenção intencional de um fragmento da raiz dentária com polpa vital:

- 1- Intermitência entre fases da atividade reabsortiva e reparadora na superfície da fratura que resultam no recobrimento completo da dentina por cemento acelular. Com a cicatrização dos tecidos superficiais do alvéolo há o aparecimento de um espaço periodontal ao longo da superfície onde as fibras periodontais se fixam ao dente através do cemento reparador. Estas fibras são compatíveis com as fibras dos tecidos intracanales e morfológicamente semelhantes às fibras do tecido periodontal de um dente erupcionado, no entanto estas encontram-se em direção paralela à superfície das raízes sendo considerada uma situação não funcional;
- 2- Progressiva substituição fibrosa do tecido pulpar devido à perda dos elementos nervosos que conferiam uma morfologia normal da polpa dentária;
- 3- Diferenciação de cementoblastos a partir de células indiferenciadas provenientes dos tecidos intracanales da raiz, que depositam cemento acelular laminado ao longo das paredes do canal e conseqüentemente tornam o canal mais estreito. A longo prazo é este o cemento detetado na superfície de fratura das raízes retidas e classificado como cemento reparador;
- 4- Pode existir situações onde a reabsorção óssea progressiva expõe a raiz dentária submersa fazendo com que esta ocupe uma posição superficial submucosa e por vezes, pode existir necrose desta mucosa com a aplicação excessiva de forças resultantes da utilização por exemplo, de uma prótese dentária;
- 5- Conseqüentemente à exposição ocorrida ao meio oral, alterações inflamatórias nos tecidos pulpares ou periradiculares poderão ocorrer, com ou sem necrose dos tecidos intracanales da raiz. Os sinais e sintomas aparecerão posteriormente.

Whitaker e Shankle, em 1974 analisaram histologicamente 19 segmentos radiculares vitais e 17 segmentos com tratamento endodôntico em 3 macacos, após três períodos experimentais: 2, 5 e 25 semanas. Como resultados do estudo constataram que os segmentos vitais nos 3 macacos tiveram menos reação inflamatória, tiveram melhor taxa de sucesso de submersão e exibiram mistura de tecidos pulpares com tecido conjuntivo subjacente. Os segmentos endodônciados foram associados a reação leve de corpos estranhos nos casos em que a submersão era difícil de realizar e nenhum infiltrado inflamatório se observou quando a submersão ocorreu com sucesso. Os fatores envolvidos na maior taxa de sucesso dos segmentos submersos vitais face aos não vitais,

podem ser explicados pela perda de circulação colateral proporcionada pelos tecidos pulpares. A presença de *guta-percha* (material utilizado como selador canal) atua como corpo estranho podendo contribuir para uma resposta inflamatória crônica e para o crescimento epitelial diminuído. Como conclusão do estudo verificou-se que os segmentos vitais submersos têm uma maior taxa de sucesso comparativamente aos segmentos endodonciados. Foi possível estabelecer uma correlação de 100% entre os segmentos submersos com sucesso e a fixação de tecido conjuntivo onde esta correlação existiu tanto para os segmentos vitais como para os endodonciados. A ligação do tecido conjuntivo à dentina é considerado um fenómeno de “ tudo ou nada “, não existindo vários graus de ligação ao longo das 25 semanas de estudo.

Johnson em 1974, constatou com base no exame histológico de 24 raízes que após 1 ano de observação estas permaneciam vitais com algumas raízes atingindo o selamento completo do canal através da formação de uma ponte de osteodentina. Uma das 24 raízes submersas foi sujeita a uma pequena abertura na mucosa e conseqüentemente foi a única raiz em que houve proliferação epitelial e infiltração celular inflamatória no tecido pulpar (Johnson, Flinton & Cornell, 1974 *in* Nayyar, Clarke, O’Sullivan & Stassen, 2015).

A possibilidade de retirar o tecido pulpar e cobrir as raízes sem o preenchimento do canal radicular foi investigada por Levin em 1974 em oito cães, em que retalhos mucoperiosteos foram levantados e uma pulpectomia foi realizada nos primeiros pré-molares superiores de cada cão. Foi realizada uma secção dos dentes pela crista alveolar e os retalhos foram posicionados sobre as raízes. O estudo decorreu durante 29 semanas e concluiu que o contorno adequado da porção coronal do dente era necessário para obter resultados previsíveis de fechamento e ainda, que a remoção do epitélio crevicular foi útil na redução da possibilidade de formação de quistos. Contudo a inflamação aguda ocorreu em casos suficientes para diminuir o sucesso do procedimento e tornar a validade da técnica questionável (Levin et al., 1974 *in* Dugan et al., 1981).

Um protocolo clínico foi estabelecido com base em estudos anteriores de humanos e animais, de modo a averiguar se raízes vitais submersas podem constituir uma base protética aceitável sob *stress* mastigatório. Vinte e oito dentes em cinco pacientes foram seccionados num plano horizontal a nível da crista alveolar e cobertos com retalhos mucoperiosteos para serem posteriormente suturados de forma a garantir um fechamento impermeável sem tensão. Após o período de observação de 24 meses não foi observada

evidência de nenhuma patologia periapical, abscessos ou infecções, os dentes não sofreram migração e não se observou uma diminuição da profundidade vestibular superior à esperada nos cinco casos estudados. O protocolo cirúrgico apresentou as seguintes etapas (Garver, Fenster, Baker & Johnson , 1978):

- 1- Cada paciente foi pré-medicado e o anestésico foi escolhido pelo médico a realizar a cirurgia;
- 2- Os retalhos mucoperiósteos foram realizados fornecendo uma exposição cirúrgica adequada dos dentes a serem seccionados e garantir um fechamento impermeável sem tensão;
- 3- As coroas clínicas foram seccionadas pela crista alveolar com brocas de alta velocidade com irrigação abundante e a superfície da raiz e o osso circundante foram contornados;
- 4- Todo o tecido de granulação foi removido com curetas afiadas;
- 5- A retenção ou remoção das raízes preparadas foi determinada pela avaliação clínica da polpa visual, do segmento radicular e dos tecidos de suporte;
- 6- O uso de incisões do retalho mucoperiósteo foi utilizado para efetuar o fechamento sem tensão.

A literatura expõe quatro métodos de tratamento para as raízes remanescentes: vitalidade preservada na raiz e posteriormente submersa; pulpectomia na raiz residual e submersa sem terapia canalar; o remanescente radicular é tratado endodonticamente e submerso ou ainda, o tratamento endodôntico da raiz intencionalmente extraída e reduzida, para posteriormente ser replantada e submersa. No primeiro método a mistura de tecidos pulpareos ocorre com o tecido conjuntivo sobrejacente, seguindo-se o fechamento progressivo do canal radicular pela osteodentina. No terceiro método, as raízes são endodonciadas e o tecido pulpar não desempenha um papel no sucesso ou fracasso do procedimento desde que, o sistema de canais não se torne fonte de inflamação. O último método baseia-se na anquilose da raiz ao osso, o que resultaria num impedimento de erupção da raiz e numa grande vantagem clínica, pois a porção coronária iria ser preparada fora da cavidade oral. No entanto, esta opção não tem resultados previsíveis (O'Neal, Gound, Levin & Del Rio, 1978).

O'Neal et al. (1978) analisaram histologicamente 16 raízes submersas com tratamento endodôntico de 4 cães de raça *mongrel* durante um período de observação de 120 dias com o objetivo de investigar a resposta biológica de raízes endodonciadas e

posteriormente submersas. Neste estudo concluiu-se que o fechamento primário do retalho resultou numa rápida cicatrização de todos os locais cirúrgicos e clinicamente, os contornos da crista óssea apresentavam-se normais, com excepção de dois casos em que a gengiva se encontrava levemente elevada. A avaliação histológica desses locais revelou áreas quísticas associadas às porções coronais das raízes que impediram a formação de osteocemento sobre a superfície coronal, revelou que nenhuma das raízes experimentais sofreu reabsorção fisiológica e ainda que a inflamação associada às raízes endodoncadas pareceu ser primariamente uma resposta ao excesso de material selador de canais radiculares. Em 62,5% das raízes analisadas observou-se uma nova formação óssea, apesar da presença de material selador no canal radicular, bem como a formação de uma nova camada de tecido conjuntivo e de osteocemento, que separa a dentina coronária da nova formação óssea (Figura 1).

Em 1979 foi realizado um estudo onde foram submersas 45 raízes vitais para apoio de sobredentaduras em 10 doentes e constatou-se que das 45 raízes submersas, 37 permaneceram vitais, 7 desenvolveram patologias pulpares e tiveram que sujeitas a tratamento endodôntico, e 1 das raízes teve que ser extraída. Verificou-se que apenas 18% das raízes submersas necessitaram de tratamento endodôntico durante um período de 11 meses (Garver, Fenster & Connole, 1979).

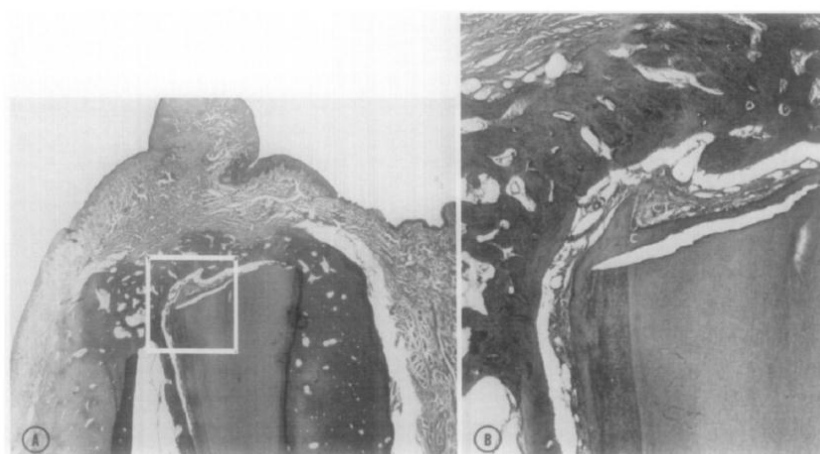


Figura 1-Formação de osso na porção coronal da raiz. À direita, alta magnificação. De salientar a camada de novo cimento na superfície coronal e a camada de tecido conjuntivo contínuo com o ligamento periodontal que separa a dentina coronal e a formação de novo osso. Adaptado de (O'Neal et al., 1978).

Von Wowern e Winther em 1981 relataram um estudo de acompanhamento clínico e radiográfico num período de 4 anos de 20 raízes submersas não vitais sob sobredentaduras de 15 doentes onde concluíram que:

- Com o passar dos anos o número de falhas aumentou de 3 casos no primeiro ano para 11 casos num intervalo de 4 anos, correspondendo a 53% dos doentes. A principal falha observada foi a exposição da superfície radicular sem inflamação no tecido circundante;
- A atrofia do rebordo alveolar não é evitada por raízes submersas sendo estas provavelmente o principal motivo para falha de selamento.

Este estudo revelou 11 falhas devido à exposição da superfície da raiz. Os autores afirmaram que a reabsorção do rebordo alveolar não foi impedida pelas raízes submersas e alegaram que a reabsorção óssea ao redor das raízes foi a principal razão para a falha de selamento. Para evitar esta complicação, a raiz deve estar completamente submersa e todas as extremidades afiadas devem ser ajustadas para evitar exposição. Como conclusão do estudo, os autores admitiram que a submersão de raízes não vitais não pode ser considerado um procedimento de rotina.

Choi et al. em 2015 aplicaram a técnica de submersão radicular como *pontic site* na zona anterior da maxila em próteses fixas em três casos clínicos com um *follow-up* de dois anos. Os autores concluíram que a técnica de submersão radicular pode servir como um tratamento alternativo eficaz na preservação do local, com ou sem procedimentos de aumento tecidual. Todas as raízes submersas foram completamente cobertas por tecido mole e após cicatrização não mostraram evidência de alterações durante o período de observação (Figura 2).



Figura 2-Radiografia periapical da técnica de RST com tratamento endodôntico de uma das raízes. À direita, uma prótese parcial fixa foi colocada sob as raízes submersas: *follow-up* 2 de anos. Adaptado de (Choi et al., 2015).

A técnica de RST foi introduzida nos finais dos anos 50 como método de preservação da crista alveolar nas próteses totais e posteriormente evoluiu para o uso em prótese fixa como *pontic site* (Çomut et al., 2013). Salama et al. consideram que a RST deve ser novamente reconhecida como uma técnica muito eficaz para preservação dos tecidos e criação de pânticos em zonas estéticas (Salama et al., 2007).

Embora a literatura apoie o sucesso desta técnica, a técnica de RST não é indicada como um procedimento de rotina pois a evidência científica atual baseia-se num limitado número de casos clínicos com uma reduzida amostra e com tempo de *follow-up* insuficiente. Muitos estudos terão de ser realizados para esta técnica ser novamente reconhecida.

2.2.2 Procedimento e Previsibilidade

A técnica de submersão radicular (RST) consiste em retirar a parte coronal do dente, submergindo-o a um nível inferior ao osso alveolar cerca de 1 a 2 mm e cobri-lo com um retalho tecido gengival (Delivanis, Day, Esposito & Bickley, 1980; Kumar et al., 2015) (Figura 3).

A gengiva aderida pode ser libertada e suturada ou, de preferência, pode ser colocado um enxerto de tecido mole (apenas tecido conjuntivo ou epitelializado) no topo da raiz submersa para encerramento da ferida operatória (Gluckman et al., 2016). Este processo pode representar um desafio para o clínico e exigir extensa libertação do perióstio, especialmente em múltiplas raízes submersas adjacentes (Gluckman et al., 2017). Antes de qualquer pressão sob o tecido que cobre a raiz do dente, o local deve cicatrizar por um período mínimo de 3 meses (Gluckman et al., 2016).

A preparação da raiz efetua-se com uma broca diamantada de elevado diâmetro de modo a criar uma concavidade que permita que o tecido mole se adapte e cicatrize posteriormente. O encerramento da zona operatória é considerada uma etapa fulcral onde se pode optar por enxerto de tecido conjuntivo no caso de se tratar de uma região única ou por intenção primária com aproximação dos bordos se se tratar de múltiplas localizações (Gluckman et al., 2017).

A RST é possível tanto em condições vitais das raízes como não vitais. Na submersão radicular em dentes não vitais, o dente é endodonciado antes de ser retirada a

porção coronal do dente. Na submersão da raiz vital, é retirada a coroa dentária mantendo a polpa intacta garantindo que a raiz é coberta com uma aba de tecido conjuntivo. O tecido pulpar nas raízes permanece vital pois há suprimento sanguíneo através dos ápexes das raízes e da circulação colateral através do tecido mole (Guyer, 1975; Shrestha et al., 2018).

