

Valentina Maria Rega Aguilera

**Comportamento Biológico de Titânio e Zircônio como Materiais para Pilares de Prótese
Implantossuportada: Revisão Narrativa**

Faculdade de Ciências da Saúde

Universidade Fernando Pessoa

Porto, 2021

Valentina Maria Rega Aguilera

**Comportamento Biológico de Titânio e Zircônio como Materiais para Pilares de Prótese
Implantossuportada: Revisão Narrativa**

Faculdade de Ciências da Saúde
Universidade Fernando Pessoa
Porto, 2021

Valentina Maria Rega Aguilera

**Comportamento Biológico de Titânio e Zircônio como Materiais para Pilares de Prótese
Implantossuportada: Revisão Narrativa**

Trabalho apresentado à Universidade Fernando Pessoa
Como parte dos requisitos para obtenção do grau de
Mestre em Medicina Dentária

Faculdade de Ciências da Saúde
Universidade Fernando Pessoa
Porto, 2021

RESUMO

A escolha do pilar protético é uma parte crítica do planejamento para implantes dentários, por tanto se deve ter em consideração fatores tais como estéticos e funcionais, espessura da mucosa peri-implantar, entre outros. A presente revisão de narrativa teve por objetivo avaliar a evidência científica disponível sobre o efeito que o material utilizado para pilar de prótese sobre implante tem na estabilidade e saúde dos tecidos moles e duros peri-implantares. Nesta revisão de literatura foi dado um enfoque maior ao titânio e à zircônia, uma vez que estes são, dos materiais atualmente disponíveis no mercado, os mais utilizados. São também discutidos alguns dos fatores de decisão que devem ser levados em conta durante a escolha do material, de acordo com cada situação clínica.

Palavras-chave: Implante dentário; Prótese dentária; Titânio; Zircônio

ABSTRACT

The selection of a prosthetic abutment is fundamental for a correct treatment plan when using dental implants, therefore it is important to take into consideration factors such as aesthetics, functional aspects, thickness of the peri-implant mucosa among others. This narrative review aimed to evaluate the available evidence on the effect of abutment material on the stability and health of the peri-implant soft and hard tissues. Major focus was given to titanium and zirconia, since these are the most widely used materials on the market today. Some decision factors that lead to the choice of material according to each clinical situation are also addressed.

Key-Words: Dental implant, dental prosthesis, titanium, zirconium

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Sandra e Julio pelo amor incondicional. Obrigada por me dar as ferramentas para meu crescimento pessoal e profissional. Obrigada por acreditar em mim e me apoiar em todas as minhas decisões.

Ao meu irmão Agustín e cunhada Taylor por sempre estar ao meu lado apesar da distância, por me apoiar e fazer rir.

Ao meu amor, Miguel, por sempre estar ao meu lado, me apoiar e tornar todos meus dias melhores.

Ao Osório, por receber-me de braços abertos e me apoiar nesta nova etapa da minha vida.

A minhas amigas Carla, Elke e Stella pela amizade e tornar esta etapa mais leve e cheia de momentos inesquecíveis. Aos meus amigos Alessandra, Patrícia, Carmela, Cassio e Fabio pela parceria, companheirismo e amizade.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Jorge Pereira por ter aceite ser meu orientador, e por toda sua ajuda e disponibilidade.

E finalmente a todos os professores e funcionários da UFP que aportaram ao meu crescimento acadêmico.

ÍNDICE

I.	INTRODUÇÃO	1
II.	DESENVOLVIMENTO	4
1.	Tipo de conexão do implante e retenção da prótese implantossuportada	4
2.	Indicações para o uso de pilares de titânio e zircônia	4
3.	Resposta celular e bacteriana	5
4.	Revestimento submucoso	6
5.	Rugosidade da superfície	6
6.	Influência das partículas de titânio nos tecidos peri-implantares.....	7
III.	DISCUSSÃO.....	8
IV.	CONCLUSÕES.....	14
	REFERÊNCIAS	15

I. INTRODUÇÃO

Os implantes osseointegráveis estão bem descritos na literatura no que diz respeito aos resultados da sua cicatrização, assim como dos seus resultados clínicos, demonstrando um claro benefício na eficiência mastigatória e na qualidade de vida do paciente (Alberktsson *et al.*, 1981; Buser *et al.*, 2017). Com a evolução da Implantodontia surgiram novos tratamentos de superfície dos implantes dentários, que permitiram a redução do tempo total de tratamento, permitindo uma entrega antecipada de restaurações funcionais (Wennerberg e Albrektsson, 2009; 2010).