Quando existe infecção ativa da raiz, ou da área apical, esta deve ser primeiramente sujeita a tratamento endodôntico. Uma raiz corretamente endodonciada ou vital, livre de infecção, pode estar submersa. A tomada de decisão de submergir a raiz inteira ou apenas uma parte como *Pontic-shield* é fundamentada no estado e no local da raiz (Gluckman et al., 2017).

Segundo Delivanis et al. (1980) existem alguns aspetos cirúrgicos a ter em conta antes de se efetuar o procedimento clínico:

- 1- Caso haja alguma extração a realizar, esta deve ser executada em consultas anteriores de modo a que os tecidos circundantes e o alvéolo dentário tenham tempo suficiente para cicatrizar. Este passo é de extrema importância para a facilitação de realização de retalhos;
- 2- A secção coronária e redução da raiz deve ser efetuada antes do retalho gengival ser levantado evitando resíduos dentinários em excesso na área óssea;
- 3- Ambas as extremidades do retalho gengival devem ser libertadas verticalmente para permitir uma melhor cobertura das raízes e melhor alongamento;
- 4- O retalho gengival localizado por lingual/palatino deve, de preferência, ser levantado 2 a 3 mm desde a crista do osso alveolar de modo a permitir uma melhor visualização;
- 5- Radiografias às raízes submersas devem ser efetuadas antes do retalho gengival ser posicionado e suturado para evitar que alguma espícula da raiz seja deixada acidentalmente;
- 6- Deve proceder-se à execução de um bisel interno antes do retalho ser suturado.

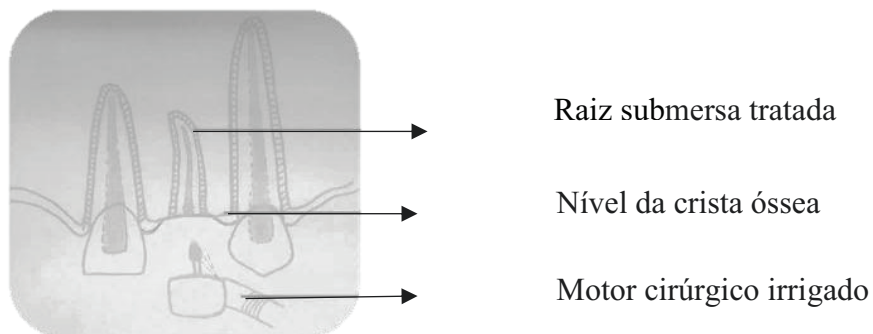


Figura 3-Diagrama da técnica RST. Adaptado de (Kumar et al., 2015).

Próteses suportadas por coroas aparafusadas são o tipo ideal de restauração na técnica de submersão radicular devido à facilidade de recuperação. Caso as coroas da prótese sejam cimentadas, é vantajoso cimentar a restauração definitiva com um cimento provisório (Çomut et al., 2013).

2.2.3 Materiais utilizados

- 1- Motor cirúrgico irrigado;
- 2- Contra-ângulo cirúrgico;
- 3- Broca esférica diamantada de elevado diâmetro (para remover a secção coronal e criar uma forma côncava);
- 4- Lâmina SM-69;
- 5- Suturas de nylon 6/0.

(Gluckman et al., 2017)

2.2.4 Indicações e Contra-indicações

Indicações

- 1- Dente não restaurável ou dente indicado para extração;
- 2- Ausência de patologia apical;
- 3- Polpa saudável amputada ou com terapia endodôntica terminada;
- 4- Intenção de preservar a crista alveolar;
- 5- Prótese removível parcial ou total planeada;

- 6- Planeamento de um pêntico sob uma prótese fixa;
- 7- Local para pêntico em cantilever como alternativa a dois implantes adjacentes;
- 8- Paciente jovem com crescimento ativo indicado para tratamento posterior com implantes;
- 9- Preservação da crista óssea em conjunto com outras PETs.

(Salama et al., 2007)

Contra- indicações

Embora as taxas de sucesso sejam altas para dentes com tecidos peri-apicais saudáveis, a técnica de submersão radicular está contra-indicada em dentes com reabsorção radicular externa, cárie radicular ou lesões endodônticas periodontais existentes devido a áreas não saudáveis (Çomut et al., 2013). Uma fratura vertical radicular é considerada uma contra-indicação para esta técnica, no entanto, uma raiz com fratura vertical pode ainda ser preparada com a técnica de *Pontic-shield*, explicada mais à frente, como alternativa (Gluckman et al., 2017).

2.2.5 Vantagens

Um dos maiores benefícios da RST relaciona-se com a sua aplicação em *pontic sites*. Ao manter a raiz, mais quantidade de osso e tecidos podem ser mantidos em comparação com outros procedimentos de preservação alveolar após perda do dente permitindo um resultado mais estético (Skramstad, 2019).

A técnica de RST tem como principal vantagem a facilidade de execução do seu procedimento que confere uma resposta positiva a nível proprioceptivo, perceptivo e fisiológico, uma vez que ao manter a estrutura dentária íntegra, o perfil de tecido mole produz resultados estéticos bastante favoráveis (Kumar et al., 2015).

Esta técnica preserva a largura e a altura óssea, o tecido conjuntivo e o suprimento sanguíneo, permitindo a manutenção da papila dentária e elimina a necessidade de cirurgia extensa e enxertos de tecido conjuntivo (Becker & Becker, 1990 in Çomut et al., 2013). Para além disso, o clínico tem ainda opção da técnica de *Socket-shield*, bem como outros tratamentos futuros (Çomut et al., 2013; Skramstad, 2019).

Esta técnica pode apresentar-se como opção para os pacientes medicamente comprometidos onde cirurgias extensas estão contra-indicadas (Kumar et al., 2015).

2.2.6 Desvantagens

A principal desvantagem encontrada na literatura prende-se com a possibilidade de um procedimento de vestibuloplastia secundária ao procedimento de raiz submersa devido à perda de profundidade vestibular (Casey & Lauciello, 1980). Por haver uma redução na altura do vestíbulo, o procedimento de enxerto gengival livre é neste caso recomendado (Sander, 1973 *in* Casey & Lauciello, 1980). Assim sendo, a validade do conceito *root submerged* nestes procedimentos fica discutível.

2.2.7 Complicações

Alguns estudos demonstraram complicações associadas ao conceito de *root submerged* tais como lesões peri-apicais, reabsorções externas da raiz, anquilose e ainda cáries radiculares associadas a raízes que não se encontravam completamente cobertas por mucosa (Bowers et al., 1989 *in* Çomut et al., 2013). Perfurações do tecido gengival e formação de quistos são complicações documentadas associadas à técnica de RST. A preparação da raiz deve ser executada de uma forma conveniente ligeiramente abaixo do nível ósseo e sem bordos irregulares e cortantes de forma a prevenir a perfuração dos tecidos moles subjacentes (Salama et al., 2007).

A perfuração de tecido mole é mais provável ocorrer quando a técnica é usada sob sobredentaduras uma vez que pode haver pressão e esta será transferida através da base da prótese diretamente para os tecidos moles que cobrem as raízes. Esta complicação não é esperada quando usada num *pontic site*, já que o tecido mole que cobre as raízes será protegido de pressão (Çomut et al., 2013).

2.2.8 Efetividade de um pântico

Para obter uma boa estética de tecidos moles é necessário osso alveolar subjacente para os suportar. Quando um implante é colocado em função, a largura biológica é

restabelecida em volta do implante o que proporciona ao osso alveolar ciclos de remodelação e reabsorção (Salama et al, 2007).

Segundo Tarnow, Cho & Wallace (2000), a distância mínima entre dois implantes adjacentes é de 3mm, caso contrário a altura do osso alveolar diminui, a localização da papila interdentária não será a ideal e ainda poderá haver uma recessão gengival na área antes da estabilização completa dos implantes. Os resultados do estudo realizado pelos autores, demonstraram que a perda de crista alveolar entre implantes adjacentes com mais de 3mm de distância foi de 0,45mm e entre implantes com 3mm ou menos foi de 1,04mm, o que comprova que para além da expectável componente vertical de perda óssea, também existe um componente lateral adicional importante na determinação da presença ou ausência de papila entre dois implantes (Tarnow et al., 2000) (Figura 4 e Figura 5). Esta conjugação dos dois componentes, lateral e vertical resulta na criação dos triângulos negros característicos de um sorriso inestético (Kumar et al., 2015).

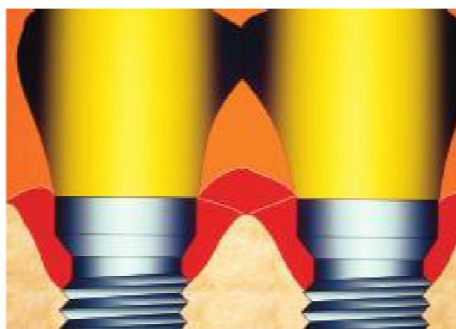


Figura 4-Distância inter-implantar maior que 3mm: Perda mínima do nível da crista óssea. Adaptado de (Tarnow et al., 2000).

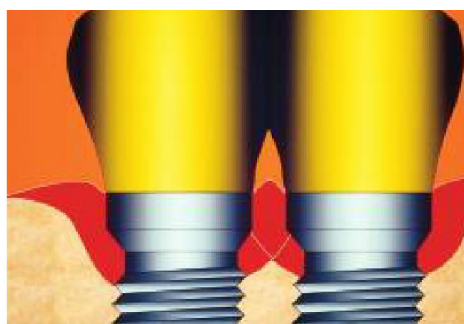


Figura 5-Distância inter-implantar menor que 3mm: Perda óssea cristal significativa. Adaptado de (Tarnow et al., 2000).

Apesar de existirem algumas técnicas que controlem a perda de altura da crista óssea em redor dos implantes, tem que se ter em consideração que a vascularização dos tecidos peri-implantares é inferior comparativamente aos tecidos de um dente natural e ainda que, apesar da reabsorção óssea entre dois implantes seja controlada, a altura dos tecidos moles entre implantes é sempre inferior quando comparada a um dente natural adjacente ou pântico (Berglundh, Lindhe, Jonsson & Ericsson, 1994). Assim, é comumente observado que a dificuldade em manter ou criar papila entre dois implantes adjacentes é maior quando em comparação a um implante e um dente adjacente natural (Tarnow et al., 2000), por esta mesma razão, a reabilitação de espaços edêntulos de múltiplos dentes é mais eficaz quando a colocação de implantes adjacentes é evitada e os espaços edêntulos são reabilitados com inserção de pânticos (Salama et al., 2007; Kumar et al., 2015). Em resumo, a altura dos tecidos moles é diferente para diferentes cenários restaurativos (Tabela 2).

Salama afirma que em zonas estéticas, a reabilitação com implantes de múltiplos dentes torna-se uma tarefa mais difícil comparativamente com reabilitações únicas, uma vez que a distribuição ideal dos tecidos moles e da criação de papilas interdentárias intactas é mais previsível quando existe um dente natural adjacente (Salama et al, 2007).

Tabela 2-Classificação da altura prevista da papila interdentária. Adaptado de (Salama et al., 2007).

	Ambiente restaurador	Limite de proximidade (mm)	Limite dos tecidos moles verticais (mm)
1	Dente- dente	1.0	5.0
2	Dente- pântico	N/A	6.5
3	Pântico- pântico	N/A	6.0
4	Dente- implante	1.5	4.5
5	Implante- pântico	N/A	5.5
6	Implante- implante	3.0	3.5

2.2.9 Root submergence em zonas estéticas

Tendo em conta o componente estético e funcional, os clínicos devem considerar o *timing* ideal para cada procedimento incluindo extrações, colocação de implantes e aumento dos tecidos peri-implantares com o intuito de prevenir futuras dificuldades clínicas, compreendendo que a colocação de implantes imediatos não termina o processo

de remodelação óssea, podendo ser problemático no controlo da reabsorção do osso alveolar (Salama et al., 2007).

A técnica de RST não só ajuda a preservação do rebordo alveolar, bem como permite a criação de uma papila próxima da ideal fundamental para a harmonia gengival tendo influência na cor e contorno dos tecidos adjacentes (Kumar et al., 2015).

Com a perda do osso de suporte, os tecidos moles tendem a migrar apicalmente resultando na criação de triângulos negros que condicionam o tratamento quer a nível estético quer funcional, pois para além de serem considerados inestéticos também podem ser a causa de problemas relacionados com a fonética e impactação alimentar lateral (Kumar et al., 2015).

Um dente com tratamento endodôntico ou sem infeção periapical pode ser submerso. A decisão de submergir toda a raiz ou parte dela como *Pontic-shield* é baseada no estado da raiz e do local, bem como o nível de habilidade e experiência do clínico, pois a técnica de *Pontic-shield* é considerada mais desafiadora que a técnica de *Root submergence*, esta última não necessita de uma perspetiva da raiz a três dimensões (Gluckman et al., 2007).

2.3 Técnica de *Socket-shield*

A expectativa dos pacientes que se submetem a uma intervenção com implantes dentários na zona estética baseia-se no resultado estético a longo prazo e numa adequada relação custo-benefício. Para além do aspeto branco da restauração protética é fundamental a estética dos tecidos moles, ou também chamada de estética rosa, que incluem fatores como a cor, forma e características da gengiva marginal (Vermylen et al., 2003 in Bäumer et al., 2013).

As alterações no rebordo residual inerente às extrações dentárias causam um impacto negativo na reabilitação com implantes sobretudo quando o foco se encontra no setor anterior. A colocação de implantes imediatos promete um número limitado de intervenções cirúrgicas e resultados imediatos, no entanto as alterações na crista óssea são imprevisíveis. A técnica de *Socket-shield*, com a manutenção do fragmento dentário parece superar este obstáculo (Schwimer, Gluckman, Salama, Nagy & Du Toit, 2018).

O princípio desta técnica baseia-se na preparação da raiz de um dente indicado para extração de forma a que a porção vestibular da raiz permaneça *in situ* numa relação fisiológica com a tábua óssea vestibular. O sistema de fixação periodontal, composto pelo ligamento periodontal, vascularização, cimento radicular, *bundle bone* e osso alveolar, permanece intacto a fim de evitar a remodelação óssea esperada na cavidade pós-extração (Gluckman, Du Toit & Salama, 2015) (Figura 6 e Figura 7).