No entanto, ainda existe alguma controvérsia quanto à integração dos tecidos moles, que ocorre na região transmucosa, e de que forma o material que compõe o pilar e a textura da sua superfície poderão influenciar a estabilidade e a saúde dos tecidos peri-implantares (Tomasi, *et al.*, 2014; Sanz, *et al.*, 2018). Trabalhos pré-clínicos mostraram uma falta de contato direto entre o pilar do implante e os tecidos conjuntivos supra-crestais, o que poderá afetar o selamento do tecido mole e, conseqüentemente, a proteção dos tecidos duros peri-implantares de um ambiente altamente contaminado como o da cavidade oral (Abrahamsson *et al.*, 1996; Berglundh e Lindhe, 1996; Salvi *et al.*, 2015).

Durante a seleção do pilar, o material escolhido deve ser biocompatível, de forma a se garantir uma estabilidade a longo prazo, assim como possuir propriedades biomecânicas e físicas ótimas. Pesquisas pré-clínicas *in vivo* mostraram que o material que compõe os pilares pode mesmo afetar a mucosa peri-implantar e a sua localização, que, por sua vez, influencia os níveis ósseos marginais (Abrahamsson *et al.*, 1998; Welander *et al.*, 2008). O estabelecimento de um selamento transmucoso estável e saudável, depende fortemente da adesão, proliferação e colonização de fibroblastos e microorganismos. Alguns dos fatores-chave que podem influenciar isto são a biocompatibilidade, topografia de superfície (rugosidade) e energia livre de superfície (Abrahamsson *et al.*, 1998; Quirynen *et al.*, 1993; Van Brakel *et al.*, 2012).

Os pilares personalizados em ouro foram bastante utilizados durante um grande período de tempo, sendo previamente considerados como o estado da arte. No entanto, o seu uso tem vindo a diminuir rapidamente devido à falta de biocompatibilidade e preços elevados. Estudos realizados em animais mostraram que os tecidos moles peri-implantares não formam um selamento suficiente com estes pilares, podendo-se esperar recessão dos tecidos moles e reabsorção da crista óssea. Resultados semelhantes foram obtidos com pilares compostos de cerâmica feldspática (Abrahamsson *et al.*, 1998). Mais tarde, foi sugerida a utilização de pilares

de resina composta, que demonstram ser tão resistentes quanto os de zircônia, em diversos testes *in vitro* realizados (Magne *et al.*, 2011). Porém, as superfícies de resina composta demonstraram ter maior acumulação de placa bacteriana, e conseqüente inflamação, quando comparados com o titânio (Kanao *et al.*, 2013). Como tal, a utilização de pilares de resina composta se encontra limitada (Linkevicius e Vaitelis, 2015). Os recentes avanços na tecnologia de fresagem levam a que sejam dois os materiais recomendados para a confecção de pilares personalizados, o titânio e a zircônia.

O titânio tem sido o material de escolha durante décadas devido à sua biocompatibilidade, resistência à distorção e à corrosão e previsibilidade a longo prazo, demonstrado em diversos estudos clínicos (Sailer *et al.*, 2009; Zembic *et al.*, 2014). No entanto, a cor escura dos pilares de titânio, tal como de todos os pilares metálicos, pode transparecer, especialmente em mucosas peri-implantares finas, e causar uma aparência cinza nos tecidos moles peri-implantares, levando a um prejuízo estético (Sanz *et al.*, 2018; Sailer *et al.*, 2009; Ioannidis *et al.*, 2017; Jung *et al.*, 2008).

O incremento na demanda estética, tem levado à procura de novos materiais, livres de titânio, que apresentem melhores propriedades óticas, e a su vez a um resultado estético mais agradável. Destes, os pilares cerâmicos como os de zircônia se tornaram bastante populares e são frequentemente utilizados (Pjetursson *et al.*, 2018). A utilização da zircônia (zircônia tetragonal policristalina estabilizada com ítria, Y-TZP) mostra ser promissora, uma vez que tem uma dureza à fratura elevada e uma dinâmica de luz favorável. A zircônia mostrou também causar uma menor acumulação de placa bacteriana, menor inflamação (Nakamura *et al.*, 2010; Sanz-Martín *et al.*, 2018) e um comportamento clínico confiável com um número limitado de complicações técnicas (Ekfeldt *et al.*, 2017; Zembic *et al.*, 2015).