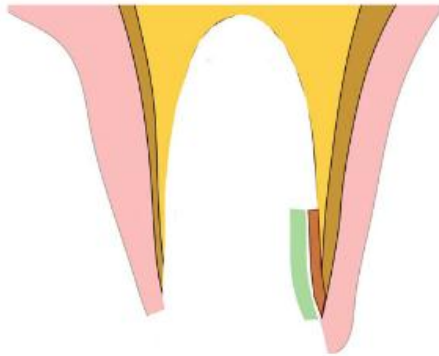


Figura 6-Ilustração do escudo no alveolo. A parte verde representa o *shield* e a castanha, o *bundle bone*. Adaptado de (Bäumer et al., 2017).



Figura 7-Vista vestibular e lateral da parte da raiz que funciona como escudo radicular- *shield*. (Adaptado de Bäumer et al., 2017).

A técnica de *Socket-shield* é conseguida por meio da preparação num dente indicado para extração e com planeamento para colocação imediata de implante, geralmente numa região anterior da maxila. É retirado ao dente toda a sua coroa dentária até ao nível ósseo e posteriormente a raiz dentária é seccionada longitudinalmente no sentido mesio-distal de forma a serem criadas duas metades, uma vestibular e outra palatina. A porção vestibular permanece no alvéolo e a palatina é retirada. Por fim, procede-se à colocação do implante numa posição palatina relativamente ao escudo

dentário formado pela porção vestibular e o *gap* formado entre o fragmento dentário e o implante é preferencialmente enxertado com um material ósseo de lenta absorção. Com o implante colocado numa posição palatina ao escudo dentário, este permanece ligado ao *bundle bone* e a vascularização é mantida (Gluckman et al., 2016) (Figura 8).

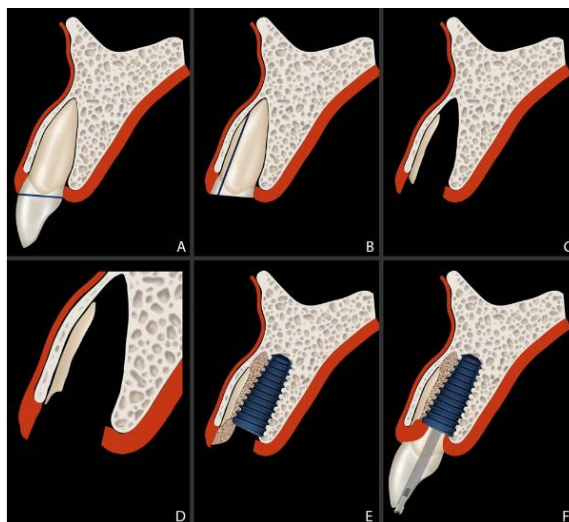


Figura 8-Diagrama das fases cirúrgicas da Técnica de *Socket-shield*. Adaptado de (Gluckman et al., 2017).

Para uma melhor compreensão da técnica, torna-se relevante salientar os tecidos que compreendem o periodonto, sendo eles a gengiva, o ligamento periodontal, o cimento radicular e o osso alveolar. O osso alveolar é composto por dois componentes, o processo alveolar e o osso alveolar propriamente dito, este último pode ser também chamado de *bundle bone* uma vez que é contínuo com o processo alveolar e forma a fina placa óssea que reveste o alvéolo do dente. Nesta camada de osso, estão inseridas as fibras principais, fibras de Sharpey, e do ponto de vista funcional e estrutural tem características em comum com a camada de cimento das superfícies radiculares (Lindhe, Karring & Lang, 2005).

A técnica de *Socket-shield* representa uma abordagem alternativa nos processos de remodelação e reabsorção uma vez que é mantida a porção vestibular da raiz dentária. A colocação imediata de um implante suporta o fragmento da raiz vestibular e deste modo há um impedimento do colapso da parede vestibular (Saeidi Pour et al., 2017). A retenção da porção da raiz rege-se pelo princípio da manutenção de uma ligação periodontal que inclui cimento, ligamento periodontal e o *bundle bone* (Bäumer, Zuhr, Rebele & Hürzeler, 2017).

Gluckman, Salama e Du Toit, em 2017 realizaram um estudo com base no *follow-up* de 1 a 4 anos de 128 casos de implantes colocados com a técnica de *Socket-shield* na região anterior e posterior da mandíbula e maxila. Os resultados do estudo revelaram que 123 dos 128 implantes colocados osteointegraram e sobreviveram após restauração protética (taxa de sobrevivência 96,1%), apenas 25 implantes apresentaram complicações (19,5%) e 5 implantes não foram osteointegrados e acabaram por ser removidos. Estes 5 implantes falharam no período de osteointegração/cicatrização e não se conseguiu concluir se a falha ocorreu inequivocamente devido ao procedimento de *Socket-shield*. Das complicações que ocorrerem, a mais frequente foi a exposição que é descrita como a porção coronal do escudo que perfura o tecido mole, a qual pode ser interna (em direção à restauração) - 12 casos, ou externa (em direção à cavidade oral) - 4 casos. Quando as exposições foram internas, as raízes ou foram sujeitas a redução com uma broca diamantada, ou apenas sujeitas a observação. No caso das exposições externas, as raízes sofreram uma redução com broca diamantada e foram cobertas com CTG. Todas as exposições cicatrizaram satisfatoriamente. A segunda complicação mais observada foi a infecção, encontrada em 3 casos de instabilidade do escudo. Num dos casos o escudo foi removido, a superfície do implante descontaminada, foi colocado um enxerto ósseo e posteriormente restaurado com a restauração definitiva. Nos outros 2 casos, tanto o implante como o escudo foram retirados. Num único caso registou-se a migração do escudo e neste apenas houve monitorização.

Em resumo, 5 dos 128 implantes colocados falharam a osteointegração acabando por ser removidos e 17 das 25 complicações foram resolvidas ou monitorizadas sem necessidade de intervenção sobrevivendo ao tempo de *follow-up* do estudo. Não houve em nenhum momento sinal de peri-implantite clínica ou radiograficamente. Os autores admitem que a técnica de *Socket-shield* é uma técnica cujas taxas de sobrevivência competem com as dos protocolos convencionais da colocação imediata ou tardia de implantes (Gluckman et al., 2017).

Para um melhor enquadramento teórico desta técnica, torna-se necessário entender o conceito de osteointegração. Esta pode ser definida como uma “contínua coexistência estrutural e funcional, possivelmente de forma simbiótica, entre tecidos biológicos diferenciados, adequadamente remodelados e componentes sintéticos definidos e controlados, proporcionando funções clínicas específicas e duradouras sem iniciar mecanismos de rejeição” (Bränemark, Bränemark, Rydevik & Myers, 2001).

O primeiro estudo clínico retrospectivo que relatou sucesso da técnica de *Socket-shield* foi realizado em 2014, referindo-se a esta técnica como *Root membrane technique*. Os resultados mostraram com base em critérios clínicos que todos os 46 implantes colocados com a técnica acima mencionada, sobreviveram durante um período mínimo de acompanhamento de 24 meses até 60 meses. Radiograficamente os exames revelaram boa estabilidade da crista óssea, apenas com uma perda óssea cristal mesial de aproximadamente 0,18 mm e de 0,21mm em distal e somente um caso apresentou reabsorção radicular apical, não afetando a osteointegração do implante.

O exame intra oral do estudo anterior revelou boa estabilidade dimensional dos implantes em que as características clínicas da mucosa peri-implantar eram indistinguíveis da gengiva dos dentes adjacentes. Nenhum dos pacientes observados relatou eventos adversos subjetivos como dor ou sensação alérgica nas áreas tratadas durante todo o período de acompanhamento. Neste estudo não se procedeu à utilização de nenhum material de enxerto, fatores biológicos ou membranas e todos os casos foram provisoriamente reabilitados com restaurações imediatas de resina acrílica fabricadas diretamente. Dado que a amostra do estudo incluía dentes anquilosados e ainda, dentes periodontalmente saudáveis considerados não restauráveis, os autores concluíram que a retenção da porção vestibular durante a colocação de um implante pode levar a uma previsível e sustentável osteointegração dos implantes colocados na zona anterior de adultos saudáveis (Siormpas, Mitsias, Kotsiotou-Siormpa, Garber & Kotsakis, 2014).

Num estudo retrospectivo clínico e radiográfico com 5 anos de *follow-up* de 10 implantes, Bäumer et al. avaliaram a viabilidade da técnica de *Socket-shield* investigando a incidência de fatores biológicos e fatores relacionados com complicações dos implantes. O segmento radicular foi deixado 1mm acima do nível ósseo e foi aplicado *Emdogain* para induzir a formação de novo cimento e prevenir a reabsorção da raiz a longo prazo. Após 5 meses da colocação dos implantes foram realizadas impressões e a restauração definitiva foi feita com coroas de dissilicato de lítio aparafusadas (seis casos) ou cimentadas em pilares de zircônia com cimento de ionómero de vidro (quatro casos).

Os resultados foram bastante satisfatórios uma vez que todos os implantes colocados cicatrizaram sem efeitos adversos, os valores de profundidade à sondagem apresentaram valores fisiológicos e não houve sinais de mucosite peri-implantar. Foi observada em todos os pacientes uma quantidade suficiente de gengiva queratinizada de 3 a 5 mm por vestibular. A perda óssea apresentou um valor de $0.37\pm 0.18\text{mm}$ e a

pontuação de estética rosa foi estimada em 12 pontos. Relativamente aos valores de perda óssea marginal, os valores em mesial foram em média de $0.33 \pm 0.43\text{mm}$ e em distal de $0.17 \pm 0.36\text{mm}$. Com isto, os autores concluíram que a técnica de *Socket-shield* parece ser uma técnica promissora e que oferece bastantes benefícios a nível estético por apresentar um baixo grau de mudanças no contorno da crista óssea, necessitando porém de mais evidência científica para ser aplicada como técnica rotineira de consultório (Bäumer et al., 2017).

Recentemente, no ano de 2019, foi desenvolvido um estudo experimental em animais com quatro *beagles*, com o objetivo de estudar as alterações da crista alveolar dos tecidos moles e duros com a técnica de *Socket-shield*. Foram realizadas 32 extrações e diferentes tipos de tratamentos foram aplicados aleatoriamente nos alvéolos: formação de coágulo sanguíneo no alvéolo (Tx1); o alvéolo foi preenchido com *Bio-Oss collagen*, onde a área foi coberta com *bio-guide* 2 mm acima do alvéolo (Tx2); execução da técnica de *Socket-shield* e coágulo sanguíneo (Tx3) e execução da técnica de *Socket-shield* com *Bio-Oss collagen* no espaço residual da cavidade. A área foi coberta com *bio-guide* 2 mm acima do alvéolo (Tx4). A análise das alterações dimensionais da tábua óssea vestibular calculadas com um *Cone Beam Computed Tomography CBCT scan* e análise histológica foram realizadas após 3 meses. Todos os locais de intervenção foram encerrados com sutura reabsorvível.

Os resultados do estudo mostraram que as alterações dimensionais em Tx3 e Tx4 foram significativamente menores. Morfologicamente os parâmetros ósseos não apresentaram diferenças significativas entre os quatro grupos, exceto na espessura trabecular entre Tx1 e Tx2. A quantidade e qualidade de tecido duro em Tx3 e Tx4 foram muito superiores aos resultados de Tx1 e Tx2. Face aos resultados obtidos no *CBCT scan* e histológicos, a técnica mantém a altura e a largura do osso alveolar enquanto novas formas ósseas se formam no espaço lingual do escudo dentário até planeamento para colocação do implante dentário. Foram observadas poucas alterações na dimensão do rebordo alveolar e no perfil vestibular com técnica de *Socket-shield*, que se conclui ser melhor do que um enxerto de osso simples (Zhang , Dong ,Yang , Xu & Deng, 2019).

Em 2018 foi efetuado um estudo comparativo entre a técnica de *Socket-shield* (SST) e o protocolo convencional de implantes com carga imediata numa amostra de 40 pacientes divididos igualmente em 2 grupos: grupo teste- implantes colocados com a SST- e grupo controlo- implantes colocados com técnica convencional. O objetivo deste

estudo baseia-se na análise da taxa de sobrevivência do implante, avaliação do nível ósseo e avaliação da estética rosa num período de *follow-up* até 3 anos. Aos dois grupos foi igualmente colocado o mesmo tratamento protético provisório e definitivo. Os resultados apresentam uma taxa de sobrevivência de 100% dos implantes nos dois grupos no entanto, os implantes colocados com a SST apresentam melhores valores de nível ósseo e de estética rosa.

Os autores concluem que a SST, apesar da sua baixa evidência científica, é uma técnica segura e fornece melhores resultados estéticos quando comparado com o procedimento convencional de implantes (Bramanti et al., 2018) (Tabela 3 e Tabela 4).

Tabela 3- Avaliação da estética rosa nos dois grupos analisados em diferentes tempos de *follow-up*. Adaptado de (Bramanti et al., 2018).

Grupo	T1	T2	T3
Técnica de <i>Socket-shield</i>	12.5± 0.94	12.3± 0.86	12.15± 0.87
Protocolo Convencional	11.45± 1.6	11.05± 1.53	10.3± 1.59
<i>P value</i>	0.017	0.003	0.00008

T1, 3 meses desde a colocação do implante; T2, 6 meses desde a colocação do implante com colocação de restauração definitiva; T3, 3 anos de *follow-up* desde a colocação do implante

Tabela 4- Avaliação da reabsorção do nível ósseo nos dois grupos analisados em diferentes tempos de *follow-up*. Adaptado de (Bramanti et al., 2018).

Grupo	T1	T2	T3
Técnica de <i>Socket-shield</i>	0.315± 0.047	0.54± 0.055	0.605± 0.06
Protocolo Convencional	0.79± 0.084	1.015±0.098	1.115± 0.131
<i>P value</i>	0.02	0.004	0.00014

T1, 3 meses desde a colocação do implante; T2, 6 meses desde a colocação do implante com colocação de restauração definitiva; T3, 3 anos de *follow-up* desde a colocação do implante

A técnica conhecida como *Socket-shield* ou *root-membrane* (RM) está a tornar-se popular pelos clínicos em todo o mundo. Clinicamente, esta técnica parece garantir bons resultados com altas taxas de sobrevivência do implante e baixa incidência de complicações, no entanto, na literatura atual apenas apresenta poucos estudos que

incluem um número suficiente de amostras e um tempo suficiente de *follow-up*. São também insuficientes os estudos histológicos que possam confirmar a validade desta técnica (Mitsias et al., 2017), apesar de ser executada com o melhor conhecimento possível, as complicações a longo prazo ainda estão a ser estudadas (Bäumer et al., 2017).