No entanto, a literatura é escassa no que respeita aos efeitos a longo prazo destes materiais para pilares sobre os tecidos duros e moles peri-implantares. Como os resultados da cicatrização dos tecidos só pode ser avaliada por métodos histológicos, se tem utilizado métodos de análise substitutos nos estudos clínicos para avaliar o possível impacto destes materiais, nomeadamente as mudanças nos níveis ósseos marginais e na estabilidade da mucosa peri-implantar, através da profundidade de sondagem e grau de inflamação clínica (Sanz *et al.*, 2018).

A escolha do pilar protético é uma parte crítica do planejamento para implantes dentários. O clínico deve escolher o material mais adequado, de acordo com cada situação individual. Também, a escolha do material restaurador tem de ser planejada antes da instalação do implante dentário. A escolha destes materiais deve ter em consideração fatores tais como

estéticos e funcionais, espessura da mucosa peri-implantar, entre outros.

Esta revisão narrativa tem como objetivo fazer uma busca eletrônica usando palavras chaves cuidadosamente escolhidas para avaliar a evidência científica disponível sobre o efeito que o material utilizado para pilar de prótese sobre implante tem na estabilidade e saúde dos tecidos moles e duros peri-implantares. Nesta revisão narrativa será dado um enfoque maior ao titânio e à zircônia, uma vez que estes são atualmente os materiais mais utilizados disponíveis no mercado.

II. DESENVOLVIMENTO

1. *Tipo de conexão do implante e retenção da prótese implantossuportada*

O tipo de conexão implante-pilar tem sido considerado como um dos principais fatores que afetam as alterações na crista óssea (Lin *et al.*, 2013). Conexões internas do tipo morse têm mostrado uma perda óssea peri-implantar menor quando comparado com conexões do tipo hexágono externo (Pessoa *et al.*, 2017). O tipo de conexão pode servir de fator de confusão nos estudos avaliando diferentes materiais para pilares, pois a própria conexão utilizada poderá ter influência no resultado.

O tipo de sistema de retenção da prótese implantossuportada também pode influenciar a estabilidade e saúde dos tecidos moles e duros peri-implantares. Existem estudos que mostram que as próteses cimentadas podem aumentar o risco de criar doenças peri-implantares que leva a uma perda óssea marginal (Dalago *et al.*, 2017).

A primeira geração de pilares para implante eram de corpo único (Blaschke e Volz, 2006). Porém, no caso da zircônia, a sua friabilidade constitui um ponto negativo, podendo levar a fraturas em pilares de peça única na região da conexão interna do implante (Belser *et al.*, 2004; Carrillo de Albornoz *et al.*, 2004; Passos *et al.*, 2016). Procurando evitar a ocorrência de fraturas se tem utilizado a base de titânio, que nada mais é do que uma interface (link), que serve de ligação entre o coping de zircônia e a conexão do implante de titânio. O coping de zircônia é cimentado na base de titânio e o conjunto é parafusado no implante, conseguindo um reforço na região da conexão da prótese com o implante, e evitando possíveis fraturas a longo prazo (Zembic *et al.*, 2014). Este tipo de prótese se designa de cimentada-parafusada, e permite obter as vantagens da reversibilidade dada pelas coroas parafusadas, com a melhor estética dada pela zircônia.

2. *Indicações para o uso de pilares de titânio e zircônia*

Na escolha do pilar protético a utilizar em cada situação individual, não se deve ter em conta apenas as características técnicas dos materiais. Alguns fatores de decisão incluem a cor dos dentes adjacentes ou do substrato dentário, a espessura da mucosa peri-implantar, o desempenho clínico dos materiais e os seus aspetos biológicos.

O titânio continua sendo o material mais utilizado atualmente e com bons resultados clínicos. Tendo em conta os resultados estéticos obtidos com os pilares de zircônia, os pilares titânio passaram a ser mais indicados para:

- regiões posteriores;
- presença de mais de 2mm de espessura gengival;
- presença de uma oclusão não favorável (Jung *et al.*, 2008).

A zircônia proporciona uma melhor estética devido à sua cor branca. Está indicada para:

- uma espessura da mucosa peri-implantar menor ou igual a 2mm;
- região anteriores;
- quando a oclusão é favorável (Jung *et al.*, 2008).

3. Resposta celular e bacteriana

Com os avanços da Implantodontia, têm se vindo a observar um desenvolvimento no desenho dos materiais, não só na melhoria da sua força e tenacidade, como também no desenvolvimento de superfícies que objetivam a obtenção de uma resposta celular específica (Franz *et al.*, 2011).

Existem duas variedades clínicas de doenças peri-implantares conhecidas como mucosite e peri-implantite. A mucosite é uma inflamação dos tecidos peri-implantares. A peri-implantite pode ser definida como uma condição ocorrendo nos tecidos peri-implantares, caracterizada por inflamação no tecido conjuntivo peri-implantar e uma perda progressiva de osso de suporte (Schwarz *et al.*, 2018). Segundo Mombelli e colaboradores, a prevalência da peri-implantite encontra-se na faixa dos 20% entre os 5 e os 10 anos após a instalação dos implantes (Mombelli *et al.*, 2012). Apesar da doença peri-implantar ser estimulada imunologicamente pelo hospedeiro, o seu processo inflamatório é bactéria dependente (Mombelli e Decaillet, 2011; Aguirre-Zorzano *et al.*, 2015; Quirynen e Teughels, 2003; Mombelli, 1999; Quirynen *et al.*, 2006). Este padrão de doença tem implicações clínicas diretas, especialmente no que respeita à escolha dos materiais para superfície de implantes e de pilar para implantes.

A adesão à superfície é o primeiro passo para o desenvolvimento do biofilme bacteriano e é um importante precursor para o comportamento adaptativo das espécies bacterianas, pois se trata da base para a sua colonização e invasão de patógenos (Foster e Kolenbrander, 2004). As forças hidrofóbicas atrativas e as interações de cargas eletrostáticas entre células e as superfícies de materiais são consideradas propriedades importantes das superfícies de implantes dentários para a formação do biofilme (Ellepola *et al.*, 2016; Ener e Douglas, 1992; Popovici *et al.*, 2014; Masuoka e Hazen, 2004). A composição química e as características de superfície

dos diferentes substratos utilizados para pilares de implante podem afetar diretamente a adesão de microrganismos e a maturidade do biofilme oral (Almaguer-Flores *et al.*, 2012; Bollen, *et al.*, 1997; De Avila *et al.*, 2016).

4. Revestimento submucoso

O titânio e a zircônia que compõem os pilares se podem encontrar em contato direto com a mucosa peri-implantar ou ser revestidos pela mesma cerâmica que compõe a coroa implanto-suportada. Alguns estudos recentes procuraram saber se o material de revestimento cerâmico poderá influenciar a saúde e estabilidade desses tecidos ao longo do tempo. Porém, não existe um consenso na literatura. A zircônia tem sido o material mais estudado neste tópico. Tem estudos que defendem que a vantagem da biocompatibilidade da zircônia apenas pode ser obtida se houver um contato direto dos tecidos moles peri-implantares com a zircônia e não com a cerâmica de revestimento (Linkevicius, 2017).

O recobrimento da zircônia com cerâmica de revestimento é realizado geralmente com o fim de proteger a zircônia de entrar em contato com a saliva, impedindo o enfraquecimento deste material. Porém, estudos recentes não confirmam que a saliva possa enfraquecer a zircônia com o tempo (Harada *et al.*, 2016).

A cor branca dos pilares de zircônia e o cinza dos pilares de titânio cobertos pela mucosa peri-implantar produzem uma reflexão de luz diferente, visível pelo olho humano. Isto ocorre quando a mucosa de recobrimento tem uma espessura menor que 2 mm, situação clínica que é comum (Fürhauser *et al.*, 2005; Jung *et al.*, 2007; Van Brakel *et al.*, 2011; Van Brakel *et al.*, 2012). Apesar das vantagens estéticas da cor branca da zircônia, alguns autores demonstraram que se a mucosa peri-implantar tiver menos do que um 1 mm de espessura, a cor branca da zircônia vai transparecer (Kan *et al.*, 2010). Isto poderia ser corrigido pela maquiagem da zircônia ou pelo seu revestimento com cerâmica.