A eficácia clínica da técnica de *Socket-shield* requer a presença de um ligamento periodontal saudável responsável pelo suprimento sanguíneo e pela presença de células estaminais do ligamento periodontal – PDLSC (Masset, Staszuk & Gasse, 2006). O ligamento periodontal (PDL) é um tecido conjuntivo mole incorporado entre o cimento, uma fina camada de tecido mineralizado que cobre as raízes dos dentes, e a parede interna da cavidade óssea alveolar, com a função de ajudar a restringir o movimento dos dentes contribuindo ainda para a nutrição, homeostase e reparação de tecidos danificados (Seo et al., 2004). Os vasos sanguíneos do ligamento periodontal estão dispostos em três camadas: periférica, intermédia e interna. A camada periférica é principalmente composta por vénulas largas que se ligam aos sistemas vasculares do osso alveolar, da gengiva e da área apical. A camada intermédia é composta por vénulas pós-capilares menores e a camada interna é uma rede capilar (Masset et al., 2006).

As PDLSC encontram-se ao redor dos vasos sanguíneos do PDL e têm características de células mesenquimatosas estaminais capazes de se desenvolverem em osso alveolar, cimento ou periodonto. As PDLSCs são capazes de formar fibras de colágeno, semelhantes às fibras de Sharpey, ligando-se a tecidos semelhantes ao cimento, o que sugere o seu alto potencial de regeneração do ligamento periodontal. Este ligamento contém populações celulares heterogêneas que se podem diferenciar em células formadoras de cimento (cementoblastos) ou células formadoras de osso (osteoblastos). Estudos recentes sugerem que as células do PDL têm muitas propriedades semelhantes aos osteoblastos, incluindo a capacidade de formar nódulos mineralizados *in vitro*, expressão de fosfatase alcalina e sialoproteína óssea, resposta a fatores indutores de osso, como a hormona paratiroideia, *insulin-like growth factor*, proteína morfogenética óssea 2 e *transforming growthfactor β 1* (Seo et al., 2004).

O percurso das PDLSCs inicia-se na migração do PDL para o osso alveolar periférico onde induzem a diferenciação osteoblástica. Os osteoblastos e osteoclastos circundantes mantêm o equilíbrio metabólico do osso alveolar (Zhang et al., 2019).

O escudo radicular na sua orientação não obstrui a passagem de células pluripotentes vasculares e de células mesenquimais trabeculares para a superfície do implante, pelo que se conclui que a técnica de *Socket-shield* não interfere com a osteointegração e serve para suportar os tecidos vestibulares ao implante (Schwimer et al., 2018).

2.3.1 Análise Histológica

Até ao momento, foram publicados 5 artigos científicos em que a técnica de *Socket-shield* é analisada histologicamente, sendo o primeiro publicado por Hürzeler et al. em 2010, seguiram-se Bäumer et al. (2013), Guirado et al. (2016), por Mitsias et al. (2017) e mais recentemente por Schwimer, Pette, Gluckman, Salama e Du Toit (2018). Apenas os dois últimos estudos não foram realizados em animais.

Hürzeler et al. em 2010 foi o precursor da técnica de *Socket-shield*, uma técnica considerada inovadora que previne a perda de crista alveolar vestibular em associação com a colocação de um implante imediato (Schwimer et al., 2018). No seu estudo como prova de princípio da técnica- *proof-of-principle report*- quatro dentes de *beagle* foram hemiseccionados e o fragmento vestibular da raiz distal foi preservado no mesmo local formando o *shield*. Aplicou-se no local um derivado de matriz de esmalte e de seguida um implante de titânio foi colocado por lingual ao escudo dentário, com contacto e sem contacto com o escudo formado. A fim de evitar o crescimento epitelial ao longo da raiz e preservar as características do fragmento da raiz, foi utilizado derivado da matriz de esmalte como um complemento à colocação imediata do implante. As avaliações histológicas e *backscatters* com microscopia eletrónica foram realizadas após quatro meses à colocação dos implantes.

Nos implantes colocados sem estarem em contacto com o fragmento dentário foram observados os seguintes eventos:

- O fragmento radicular permaneceu ligado ao osso alveolar pelo ligamento periodontal fisiológico no lado vestibular e no seu lado lingual, entre o fragmento e o implante, encontrou-se um *gap* preenchido com tecido conjuntivo (Figura 9);
- O implante foi osteointegrado no osso alveolar pelo lado lingual;
- Um epitélio juncional fisiológico livre de qualquer reação inflamatória foi encontrado no tecido peri-implantar;

- Formação de um epitélio juncional fisiológico vestibular que termina na junção cimento-esmalte;
- A extremidade superior do fragmento dentário encontrava-se em contacto com o epitélio juncional afilando ao longo do implante em que neste ponto de contacto, uma fina camada de epitélio juncional encontrava-se presente nas superfícies internas do fragmento dentário e estreitando na direção apical. Em direção apical a esta junção, a superfície de dentina é coberta por uma fina camada de cimento recém formado que aumenta a sua espessura na mesma direção. Este novo cimento é acelular na sua parte mais coronal e celular na porção apical (Figura 10);
- O cimento acelular mostrou formação contínua de novo cimento pela presença de células cementoides e cementoblastos, sendo caracterizado pela inserção de feixes de fibras de colagénio ancoradas no cimento. O cimento celular é depositado em múltiplas camadas (Figura 11);
- O tecido conjuntivo interposto entre o cimento recentemente formado e o implante encontrava-se saudável e aderente à superfície implantar;
- O ligamento periodontal do fragmento dentário encontrava-se normal e intacto;
- A superfície do fragmento também foi parcialmente coberta por uma camada de cimento recém formado;
- As extremidades apicais dos fragmentos não apresentaram processos de reabsorção.

Nos fragmentos que se encontravam intimamente ligados aos implantes foi observado:

- Presença de tecido conjuntivo interposto entre o fragmento e o implante na parte coronal do fragmento;
- Epitélio juncional e a formação de novo cimento ao longo do corpo do fragmento dentário, à semelhança dos implantes que não se encontravam em contacto com o fragmento;
- A porção mais apical do fragmento estava em contacto direto as roscas dos implantes e coberta por cimento celular. As áreas entre as roscas dos implantes estavam parcialmente preenchidas com tecido mineralizado amorfo e tecido conjuntivo (Figura 12);

- As roscas dos implantes demonstraram estar integradas no cimento recém formado interposto entre a dentina e o implante. Observou-se em algumas áreas, que a formação de novo cimento através de cementoblastos e cementoides ocorreu diretamente ao longo da superfície do implante;
- Contacto íntimo entre o novo cimento e a superfície do implante, sem interposição de tecidos fibrosos;
- Não foram observados sinais de reabsorção óssea na crista óssea alveolar.
- O ligamento periodontal do fragmento dentário encontrava-se normal e intacto;

Conclui-se que a permanência da porção vestibular do fragmento dentário na colocação de implantes não parece interferir com a osteointegração sem vestígios de reação inflamatória e parece ainda, ser benéfico para preservação do nível ósseo vestibular com formação de novo cimento (Hürzeler et al., 2010).

Estas conclusões vão ao encontro dos estudos que avaliam o uso de raízes submersas para melhorar a retenção de próteses totais e *pontic sites* referidos no capítulo anterior. De salientar o estudo de O'Neal et al. em 1978, descrito no capítulo anterior, onde analisou 16 raízes pré-molares com tratamento endodôntico e os resultados descrevem uma nova formação óssea coronal, bem como formação de uma nova camada de tecido conjuntivo e de osteocemento que separa a dentina coronária da nova formação óssea.

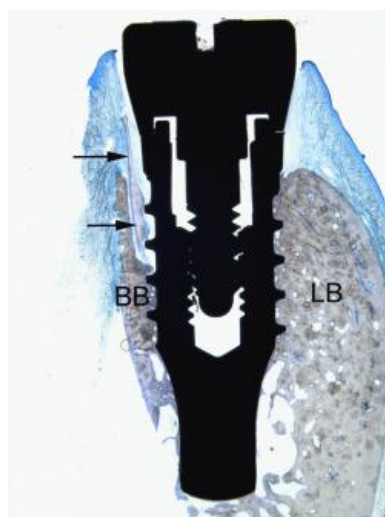


Figura 9-Corte vestibular-lingual ilustrando a presença de um fragmento dentário localizado vestibularmente ao implante com presença de um *gap* indicado com setas. É de salientar a altura óssea vestibular (BB) e lingual (LB). Adaptado de (Hürzeler et al., 2010).

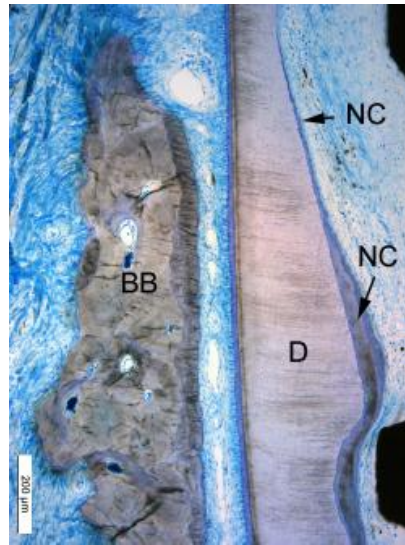


Figura 10-Detalhe da formação de novo cimento (NC) cobrindo a superfície de dentina (D). É de notar que a espessura das camadas de novo cimento aumentam gradualmente em direção a apical. Adaptado de (Hürzeler et al., 2010).

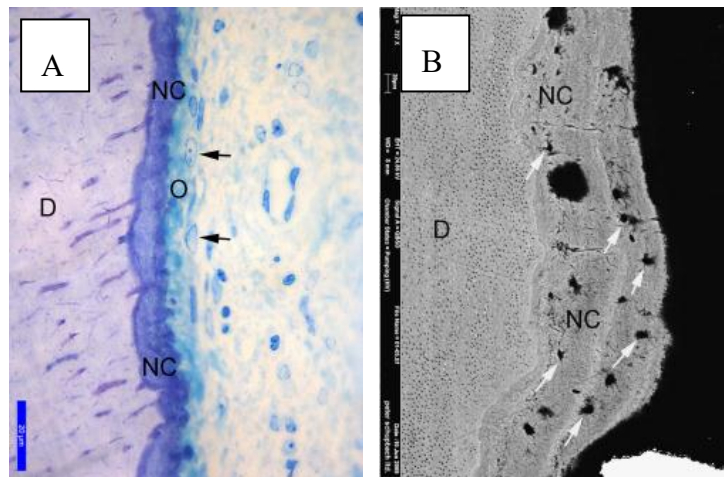


Figura 11-A- Detalhe do fragmento radicular coberto com novo cimento (NC). Presença de células cementoides (O) e cementoblastos (indicados com setas). B- Detalhe da formação de novo cimento (NC) na dentina (D) e a presença de lacunas de cementócitos (indicadas com setas). Adaptado de (Hürzeler et al., 2010).

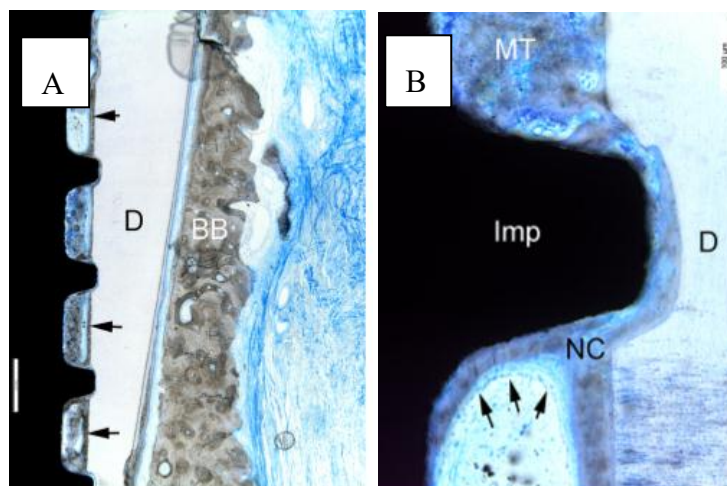


Figura 12-A-Detalhe do fragmento dentário em contacto com o implante. Presença de cimento recém formado (indicado com setas) sob a dentina (D). De salientar o espaço entre o implante e cimento preenchido com tecido mineralizado amorfo. B- Alta Magnificação do implante integrado em contacto com cimento recém formado (NC) e tecido mineralizado amorfo (MT). Adaptado de (Hürzeler et al., 2010).

Em 2013, Bäumer et al. apresentaram estudo histológico, clínico e volumétrico em 3 *beagles* com uma variação sob a técnica de *Socket-shield*. As coroas clínicas dos terceiros e quartos pré molares de ambos os lados foram hemiseccionadas e um leito implantar foi preparado de modo a que a porção vestibular da raiz permanecesse ligada. De seguida este fragmento vestibular radicular foi fraturado verticalmente em duas metades (peças) e os implantes colocados por lingual. Após 4 meses procedeu-se a análise histológica em que os resultados apresentados apontam no mesmo sentido das conclusões de Hürzeler et al. em 2010:

- A SST não parece interferir com a osteointegração do implante, apresentando formação de osso entre a superfície do implante e o escudo dentário. Este osso encontrava-se livre de processos de reabsorção (Figura 13);
- Por vestibular, o fragmento dentário permaneceu preso à tábua óssea vestibular por um ligamento periodontal fisiológico saudável (Figura 14);
- Na crista alveolar vestibular não foi encontrada remodelação osteoclástica (Figura 15);
- A porção coronal vestibular revelou um epitélio juncional fisiológico terminando na junção cimento-esmalte. A partir deste ponto de contacto, uma fina camada de epitélio juncional estava presente nas superfícies internas do fragmento dentário afunilando na direção apical;

- A extremidade apical do fragmento dentário não mostrou reabsorção;
- A secção vertical entre os dois segmentos radiculares também foi preenchida com novo osso, sem sinais de reabsorção (Figura 16 e Figura 17).

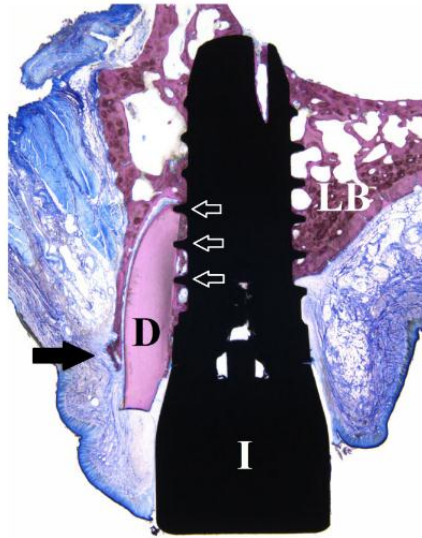


Figura 13-Corte vestibulo-lingual do implante dentário (I) em contacto com o fragmento dentário (setas brancas). De salientar os tecidos peri-implantares saudáveis bem como a altura óssea vestibular (seta preta) em comparação com o lado lingual. Adaptado de (Bäumer et al., 2013).