5. Rugosidade da superfície

O grau de rugosidade exibido na superfície de um pilar pode influenciar a estabilidade dos tecidos peri-implantares. Uma superfície polida de zircônia promove uma maior adesão de células epiteliais quando comparado com o titânio (Nothdurft *et al.*, 2015). Já no caso do titânio, é possível obter uma maior adesão celular quando estão presentes microrrugosidades na sua superfície, podendo levar à deposição *in vivo* de uma matriz extracelular orientada (Parisi *et al.*,

2018). Em um estudo *in vitro*, Parisi e colaboradores observaram que uma superfície ultrafina microrrugosa causou uma sub-regulação da proteína conexina 43, levando à hipótese de que poderá ocorrer uma melhor cicatrização dos tecidos moles *in vivo* (Parisi *et al.*, 2018). No entanto, uma superfície mais rugosa provou ser prejudicial, pois leva a uma maior colonização bacteriana e de patógenos periodontais (Quirynen *et al.*, 1993).

6. *Influência das partículas de titânio nos tecidos peri-implantares*

O titânio tem sido o material mais usado e com bons resultados clínicos. Porém, existem trabalhos mostrando a liberação de partículas de titânio, o que pode causar perda óssea, e essas partículas podem causar pigmentação gengival. Estas partículas liberadas a partir dos implantes dentários mostraram ter um potencial citotóxico e genotóxico para os tecidos peri-implantares (Taira *et al.*, 2010; Noronha *et al.*, 2018). Segundo Mombelli e colaboradores (2018), existe uma associação entre biotribocorrosão, presença de partículas de titânio e complicações biológicas de implantes, mas não existe evidência suficiente que prove uma relação causal unidirecional (Mombelli *et al.*, 2018).

Adicionalmente, conceitos protéticos como o *platform-switching* mostraram desempenhar um efeito positivo na redução de produtos resultantes da tribocorrosão, libertados a partir dos implantes dentários. Esta redução vai, por sua vez, minimizar as reações teciduais adversas que levam à perda óssea peri-implantar (Alrabeah *et al.*, 2018).

III. DISCUSSÃO

Tipo de conexão do implante e retenção da prótese implantossuportada

O tipo de conexão do implante e a retenção da prótese implantossuportada são fatores a ter em consideração quando avaliamos alterações na crista óssea marginal. As conexões do tipo morse tem mostrado ter uma menor perda que as conexões hexágono externo. Numa revisão sistemática realizada por Pjetursson e colaboradores (2018), se verificou que uma perda óssea marginal maior que 2 mm foi significativamente menor para pilares metálicos de conexão externa em comparação com pilares metálicos de conexão interna e pilares cerâmicos de conexão externa (Pjetursson *et al.*, 2018). Se observou também uma maior incidência de recessões de tecidos moles nas próteses unitárias de conexão interna, sendo que, segundo os autores, isso se poderá dever ao tipo de material do pilar. Os autores concluíram que o tipo de conexão do implante influencia não só os resultados técnicos, mas também os biológicos. Esta revisão sistemática excluiu os estudos com próteses cimentadas visto que o cimento pode servir como fator de confusão (Pjetursson *et al.*, 2018).

A respeito da retenção da prótese implantossuportada, Thoma e colaboradores (2018) procuraram saber se o tipo de sistema de retenção pode influenciar o resultado dos estudos, avaliando diferentes materiais (Thoma *et al.*, 2018). Os autores realizaram histologia e análise microbiológica por biópsia no local do implante e radiológica aos 6 meses, em 33 pacientes. Foram comparadas coroas de dissilicato de lítio cimentadas sobre um pilar de zircônia personalizado e coroas de cerâmica feldspática estratificada sobre um pilar de zircônia personalizado que foi parafusado no implante. Foi observado um maior número de células inflamatórias no grupo cimentado. Dos 4 pacientes marcados positivamente com patógenos periodontais, 3 pertenciam ao grupo cimentado. Ambos os tipos de reconstruções tiveram resultados semelhantes a nível radiológico (níveis ósseos marginais) e clínico (sangramento à sondagem e profundidade de sondagem) (Thoma *et al.*, 2018). No entanto, já ficou demonstrado que remanescentes de cimento nos tecidos peri-implantares, não detetáveis clinicamente, poderão levar a uma peri-implantite, precoce ou tardia (Wilson *et al.*, 2009; Linkevicius *et al.*, 2013). Devido a uma maior reversibilidade e ausência de remanescentes de cimento, as próteses parafusadas são na generalidade a preferência dos clínicos. Como tal, é esperada uma resposta mais favorável dos tecidos peri-implantares (Sailer *et al.*, 2012).

Resposta celular e bacteriana

É de extrema importância realizar um correto planejamento protético. Isto porque uma correta escolha dos pilares e da localização em que estes serão instalados, supra ou subgingival, será determinante no grau de biofilme que será formado. Os materiais que compõem os pilares deveriam inibir a colonização bacteriana na sua superfície. No entanto, atualmente isso ainda não é uma realidade. E como tal, o titânio e a zircônia não revestidos são os materiais para pilar de implantes dentários mais disponíveis comercialmente. Ávila e colaboradores (2017) compararam o titânio e a zircônia para verificar qual dos dois materiais causava uma maior adesão bacteriana e formação de biofilme (De Avila *et al.*, 2017). O objetivo deste estudo *in vitro* foi eliminar a variável rugosidade, mantendo a homogeneidade entre os grupos e focando no efeito que o material propriamente dito tem na adesão bacteriana e na formação do biofilme. Para isso, utilizaram discos de zircônia e de titânio comercialmente puro grau 2, incubados em um meio rico contendo uma comunidade microbiana oral procedente da saliva. Os mesmos discos foram avaliados para adesão bacteriana inicial e para formação de biofilme após 16 e 48 horas. Não se observaram diferenças no perfil bacteriano entre os dois materiais. No entanto, os autores observaram uma maior colonização bacteriana na zircônia, resultado diferente do que geralmente é preconizado. Já Raffaini e colaboradores (2018), num estudo *in vitro*, observaram uma contagem microbiana e uma diversidade microbiana igual com o tempo para o titânio e zircônia, sendo que a microbiota foi muito similar daquela colonizando os dentes adjacentes (Raffaini *et al.*, 2018). Resultados diferentes foram obtidos por Roehling e colaboradores (2017), que encontraram uma redução estatisticamente significativa na formação de biofilme em superfícies de zircônia após 72 horas de incubação, quando comparado com superfícies de titânio (Roehling *et al.*, 2017) Rigolin e colaboradores (2019) compararam a influência do envelhecimento na viabilidade, adesão e proliferação de queratinócitos orais normais e na formação de biofilme e concluíram que o titânio mostrou melhor adesão celular, proliferação e menor adesão do biofilme que a zircônia (Rigolin *et al.*, 2019).

Apesar dos estudos *in vitro* nos darem informações importantes relativamente à biocompatibilidade dos materiais, os estudos clínicos traduzem de uma forma mais real a aplicação prática desses materiais.

Van Brakel e colaboradores (2012) realizaram um estudo de boca dividida no qual fizeram biópsias de tecido mole em pacientes contendo ambos os pilares de titânio e de zircônia. Os autores não encontraram diferenças significativas na saúde dos tecidos moles peri-implantares (densidade vascular e grau de inflamação) adjacentes às superfícies de zircônia e titânio (Van Brakel *et al.*, 2012). No entanto, a dificuldade na aplicação deste tipo de metodologias leva geralmente à utilização de métodos de análise substitutos como as mudanças

nos níveis ósseos marginais e na estabilidade da mucosa peri-implantar, através da profundidade de sondagem e inflamação clínica (Sanz *et al.*, 2018).

Desch e colaboradores (2020) realizaram um estudo *in vivo* no qual compararam a adesão do biofilme bacteriano em titânio e zircônia. Os resultados mostraram não existir diferenças na quantidade de bactérias e número de espécies aderidas (Desch *et al.*, 2020). Estes resultados estão em concordância com os estudos *in vitro* previamente descritos, porém são necessários mais estudos *in vivo*.