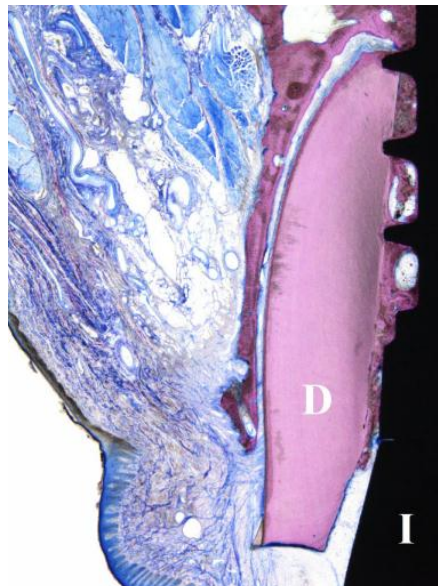


Figura 14-Magnificação da parte coronal do fragmento dentário. É evidente um periodonto saudável com novo osso entre o implante (I) e a dentina (D). Adaptado de (Bäumer et al., 2013).

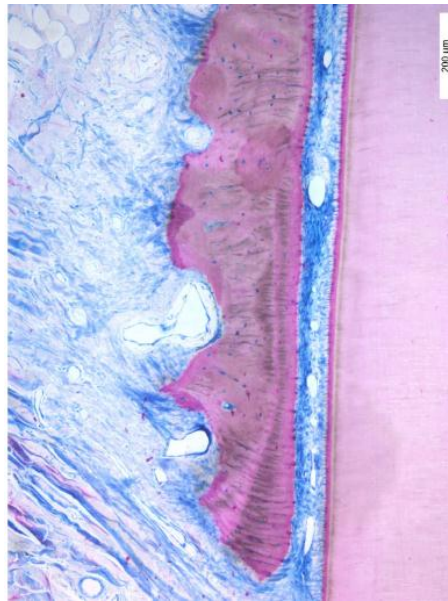


Figura 15-Vista detalhada da crista alveolar vestibular com ausência de remodelação osteoclástica. Adaptado de (Bäumer et al., 2013).

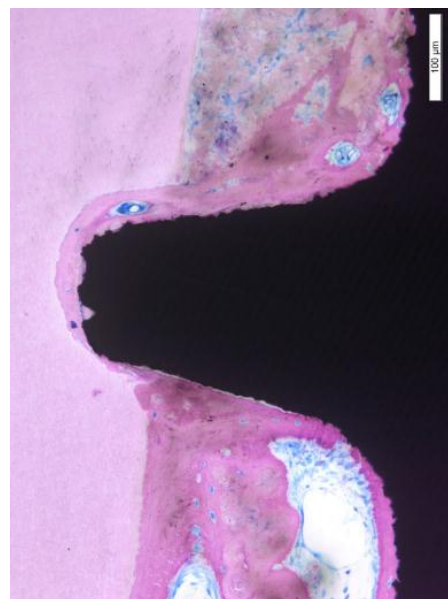


Figura 16-Alta magnificação do contacto do implante com a superfície de dentina integrada no novo osso. Adaptado de (Bäumer et al., 2013).



Figura 17-Secção horizontal do implante (I) em contacto com o fragmento dentinário (D) e evidência de novo osso (seta). Adaptado de (Bäumer et al., 2013).

Mais recentemente em 2017, Mitsias et al. analisaram histologicamente um implante colocado com a técnica de *Socket-shield* após 5 anos de função. O procedimento utilizado não sofreu variações e não foi colocado nenhum tipo de enxerto ósseo no *gap* entre o escudo e o implante. Como resultados principais destacam-se os seguintes:

- O fragmento dentário não apresentou sinais de reabsorção;
- A avaliação histomorfométrica mostrou um contacto osso-implante de 76,2%;
- A tábua óssea vestibular encontrava-se sem evidência de reabsorção, suportada e nutrida por um ligamento periodontal saudável e intacto;
- O implante encontrava-se osteointegrado, com grande quantidade de osso maduro e compacto na sua superfície (Figura 18);
- Entre o fragmento dentário e o implante, o terço apical e médio foram preenchidos com osso maduro, compacto. O terço coronal foi colonizado por tecido conjuntivo não infiltrado (Figura 19);
- Observou-se uma migração do cimento do fragmento para a superfície do implante (Figura 20).

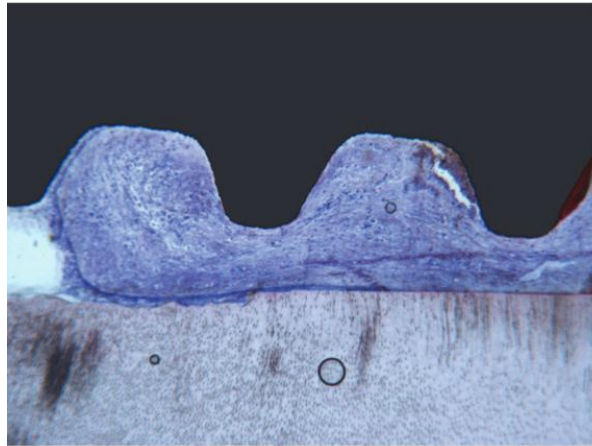


Figura 18-Imagem microscópica da porção coronal com presença de tecido conjuntivo sem sinais de infiltrado inflamatório entre o escudo e o implante. Adaptado de (Mitsias et al., 2017).

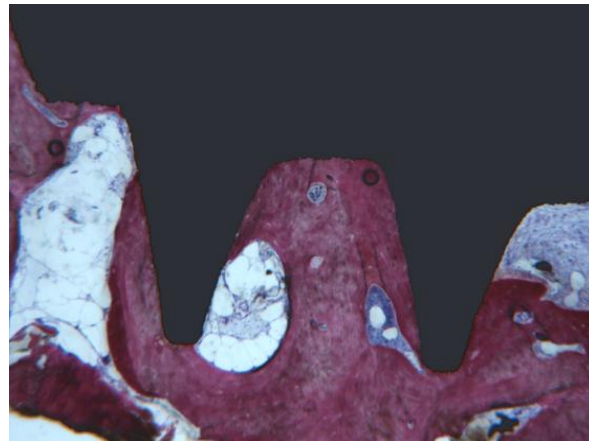


Figura 19-Imagem microscópica da porção média e apical do implante com presença de osso compacto. Não existe evidência de nenhum *gap* nesta interface. Adaptado de (Mitsias et al., 2017).

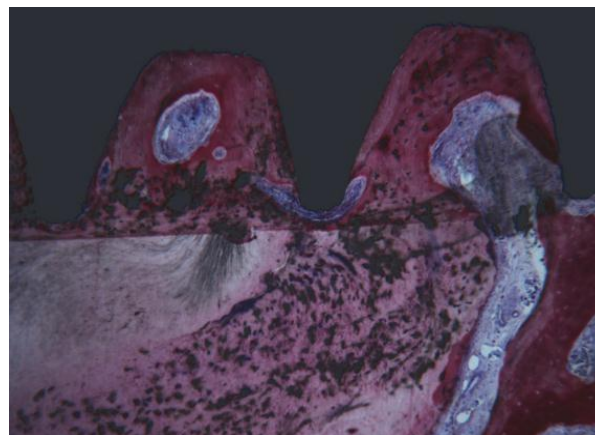


Figura 20-Imagem microscópica da porção apical com migração do cimento da raiz residual em direção à superfície do implante. Adaptado de (Mitsias et al., 2017).

Recentemente Schwimer et al. em 2018 desenvolveram um estudo com o objetivo de apresentar a primeira evidência histológica humana da técnica de *Socket-shield* que demonstrasse a possibilidade de cicatrização de osso novo e osteointegração entre a dentina radicular e o implante dentário. Neste estudo o tecido que preencheu os espaços entre as roscas dos implantes foi confirmado como osso, exibindo uma aparência marmoreada típica e apresentou ainda osteócitos alojados em lacunas, com grandes espaços vacuolares atípicos, que por sua vez continham tecido ósseo. Esses vacúolos circulares foram inicialmente considerados como lúmens vasculares dos canais de Volkmann ou sistemas de Havers.

A hipótese atual explica que estas representações atípicas são fragmentos de dentina desalojados durante a inserção do implante que foram contidos dentro do osso entre as roscas do implante. Observou-se também ausência de tecido fibrovascular nas interfaces entre osso e dentina, osso e implante. Com este estudo conclui-se que espaço entre a superfície de um implante e um fragmento radicular é ocupado por osso, como é o resultado desejado num implante osteointegrado.

2.3.2 Descrição da técnica

Para a realização da técnica de *Socket-shield* é imprescindível a utilização de um CBCT para que o clínico possa visualizar eventuais infecções apicais, reabsorções, fenestrações e deiscências, conhecer o comprimento e largura da raiz, bem como perceber a proximidade das estruturas adjacentes na colocação do implante e os contornos da crista óssea (Gluckman et al., 2017).

A técnica inicia-se com um bochecho de clorhexidina a 0,12% e anestesia local, seguida da secção cuidadosa da coroa do dente até ao nível gengival. A coroa do dente é reduzida com recurso a uma broca diamantada com irrigação abundante até ao nível da margem gengival (Mitsias, Siormpas, Kontsiotou-Siormpa, Garber & Kotsakis, 2015) (Figura 21 e Figura 22).

Com uma broca de resseção de raiz e mandril longo inserida numa peça de mão cirúrgica com irrigação abundante, a raiz é seccionada cuidadosamente no sentido mesio-distal paralelo ao eixo da raiz. Esta divisão da raiz do dente em vestibular e palatino, tem como intenção a preservação da porção vestibular não manipulada presa ao alvéolo (Gluckman et al., 2015) (Figura 23 e Figura 24). Nesta fase, um instrumento endodôntico

dentro do canal radicular pode ajudar o clínico a perceber a orientação da raiz e auxiliá-lo no processo de seccionamento. As radiografias periapicais são fundamentais para visualização, pois ajudam na preparação radicular com a broca de ressecção colocada *in situ* (Gluckman et al., 2017).

Entre a raiz palatina e a parede do alvéolo é inserido um micropériotomo de modo a destruir as ligações periodontais, fazendo com que a porção da raiz se desloque cuidadosamente pelo espaço criado pela broca seccional. (Gluckman et al., 2015). Após esta etapa, o fragmento palatino é retirado do alvéolo com recurso a microforceps (Gluckman et al., 2017) (Figura 25 e Figura 26). É realizada uma curetagem à parede palatina e ao ápex do alvéolo dentário para remover qualquer tecido ou restos infecciosos e a imobilidade da porção palatina é verificada com auxílio de uma sonda afiada (Gluckman et al., 2015).

No protocolo da técnica estabelecido por Mitsias et al. em 2015, a redução da porção vestibular indica que o fragmento radicular deve encontrar-se subgingivalmente e 0,5 a 1 mm acima da crista óssea. O fragmento supracristal funciona como um pilar que suporta o tecido mole do lado vestibular através da fixação de fibras de colágeno. Tal procedimento vai ao encontro com o de Siormpas et al. em 2014 que indica que a razão pela qual a redução não se realiza até ao nível ósseo ou até abaixo deste, baseia-se na intencional permanência das fibras dentogengivais intactas de forma a melhorar a estética dos tecidos moles (Siormpas et al., 2014). No protocolo cirúrgico desenvolvido por Gluckman et al. em 2017 é também indicado a preparação da raiz subgingivalmente e 1 mm acima da crista óssea. No entanto, os últimos autores no seu estudo mais recente, avaliaram as complicações de 128 casos implantes colocados com a técnica de *Socket-shield* o que levou a uma mudança no procedimento. Como referem Gluckman et al. (2017) “Originalmente descrevemos o desgaste do escudo dentário 1 mm acima da crista óssea. A lógica por trás disso era a a manutenção das fibras periodontais. A possibilidade de isto ocorrer, assim como a necessidade, é exagerada”.

Assim, o escudo é reduzido ao nível da crista óssea e um chanfro de 2mm é criado, diminuindo levemente o escudo e fornecendo um espaço protético imprescindível de 2 a 3mm entre o contorno da coroa subgingival e o escudo, para preenchimento com tecidos moles. Estas modificações da técnica levaram a uma eliminação quase total das complicações observadas no estudo (Gluckman et al., 2017). Com estas etapas de

preparação concluídas, a porção vestibular da raiz é chamada de escudo alveolar (Gluckman et al., 2015).

O comprimento do escudo formado deve ser de aproximadamente dois terços do comprimento total raiz e sua largura de 1,5 a 2 mm. O escudo deverá ser cortado ao nível ósseo e deve apresentar um perfil em forma de chanfro ou em forma de S no lado interno para receber o componente restaurador. Estes passos requerem muita paciência, prática e tempo por parte do clínico (Kumar & Kher, 2018).

O objetivo desta preparação é fornecer um local de acolhimento para o implante, composto pelas paredes mesial, distal e palatina, enquanto o lado vestibular se encontra preenchido com a porção vestibular da raiz constituída por uma fina camada de dentina, cimento, ligamento periodontal e *bundle bone* (Mitsias et al., 2015).

O procedimento de colocação do implante segue a sequência de perfuração sugerida pelo fabricante e usando o longo eixo da raiz restante como guia, assegurando-se que a porção vestibular da raiz com aproximadamente 1.5mm de largura deve estar imóvel para evitar fratura ou deslocação durante a colocação do implante. Uma das grandes vantagens desta técnica consiste na orientação que o fragmento da raiz fornece para o posicionamento ideal do implante, uma vez que fragmento radicular confere uma guia cirúrgica que utiliza o longo eixo do fragmento radicular como auxiliador no posicionamento mesiodistal das brocas de implantes, enquanto o volume do fragmento da raiz na porção vestibular facilita o posicionamento adequado do implante nos dois terços palatinos/linguais da cavidade (Mitsias et al., 2015) (Figura 27 e 28).

A forma cônica é o critério fundamental para a seleção do implante, uma vez que esta segue os contornos naturais da porção média e apical da raiz e permite a retenção do fragmento com espessura suficiente para garantir resistência à fratura. No processo de osteotomia a trajetória deve permitir que as roscas do implante estejam próximas à superfície dentinária, mas não causem o descolamento não intencional do fragmento retido devido ao torque de inserção excessivo no momento da colocação do implante (Mitsias et al., 2015).

Após a colocação do implante, a confecção de uma coroa provisória ou de um pilar de cicatrização personalizado são essenciais para manutenção dos contornos dos tecidos moles (Kumar & Kher, 2018). A coroa provisória é construída com perfil de emergência em “S” para garantir um espaço adequado entre o escudo radicular e a restauração

provisória. Esta etapa é essencial para permitir a adaptação dos tecidos moles (Gluckman et al., 2015) (Figura 29). Como escolha para restauração definitiva, a decisão recai sob uma coroa aparafusada ou uma coroa cimentada com margem restauradora, para que o cimento possa ser facilmente limpo (Kumar & Kher, 2018).

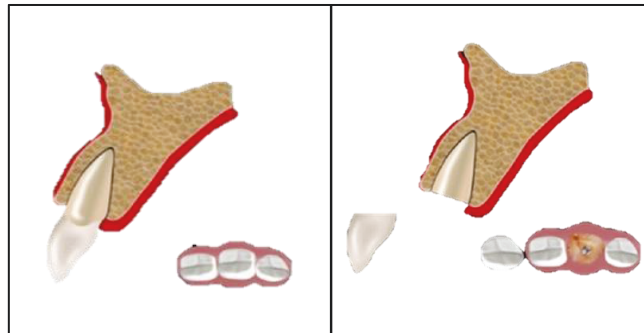


Figura 21-Diagrama da secção da coroa dentária ao nível da gengiva. Adaptado de (Kumar & Kher, 2018).



Figura 22-Secção da coroa dentária ao nível da gengiva. Adaptado de (Fonseca & Nunes, 2016).

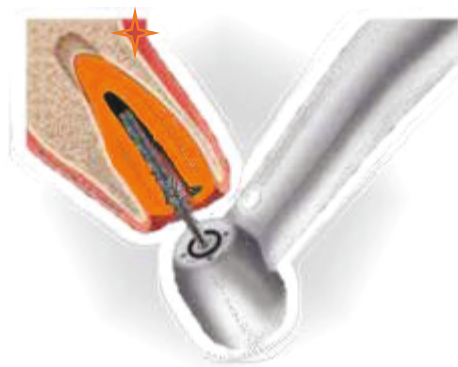


Figura 23-Ilustração da secção da raiz no sentido mesio-distal. Adaptado de (Mitsias et al., 2015).



Figura 24-Imagem resultante da secção mesio-distal da raiz dentária. Adaptado de (Fonseca & Nunes, 2016).



Figura 25-Ilustração do fragmento palatino facilmente removido com a utilização de microforceps. Adaptado de (Mitsias et al., 2015).



Figura 26-Imagem resultante do fragmento palatino removido do alvéolo dentário. Adaptado de (Fonseca & Nunes, 2016).



Figura 27-Ilustração da técnica de *Socket-shield* com o implante corretamente posicionado. (Adaptado de Gluckman et al., 2017).

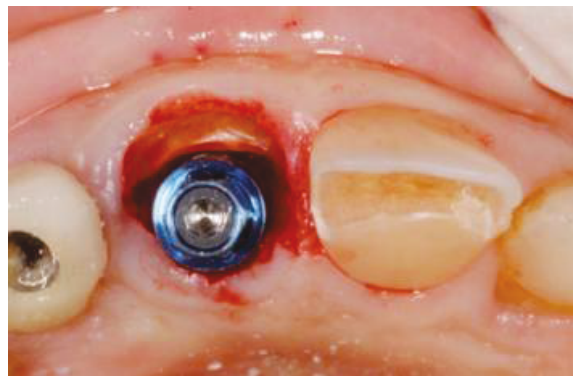


Figura 28-Imagem resultante da colocação do implante *in situ*. De salientar a proximidade do implante ao *shield*. Adaptado de (Fonseca & Nunes, 2016).

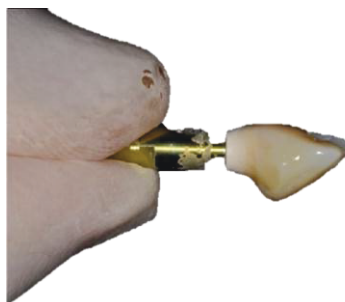


Figura 29-Coroa provisória para ajudar a manter os contornos dos tecidos moles. Adaptado de (Kumar & Kher, 2018).

Segundo Schwimer et al. (2018) podemos especificar algumas etapas da técnica de *Socket-shield*:

- 1- Determinar a profundidade apropriada do corte mesio-distal e o comprimento do tronco radicular com recurso a radiografias pré-operatórias;
- 2- Cuidadosamente, preparar o fragmento radicular, afinando os ângulos em mesial e distal com o mesmo instrumento de mandril longo utilizado para a separação;
- 3- Para a redução do fragmento até ao nível ósseo é usado uma broca diamantada esférica de elevado diâmetro;
- 4- O escudo criado pelo fragmento da raiz deve ser reduzido e deve ser feito um bisel em forma de chanfro interno de 2mm para posterior reabilitação protética;
- 5- Deve ser realizada uma curetagem nas cavidades, especialmente nas áreas apicais;
- 6- Radiografias periapicais devem ser realizadas de modo a confirmar que não existe qualquer vestígio de material endodôntico, de canais radiculares e ápexes de raízes;
- 7- A mobilidade radicular deve ser verificada com a utilização de um instrumento exploratório afiado para garantir que o escudo formado pela raiz se encontra completamente imóvel.

Atualmente ainda não há consenso entre os vários autores se o espaço entre o fragmento radicular e o implante, caso esteja presente, deva ser ou não enxertado. Gluckman et al. em 2017 percursos das PETs sugerem que, se estiver presente uma lacuna/*gap* entre o implante e o escudo, esse *gap* deve sempre ser enxertado com material particulado de enxerto ósseo. No entanto, Siormpas et al. em 2014 e Mitsias et al. em 2015 concluíram que não é necessário enxertar este espaço. Estes últimos, referem-se à técnica como “membrana da raiz” (RM) uma vez que a essência deste método consiste em preservar o ligamento periodontal e, portanto, assegurar a vascularização.

A colocação de enxerto ósseo aplica-se com a intenção de formação de novo osso no interior do fragmento radicular a fim de evitar sua reabsorção. Hürzeler et al. em 2010 no seu estudo precursor da técnica, aplicou proteínas derivadas do esmalte na lacuna entre o fragmento e o implante e observou novo cemento nos cortes histológicos. Um estudo

comparativo é necessário para descobrir o papel que os derivados da matriz do esmalte desempenham neste contexto. É ainda incerto saber se é realmente possível ou necessário um potencial processo de reabsorção (Bäumer et al., 2017).

2.3.3 Materiais utilizados

Materiais utilizados na técnica de *Socket-shield* :

- 1- Broca de ressecção de raiz com mandril longo;
- 2- Broca diamantada esférica de elevado diâmetro (para reduzir a porção interna do escudo criando uma concavidade);
- 3- Broca diamantada *end-cutting* (para reduzir a porção coronal do escudo);
- 4- Protetor gengival;
- 5- Motor cirúrgico irrigado;
- 6- Contra- ângulo cirúrgico;
- 7- Microperiótomos;
- 8- Microforceps.

(Gluckman et al., 2017)

2.3.4 Vantagens

A SST apresenta-se como solução para preservação dos tecidos após extração e para osteointegração do implante com um baixo risco de inflamação. Como principais vantagens podem ser indicadas a ausência de custos adicionais de materiais, a redução do tempo de consulta por apenas ser efectuada num único procedimento e a possibilidade do procedimento ser realizado em pacientes com patologia periapical (Saeidi Pour et al., 2017). Esta técnica minimiza a necessidade de aplicação de enxertos de tecidos moles e duros o que implica a redução na duração total de tratamento e ainda, pode preservar a papila interdentária no caso de implantes adjacentes com preparação do escudo a nível interproximal (Kumar & Kher, 2018).

2.3.5 Desvantagens

Para executar correctamente a SST é necessário um correto e extensivo planeamento do ato cirúrgico e uma criteriosa escolha do caso, pois o sucesso da técnica depende em grande parte da habilidade do médico dentista e da ausência da mobilidade do escudo. Caso haja mobilidade do escudo durante o procedimento, este tem que ser removido e deve proceder-se à colocação convencional de implantes imediatos (Saeidi Pour et al., 2017; Kumar & kher, 2018).

2.3.6 Indicações e Contra-indicações

Indicações

- 1- Dentes cuja coroa do dente não é restaurável ou dentes indicados para extração;
- 2- Dente com ou sem patologia apical;
- 3- Intenção de preservar o osso alveolar e prevenir o colapso a nível vestibular;
- 4- Colocação de implantes imediatos;
- 5- Preservação da crista óssea em conjugação com outras PETs.

(Hürzeler et al., 2010)

Esta técnica está particularmente indicada para zonas anteriores, em especial para zonas anteriores do maxilar superior, para dentes que não podem ser restauráveis devido a traumas (fraturas coronárias) e cáries de grande destruição (Gharpure & Bhatavadekar, 2017 in Han, Park & Mangano, 2018).

Contra- indicações

As contra-indicações gerais referentes a esta técnica prendem-se com restrições usuais dos procedimentos cirúrgicos orais, medicação com bifosfonatos, pacientes imunosuprimidos, pacientes sujeitos a radiação terapêutica e ainda, anticoagulação.

(Glocker, Attin & Schmidlin, 2014).

Como contra-indicação absoluta para execução da técnica de *Socket-shield* nomeia-se a presença de mobilidade da raiz do dente como resultado de um periodonto pouco saudável ou uma oclusão traumática, bem como a presença de periodontite ativa. (Gluckman et al., 2017). Esta técnica é também contra-indicada para dentes com fraturas

verticais ou horizontais abaixo do nível ósseo e dentes com reabsorções internas ou externas (Gharpure & Bhatavadekar, 2017 *in* Mitsias et al., 2017).

Na aplicação desta técnica em raízes menores, no caso de dentes incisivos inferiores ou raízes curvas, a dificuldade da técnica torna-se excessivamente elevada, sendo estes casos considerados como limitação da técnica (Gluckman et al., 2017).

2.3.7 Complicações da técnica

As mudanças nos tecidos moles em redor do implante podem ser consequência de vários fatores resultantes da extração dentária como por exemplo, trauma mecânico, microrganismos no alvéolo exposto à cavidade oral, interrupção do suprimento vascular após a elevação do retalho e ainda fatores relacionados com o próprio indivíduo como o tabaco ou acumulação de placa dentária (Tan et al., 2012 *in* Bäumer et al., 2017).

Outras complicações da técnica podem ser resultantes da extrusão do segmento dentário com o risco de cárie, inflamação ou formação de bolsas o que poderá levar a um impacto estético acentuado, uma vez que pode ocorrer a descoloração ou recessão dos tecidos moles e ainda exposição do implante (Bäumer et al., 2017).

2.3.8 Classificação

A classificação da técnica SST baseia-se na posição do escudo no alvéolo. Esta classificação tem como objetivo ajudar a perceber os vários desenhos da preparação do escudo dentário e como estes influenciam na maximização dos resultados na técnica de *Socket-shield*. No entanto, esta classificação com variações da técnica original é apenas uma sugestão de classificação que precisa de estudos clínicos a longo prazo para confirmar a sua segurança (Kumar & Kher, 2018).

Tipo I: Escudo Vestibular

Quando o escudo se encontra exclusivamente na parte vestibular do alvéolo, não se estendendo para os ângulos proximais, é classificado como Escudo Vestibular tipo I. É indicado para espaços edêntulos únicos onde há presença de dentes adjacentes (Figura 30).

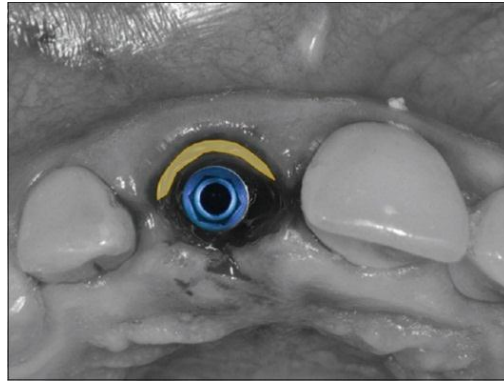


Figura 30- Escudo Vestibular- tipo I. Adaptado de (Kumar & Kher, 2018).

Tipo II: Escudo Vestibular completo em C

Quando o escudo se encontra na parte vestibular do alvéolo e se estende para os ângulos proximais de ambos os lados, é classificado como Escudo Vestibular Completo em C tipo II. É indicado em locais onde existe implantes em ambos os lados do local, dentes ausentes em ambos os lados sem nenhum implante ou ainda em casos de implante de um lado e sem dente do outro lado (Figura 31).

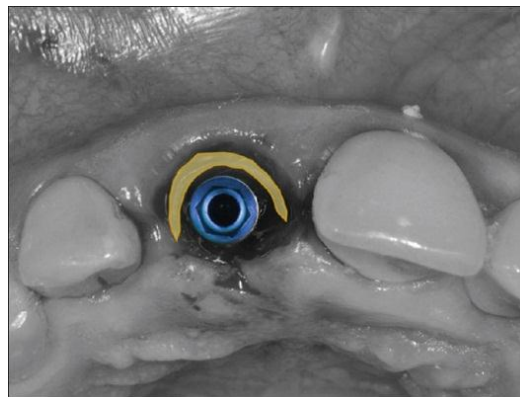


Figura 31- Escudo Vestibular Completo em C- tipo II. Adaptado de (Kumar & Kher, 2018).

Tipo III: Escudo Vestibular em Meio C

Quando o escudo se encontra na parte vestibular do alvéolo e se estende apenas para um dos lados interproximais, é classificado como Escudo Vestibular em Meio C tipo III. É indicado quando nos espaços adjacentes se encontra um dente e um implante ou um dente ausente do outro lado (Figura 32).

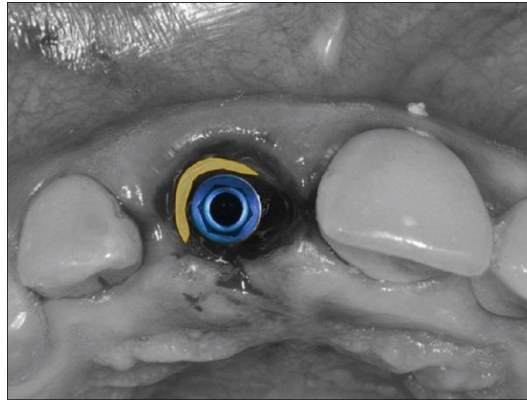


Figura 32- Escudo Vestibular em Meio C- tipo III. Adaptado de (Kumar & Kher, 2018).

Tipo IV: Escudos Interproximais

Quando o escudo se encontra dividido em dois, um em mesial e outro em distal do alvéolo, são classificados como Escudos Interproximais tipo IV. Este *design* do escudo é indicado quando há reabsorção óssea vestibular com a necessidade de colocação de enxerto ósseo e no lado adjacente se encontra um implante ou dente ausente (Figura 33).



Figura 33- Escudos Interproximais- tipo IV. Adaptado de (Kumar & Kher, 2018).

Tipo V: Escudo Lingual/Palatino

Quando um escudo se encontra no lado lingual ou palatino do alvéolo pode ser classificado como Escudo Lingual/Palatino tipo V. O *design* deste escudo tem poucas indicações, no entanto pode ser aplicado em molares superiores (Figura 34).

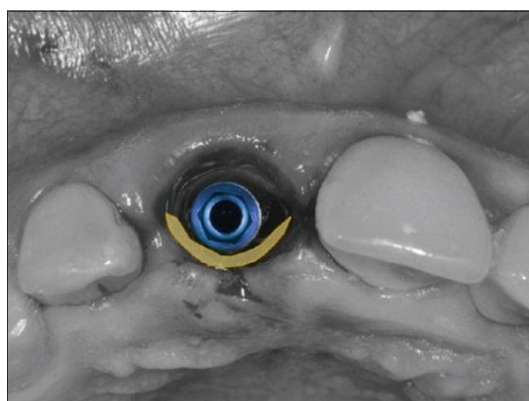


Figura 34- Escudo Lingual/Palatino- tipo V. Adaptado de (Kumar & Kher, 2018).

Tipo VI: Múltiplos Escudos Vestibulares

Pode-se classificar como múltiplos Escudos Vestibulares no caso de haver dois ou mais escudos no alvéolo. Este desenho de escudo é realizado em casos de fratura vertical da raiz (Figura 35).

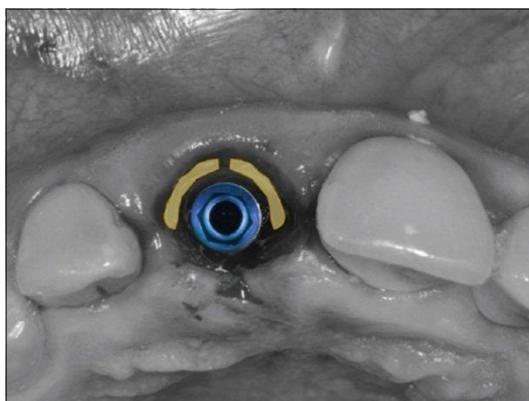


Figura 35-Múltiplos escudos vestibulares- tipo VI. Adaptado de (Kumar & Kher, 2018)

2.3.9. Variações da Técnica

Em 2013, Bäumer et al. realizaram um estudo com o objetivo de perceber se a técnica de *Socket-shield* apenas poderia ser utilizada em raízes intactas ou se também seria viável em raízes com uma anatomia modificada, referente a linhas de fratura verticais. Foram seleccionados 3 *beagles* em que o terceiro e quarto pré-molares superiores esquerdos e direitos foram hemiseccionados e a coroa clínica da raiz distal foi retirada. O preparo para o implante foi realizado na raiz distal, o segmento vestibular da

raiz dentária foi separado verticalmente em duas metades iguais e posteriormente foi colocado o implante. Bäumer et al. neste estudo avaliaram a reação dos tecidos circundantes, sem o uso de matriz derivada de esmalte.

Os resultados foram analisados 4 meses após intervenção e admitiram que os segmentos apresentavam um ligamento periodontal saudável no seu lado vestibular e novo osso foi formado entre o implante e o escudo dentário, bem como no interior da linha de fratura vertical. Não houve nenhuma atividade osteoclástica que interferisse com a osteointegração. Deste modo, segundo os autores, a técnica pode ser uma solução de tratamento viável para dentes com fratura vertical.

No ano de 2018, Han et al. realizaram um estudo clínico prospectivo com 30 pacientes com o objetivo de examinar as taxas de sobrevivência de 40 implantes, a estabilidade e as complicações que ocorreram aos implantes colocados com a técnica de *Socket-shield* modificada. Esta técnica apresenta largura radicular em cerca de 1,5mm, porção coronal da raiz colocada ao nível da crista óssea, e não 1mm acima como referido por alguns autores, e ausência de material de enxerto no *gap* criado entre o escudo formado pela raiz dentária e o implante. Apesar do estudo apresentar os seus limites pelo pouco tempo de *follow-up* e ausência de uma análise volumétrica completa, os resultados foram bastante satisfatórios pois todos os implantes colocados apresentaram alta taxa de sobrevivência (100% após 1 ano de colocação), excelente estabilidade e baixas complicações, fazendo desta técnica um procedimento bem sucedido quando combinado com um implante imediato.

A técnica de *Socket-shield* pode apresentar uma variante em que o escudo radicular encontra-se a nível proximal- *Proximal Socket-shield*. Kan e Rungcharassaeng, no ano de 2013 aplicaram a técnica em conjunto com a colocação de um implante imediato e provisionalização de um dente com defeito adjacente a um implante . Um incisivo central foi seccionado no sentido vestibular-palatino, a metade mesial foi retirada atraumaticamente sem elevação de retalho e a porção distal foi deixada propositadamente 2mm acima da crista óssea onde as fibras gengivais estão inseridas. A papila interimplantar apresentou-se bem preservada com resultados satisfatórios e sucesso da manutenção do nível ósseo e periodontal após 1 ano de *follow-up* (Kan & Rungcharassaeng, 2013).

2.4 Pontic- Shield

Pontic-shield é uma técnica indicada para locais onde há planeamento para confecção de um pântico, seja numa prótese parcial removível ou numa prótese parcial fixa implanto-suportada ou suportada por dentes, em que a técnica de submersão radicular (RST) está contra-indicada (Gluckman, Du Toit & Salama, 2016).

A técnica de *Pontic-shield* combina a técnica de *Socket-shield* com enxertos ósseos alveolares (Figura 36). Tal como a técnica de *Socket-shield*, o planeamento pré-cirúrgico tem que ser rigoroso envolvendo meios complementares de diagnóstico com imagens a três dimensões de modo a perceber a proximidade com estruturas anatómicas vizinhas. O escudo dentário é o primeiro a ser preparado seguindo o mesmo procedimento da técnica de *Socket-shield*. Nesta fase é importante garantir que o ápex da raiz foi completamente removido, bem como qualquer infeção apical existente. A cavidade alveolar é curetada, enxertada com material particulado ósseo e fixada com suturas. Durante a cicatrização do local é colocada uma restauração provisória (pântico) com pressão leve (Gluckman et al., 2017).

A raiz não deve ser preparada em excesso pois a sua sobrepreparação pode deixá-la fina demais e conduzir a uma instabilidade e flexão, sendo considerado um dos principais fatores de falha (Gluckman et al., 2016).

2.4.1 Indicações

- 1- Dentes com coroa não restaurável ou dentes indicados para extração;
- 2- Dente com ou sem patologia apical;
- 3- Intenção de preservar o osso alveolar;
- 4- Planeamento de um pântico sob uma prótese fixa;
- 5- Local para pântico em cantilever como alternativa a dois implantes adjacentes;
- 6- Preservação da crista óssea em conjugação com outras PETs.

(Gluckman et al., 2016)

2.4.2 Materiais utilizados

- 1- Instrumentos de enxerto alveolar: *plugger*, colher para enxerto, *crucible*;
- 2- Lâmina SM-69;
- 3- Suturas de nylon 6/0.

Os restantes materiais utilizados na técnica de *Pontic-shield* são comuns à técnica de *Socket-shield* (Gluckman et al., 2017).

2.4.3 Aspectos técnicos

O enxerto ósseo que é inserido no interior do alvéolo não deve ser densamente compactado com pressão excessiva para que não haja deslocamento e perturbação do escudo dentário previamente preparado. Quando são respeitados os princípios de enxerto alveolar, o material é colocado adequadamente dentro do alvéolo e posteriormente selado, sendo que o mais recomendado é o selamento com um retalho de tecido conjuntivo autógeno (CTG). Quando o clínico não se encontra confortável na recolha de enxerto de tecido autógeno pode optar por uma membrana densa de politetrafluoretileno (dPTFE). As outras opções de selamento são o retalho pediculado rodado ou o material da membrana de regeneração óssea (Gluckman et al., 2017).

A execução da técnica de *Pontic-shield* segue os padrões da SST em que o alvéolo é enxertado com material de substituição óssea de reabsorção lenta e posteriormente selado com um enxerto de tecido mole sendo deixado a cicatrizar cerca de 3 meses. Após este período mínimo de cicatrização, a pressão sobre o pântico pode ser aplicada progressivamente (Gluckman et al., 2016). As complicações mais frequentemente relacionam-se com os locais em que um correto encerramento com tecido mole não é observado. Os melhores resultados têm sido observados com *Zucchelli CTG* no encerramento da cavidade (Gluckman et al., 2016).

No momento de decidir entre aplicar a técnica de *Pontic-shield* ou a técnica de *Root submergence* a escolha baseia-se em fatores como preferência, experiência e capacidade do clínico, visto que a primeira é mais exigente a nível técnico e a necessidade de aplicação de enxerto ósseo encarece o tratamento (Gluckman et al., 2017).

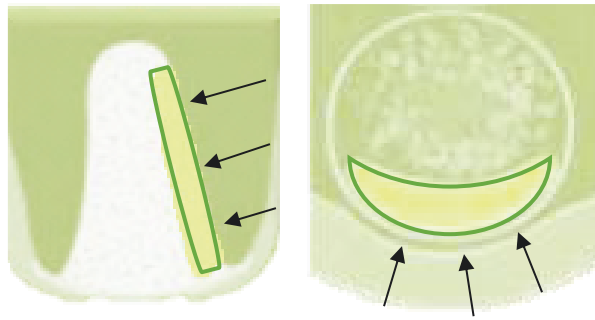


Figura 36- Diagrama da técnica de *Pontic-Shield*. De salientar a localização do *shield* (setas pretas). Adaptado de (Gluckman et al., 2016).

3. Conclusão

A literatura é abundante em *guidelines* para limitar a perda de tecido ou restaurar a arquitetura da crista óssea. No entanto, nenhuma delas contorna por completo o processo fisiológico de reabsorção da crista óssea uma vez que a reabsorção da crista alveolar é um fenómeno inevitável e contínuo após a extração dentária. As PETs foram introduzidas no sentido de controlar esta reabsorção de uma forma conservadora tendo demonstrado resultados promissores, no entanto, este conceito precisa de mais evidência científica para ser considerado um procedimento de rotina.

Na década de 1920 havia um consenso entre os clínicos para remoção de qualquer raiz deixada na cavidade oral. Qualquer remoção incompleta do complexo coroa-raiz levaria a dor, infeção e desenvolvimento de quistos. Desde então, muitos estudos foram desenvolvidos para perceber qual o fim de uma raiz deixada no osso alveolar, com ou sem contacto com a cavidade oral. Atualmente uma raiz vital ou com tratamento endodôntico, sem vestígios de lesão periapical nem sintomatologia, pode ser submersa no osso alveolar. É necessário contudo avaliar vários aspetos para na tomada desta decisão.

A técnica de *Root submergence*, embora seja uma técnica explorada desde os anos 50 e a literatura aponte para o sucesso da técnica, é atualmente um procedimento pouco utilizado, não existindo estudos suficientes a longo prazo que considerem este procedimento um procedimento seguro. Os casos clínicos onde esta técnica é aplicada devem ser estudados em detalhe e sujeitos a seleção adequada.

Desde 2007 a RST é utilizada maioritariamente em prótese fixa como local para um pôntico devido à estabilidade dimensional óssea e manutenção de tecidos moles que proporciona, bem como bons resultados a nível estético, pois a reabsorção sob a prótese pode levar à criação de espaços inestéticos e arquitetura gengival irregular. A utilização da técnica de *Root submergence* deve ser considerada como opção de tratamento para procedimentos futuros.

A literatura disponível relativamente à nova técnica de *Socket-shield* introduzida no mundo da implantologia é ainda muito limitada tornando-se por isso fundamental a realização de mais estudos controlados, com tempos de *follow-up* mais alargados e maior número de amostra, para que o conhecimento produzido apresente maior segurança e desta forma, poderem ser dadas maiores garantias ao paciente.

Algumas questões encontram-se ainda por responder face à necessidade de colocação ou não de material de enxerto ósseo na cavidade e a forma como este influencia a longevidade da técnica. Se por um lado Hürzeler et al. e Bäumer et al. consideram necessário a colocação de enxerto ósseo no procedimento para formação de novo osso no interior do fragmento radicular a fim de evitar sua reabsorção, para Mitsias et al., Siormpas et al. este enxerto não é necessário para o sucesso da técnica. Outra questão prende-se com a influência do tipo de implante e de torque aplicado para a estabilidade do fragmento a longo prazo, visto que os procedimentos das técnicas não contemplam estas informações.

Sabe-se que a técnica de *Socket-shield* é uma técnica sensível e que o seu sucesso depende em grande parte da habilidade do clínico. Ainda assim, face à evidência científica atual, os resultados são promissores e esta parece ser uma opção terapêutica no futuro, principalmente em zonas estéticas, competindo com a colocação convencional de implantes imediatos.

A técnica de *Pontic-shield*, sendo uma variação da técnica de *Socket-shield*, não possui igualmente dados clínicos a longo prazo que comprovem o sucesso da técnica, no entanto apresenta-se como uma técnica promissora ligada à vertente da prótese fixa como *pontic site*.

Apesar do mundo da implantologia estar constantemente a inovar-se, é seguro afirmar que os implantes nunca irão preservar o osso circundante e a altura dos tecidos moles como um dente natural, por isso os precursores das PETs sugerem que uma raiz ligada ao osso alveolar pelo ligamento periodontal é o “implante perfeito” para preservar a integridade do osso e dos tecidos. No entanto, mais evidência clínica é necessária para provar o valor destas técnicas, que prometem grandes resultados no futuro.

4. Bibliografia

Araujo, M. G., Sukekava, F., Wennstrom, J. L., & Lindhe, J. (2005). Ridge alterations following implant placement in fresh extraction sockets: an experimental study in the dog. *Journal of Clinical Periodontology*, 32(6), 645–652. doi:10.1111/j.1600-051x.2005.00726.x.

Atwood, D. A., & Coy, W. A. (1971). Clinical, cephalometric, and densitometric study of reduction of residual ridges. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 26(3), 280–295. doi:10.1016/0022-3913(71)90070-9.

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*, 28(11), 1450–1458. doi:10.1111/clr.13012.

Bäumer, D., Zuhr, O., Rebele, S., Schneider, D., Schupbach, P., & Hürzeler, M. (2013). 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. doi:10.1111/cid.12076.

Berglundh, T., Lindhe, J., Jonsson, K., & Ericsson, I. (1994). The topography of the vascular systems in the periodontal and peri-implant tissues in the dog. *Journal of Clinical Periodontology*, 21(3), 189–193. doi:10.1111/j.1600-051x.1994.tb00302.x.

Bramanti, E., Norcia, A., Cicciù, M., Matakana, G., Cervino, G., Troiano, G., Zhurakivska, K. & Laino, L. (2018). Postextraction Dental Implant in the Aesthetic Zone, Socket Shield Technique Versus Conventional Protocol. *Journal of Craniofacial Surgery*, 29(4), 1037–1041. doi:10.1097/scs.0000000000004419.

Bränemark, R., Bränemark, P-I., Rydevik, B., & Myers, R. R. (2001). Osseointegration in skeletal reconstruction and rehabilitation: A review. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 38(2), 175-181.

Casey, D. M., & Lauciello, F. R. (1980). A review of the submerged-root concept. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 43(2), 128–132. doi:10.1016/0022-3913(80)90174-2.

Choi, S., Yeo, I. S., Kim, S. H., Lee, J. B., Cheong, C. W., & Han, J. S. (2015). A root submergence technique for pontic site development in fixed dental prostheses in the maxillary anterior esthetic zone. *Journal of Periodontal & Implant Science*, 45(4), 152. doi:10.5051/jpis.2015.45.4.152.

Çomut, A., Mehra, M., & Saito, H. (2013). Pontic site development with a root submergence technique for a screw-retained prosthesis in the anterior maxilla. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 110(5), 337–343. doi:10.1016/j.prosdent.2013.06.009.

Cozzolino, F. & Stefano, S. (2019). Socket preservation. Retrieved from <https://www.zerodonto.com/en/2019/01/socket-preservation/>.

Delivanis, P., Day, O., Esposito, C., & Bickley, R. (1980). Clinical considerations for root-submergence procedures. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 43(5), 487–490. doi:10.1016/0022-3913(80)90315-7.

Dimova, C. (2014). Socket Preservation Procedure after Tooth Extraction. *Key Engineering Materials*, 587, 325–330. doi:10.4028/www.scientific.net/kem.587.325.

Dugan, D. J., Getz, J. B., & Epker, B. N. (1981). Root Banking to Preserve Alveolar Bone: A Review and Clinical Recommendation. *The Journal of the American Dental Association*, 103(5), 737–743. doi:10.14219/jada.archive.1981.0367.

Fee, L. (2017). Socket preservation. *British Dental Journal*, 222(8), 579–582. doi:10.1038/sj.bdj.2017.355.

Fonseca, D., & Nunes, I. (2016). Manutenção da estética anterior através da técnica de socket-shield modificada: caso clínico. *O Jornal Dentistry*, 33, 18-22.

Garver, D. G., Fenster, R. K., Baker, R. D., & Johnson, D. L. (1978). Vital root retention in humans: A preliminary report. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 40(1), 23–28. doi:10.1016/0022-3913(78)90153-1.

Garver, D. G., Fenster, R. K., & Connole, P. W. (1979). Vital root retention in humans: An interim report. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 41(3), 255–257. doi:10.1016/0022-3913(79)90003-9.

Gharpure, A. S., & Bhatavadekar, N. B. (2017). Current Evidence on the Socket-Shield Technique: A Systematic Review. *Journal of Oral Implantology*, 43(5), 395–403. doi:10.1563/aaid-joi-d-17-00118.

Glocker, M., Attin, T., & Schmidlin, P. (2014). Ridge Preservation with Modified “Socket-Shield” Technique: A Methodological Case Series. *Dentistry Journal*, 2(1), 11–21. doi:10.3390/dj2010011.

Gluckman, H., Salama, M., & Du Toit, J. (2017). A retrospective evaluation of 128 socket-shield cases in the esthetic zone and posterior sites: Partial extraction therapy with up to 4 years follow-up. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 20(2), 122–129. doi:10.1111/cid.12554.

Gluckman, H., Salama, M., & Du Toit, J. (2016). Partial Extraction Therapies (PET) Part 1: Maintaining Alveolar Ridge Contour at Pontic and Immediate Implant Sites. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, 681–687. doi:10.11607/prd.2783.

Gluckman, H., Salama, M., & Du Toit, J. (2017). Partial Extraction Therapies (PET) Part 2: Procedures and Technical Aspects. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, 37(3), 377–385. doi:10.11607/prd.3111.

Gluckman, H., Du Toit, J., & Salama, M. (2016). The Pontic-Shield: Partial Extraction Therapy for Ridge Preservation and Pontic Site Development. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, 36(3), 417–423. doi:10.11607/prd.2651.

Gluckman, H., Du Toit, J., & Salama, M. (2015). The socket-shield technique to support the buccofacial tissues at immediate implant placement. *International dentistry-african edition*, 5(3), 6-15.

Goska, F. A., & Vandrak, R. F. (1972). Roots Submerged to Preserve Alveolar Bone: A Case Report. *Military Medicine*, 137(12), 446–447. doi:10.1093/milmed/137.12.446.

Guirado, J.L.C., Troiano, M., López-López, P.J., Ramírez-Fernandez, M.P., 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*, 00(00). doi:10.1016/j.aanat.2016.06.008.

Guyer, S. E. (1975). Selectively retained vital roots for partial support of overdentures: A patient report. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 33(3), 258–263. doi:10.1016/s0022-3913(75)80082-5.

Han, C. H., Park, K. B., & Mangano, F. G. (2018). The Modified Socket Shield Technique. *Journal of Craniofacial Surgery*, 00 (00), 1-8. doi:10.1097/scs.0000000000004494.

Hiremath, H., Doshi, Y., Kulkarni, S. & Purbay, S. (2010). Endodontic Treatment in Submerged Roots: A Case Report. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospect*, 4(2), 64-68. doi:10.5681/joddd.2010.017.

Helsham, R. W. (1960). Some observations on the subject of roots of teeth retained in the jaws as a result of incomplete exodontia. *Australian Dental Journal*, 5(2), 70–77. doi:10.1111/j.1834-7819.1960.tb03154.x.

Herd, J. R. (1973). The retained tooth root. *Australian Dental Journal*, 18(3), 125–131. doi:10.1111/j.1834-7819.1973.tb03448.x.

Hürzeler, M. B., Zuhr, O., Schupbach, P., Rebele, S. F., Emmanouilidis, N., & Fickl, S. (2010). The socket-shield technique: a proof-of-principle report. *Journal of Clinical Periodontology*, 37(9), 855–862. doi:10.1111/j.1600-051x.2010.01595.x.

Irinakis, T. (2006). Rationale for Socket Preservation after Extraction of a Single-Rooted Tooth when Planning for Future Implant Placement, *J Can Dent Assoc*, 72 (10), 917-922.

Jahangiri, L., Devlin, H., Ting, K., & Nishimura, I. (1998). Current perspectives in residual ridge remodeling and its clinical implications: A review. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 80(2), 224–237. doi:10.1016/s0022-3913(98)70116-7.

Kan, J. Y. K., & Rungcharassaeng, K. (2013). Proximal socket shield for interimplant papilla preservation in the esthetic zone. *Int J Periodontics Restorative Dent*, 33, 24 – 31. doi: 10.11607/prd.1346.

Knezović-Zlatarić, D., Čelebić, A., & Lazić, B. (2002). Resorptive changes of maxillary and mandibular bone structures in removable denture wearers. *Acta Stomatol Croat*; 36(2), 261-265.

Kumar, P. R., & Kher, U. (2018). Shield the socket: Procedure, case report and classification. *J Indian Soc Periodontol* , 22, 266-72. doi:10.4103/jisp.jisp_78_18.

Kumar, S., Singh, P., Bhowmick, D., Srivastava, P., & Gupta, K. K. (2015). Modified Root Submergence Technique for Pontic Site Development in Maxillary Anterior Region. *IJSS Case Reports & Reviews*.2(5):31-34. doi:10.17354/cr/2015/148.

Lindhe, J., Karring, T., & Lang, N. P. (2005). *Clinical Periodontology and implant dentistry*. Oxford: Blackwell Munksgaard.

Lyngstadaas, S. P., Lundberg, E., Ekdahl, H., Andersson, C., & Gestrelus, S. (2001). Autocrine growth factors in human periodontal ligament cells cultured on enamel matrix derivative. *Journal of Clinical Periodontology*, 28(2), 181–188. doi:10.1034/j.1600-051x.2001.028002181.

Maiorana, C., Poli, P. P., Deflorian, M., Testori, T., Mandelli, F., Nagursky, H., & Vinci, R. (2017). Alveolar socket preservation with demineralised bovine bone mineral and a collagen matrix. *Journal of Periodontal & Implant Science*, 47(4), 194. doi:10.5051/jpis.2017.47.4.194.

Masset, A., Staszuk, C., & Gasse, H. (2006). The blood vessel system in the periodontal ligament of the equine cheek teeth – Part II: The micro-architecture and its functional implications in a constantly remodelling system. *Annals of Anatomy - Anatomischer Anzeiger*, 188(6), 535–539. doi:10.1016/j.aanat.2006.06.007.

Mazzocco, F., Jimenez, D., Barallat, L., Paniz, G., Del Fabbro, M., & Nart, J. (2016). Bone volume changes after immediate implant placement with or without flap elevation. *Clinical Oral Implants Research*, 28(4), 495–501. doi:10.1111/clr.12826.

Mitsias, M., Siormpas, K., Kotsiotou-Siormpa, E., Prasad, H., Garber, D., & Kotsakis, G. (2015). A Step-by-Step Description of PDL-Mediated Ridge Preservation for Immediate Implant Rehabilitation in the Esthetic Region. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, 35(6), 835–841. doi:10.11607/prd.2148.

Mitsias, M. E., Siormpas, K. D., Kotsakis, G. A., Ganz, S. D., Mangano, C., & Iezzi, G. (2017). The Root Membrane Technique: Human Histologic Evidence after Five Years of Function. *BioMed Research International*, 1–8. doi:10.1155/2017/7269467.

Nayyar, J., Clarke, M., O’Sullivan, J., & Stassen, L. F. A. (2015). Fractured root tips during dental extractions and retained root fragments. A clinical dilemma?. *British dental journal*, 218 (5), 285-290. doi:10.1038/sj.bdj.2015.147.

O’Neal, R. B., Gound, T., Levin, M. P., & del Rio, C. E. (1978). Submergence of roots for alveolar bone preservation. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 45(5), 803–810. doi:10.1016/0030-4220(78)90158-5.

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. doi:10.1111/jerd.12291.

Salama, M., Ishikawa, T., Salama, H., Funato, A., & Garber, D. (2007). Advantages of the root submergence technique for pontic site development in esthetic implant therapy. *Int J Periodontics Restorative Dent*, 27 (6), 521-527.

Schropp, L., Wenzel, A., Kostopoulos, L., & Karring, T. (2003). Bone healing and soft tissue contour changes following single-tooth extraction: A clinical and radiographic 12-month prospective study. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 91(1), 92. doi:10.1016/j.prosdent.2003.10.022.

Schwimer, C. W., Gluckman, H., Salama, M., Nagy, K., & Du Toit, J. (2018). The socket-shield technique at molar sites: A proof-of-principle technique report. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2, 1-5. doi:10.1016/j.prosdent.2018.05.006.

Schwimer, C., Pette, G., Gluckman, H., Salama, M., & Du Toit, J. (2018). Human Histologic Evidence of New Bone Formation and Osseointegration Between Root Dentin (Unplanned Socket-Shield) and Dental Implant: Case Report. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 33(1), e19–e23. doi:10.11607/jomi.6215.

Seo, B-M., Miura, M., Gronthos, S., Mark Bartold, P., Batouli, S., Brahim, J., Young, M., Robey, P., Wang, C-Y., Shi, S. (2004). Investigation of multipotent postnatal stem cells from human periodontal ligament. *The Lancet*, 364(9429), 149–155. doi:10.1016/s0140-6736(04)16627-0.

Shankar, Y. R. (2013). Prosthodontic Treatment Using Vital and Non Vital Submerged Roots-Two Case Reports. *Journal of clinical and diagnostic research*, 7(10), 2396–2399. doi:10.7860/jcdr/2013/6192.3537.

Shrestha, R., Pradhan, S., Gorkhali, R. & Verma, A. (2018). Root Submergence Technique: Forgotten Terrain Revisited. *J Nepal Soc Perio Oral Implantol*, 2(2),73-75. doi:10.3126/jnspoi.v2i2.23619 .

Siormpas, K., Mitsias, M., Kontsiotou-Siormpa, E., Garber, D., & Kotsakis, G. (2014). Immediate Implant Placement in the Esthetic Zone Utilizing the “Root-

Membrane” Technique: Clinical Results up to 5 Years Postloading. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 29(6), 1397–1405. doi:10.11607/jomi.3707.

Skramstad, M. (2019). Restoring anterior trauma with root submergence: maintaining the alveolar ridge to maximize long- term success. Retrieved from: <https://www.dentistrytoday.com/technology/10529-restoring-anterior-trauma-with-root-submergence-maintaining-the-alveolar-ridge-to-maximize-long-term-success>.

Tarnow, D. P., Cho, S. C., & Wallace, S. S. (2000). The Effect of Inter-Implant Distance on the Height of Inter-Implant Bone Crest. *Journal of Periodontology*, 71(4), 546–549. doi:10.1902/jop.2000.71.4.546.

Vignoletti, F., & Sanz, M. (2014). Immediate implants at fresh extraction sockets: from myth to reality. *Periodontology 2000*, 66(1), 132–152. doi:10.1111/prd.12044.

Von Wowern, N., & Winther, S. (1981). Submergence of roots for alveolar ridge preservation. *International Journal of Oral Surgery*, 10(4), 247–250. doi:10.1016/s0300-9785(81)80066-x.

Whitaker, D. D., & Shankle, R. J. (1974). A study of the histologic reaction of submerged root segments. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 37(6), 919–935. doi:10.1016/0030-4220(74)90445-9.

Zhang, Z., Dong, Y., Yang, J., Xu, R., & Deng, F. (2019). Effect of socket-shield technique on alveolar ridge soft and hard tissue in dogs. *Journal of Clinical Periodontology*, 46(2), 256-253. doi:10.1111/jcpe.13073.