Linkevicius e Vaitelis (2015) realizaram uma revisão sistemática com o intuito de analisar o efeito da zircônia ou do titânio como material para pilar sobre os tecidos moles peri-implantares (Linkevicius e Vaitelis, 2015). Foram incluídos nesta revisão 4 ensaios clínicos randomizados e 5 ensaios clínicos prospectivos controlados, mostrando uma comparação direta entre os pilares de zircônia e de titânio no mesmo paciente. Foram selecionados apenas estudos com pelo menos 10 pacientes e com um acompanhamento clínico de pelo menos 1 ano. Os autores não observaram diferenças significativas para recessão dos tecidos moles, profundidade de sondagem, níveis de margem óssea e medidas relatadas pelos pacientes (questionários). Se observou, em apenas um estudo, uma pontuação significativamente maior na escala de avaliação de estética rosa para implantes e pilares de zircônia comparado com implantes e pilares de titânio. Segundo os autores, a pesquisa existente não mostra vantagens claras dos pilares de titânio ou de zircônia. Porém, há uma tendência significativamente maior para os pilares de zircônia mostrarem uma resposta melhor de cor dos tecidos peri-implantares e um resultado estético superior quando medida pela escala de avaliação de estética rosa (Linkevicius e Vaitelis, 2015).

Sanz-Sánchez e colaboradores (2018) realizaram uma revisão sistemática com meta-análise, onde pretenderam fazer um levantamento da evidência científica disponível sobre os possíveis efeitos biológicos que diferentes materiais para pilares de prótese implanto-suportada teriam nos tecidos duros e moles peri-implantares (Sanz-Sánchez *et al.*, 2018). Foram incluídos ensaios clínicos randomizados, ensaios clínicos controlados, ou séries de casos prospectivos, com pelo menos 6 meses de acompanhamento. Foram selecionadas 29 publicações de 33 investigações. Se Avaliou o impacto de diversos materiais para pilar sobre as alterações ósseas (desfecho primário), profundidade de sondagem, níveis de placa, e inflamação da mucosa peri-implantar. Não se verificaram diferenças significativas na profundidade de sondagem nem nos níveis da margem óssea entre titânio e zircônia. No entanto, se observou um sangramento à sondagem significativamente maior no titânio do que na zircônia, assim como uma maior acumulação de placa bacteriana, porém esta última não significativa. Os autores concluíram

que o material utilizado para pilar teve um impacto mínimo nos níveis ósseos marginais, quando comparado com o titânio.

Na revisão sistemática realizada por Pjetursson e colaboradores (2018), os autores pretenderam verificar a influência da conexão do implante e pilar e do material do pilar no desfecho de coroas unitárias implanto-suportadas e próteses dentárias fixas (Pjetursson *et al.*, 2018). Foram incluídos ensaios clínicos randomizados, estudos prospectivos e retrospectivos, com um tempo médio de acompanhamento de pelo menos 3 anos. Foram selecionados 60 estudos para esta revisão sistemática. Foi encontrado um número significativamente maior de complicações biológicas em pilares cerâmicos (9,5%) quando comparado com pilares metálicos (3,7%). Foi encontrada também uma maior incidência de recessões em volta de pilares cerâmicos quando comparado com pilares metálicos. Se observou uma maior incidência de recessões de tecidos moles nas próteses unitárias de conexão interna, sendo que segundo os autores isso se poderá dever ao material do pilar. Os autores concluíram que ambos os pilares metálicos e cerâmicos para coroas unitárias implantossuportadas com conexões internas e externas mostraram taxas elevadas de sobrevivência (Pjetursson *et al.*, 2018).

Sanz e colaboradores (2018), no consenso da Associação Europeia de Osseointegração, recomendaram o titânio como material de escolha para muitas indicações clínicas. Segundo os autores, a escolha do material para pilar deverá ser baseado nos aspetos biológico, técnico e estético. Também devem ser tomados em consideração outros fatores como espessura de tecido mole, região do implante, aspetos econômicos, entre outros (Sanz *et al.*, 2018).

Além do material propriamente dito, existem outros fatores que podem influenciar os tecidos moles peri-implantares, tais como a técnica utilizada na produção dos pilares e a rugosidade de superfície dos mesmos.

Revestimento Submucoso

A respeito do revestimento submucoso, num estudo de 3 anos de acompanhamento, Linkevicius e colaboradores sugerem que o recobrimento da zircónia na região peri-implantar vai levar ao mesmo efeito que uma coroa metalocerâmica, pois os materiais de revestimento são os mesmos. Segundo, os mesmos autores, não tem lógica o recobrimento subgingival de uma prótese parafusada com cerâmica, tendo em conta que os pilares de zircónia de coroas cimentadas nunca são cobertos com cerâmica de revestimento.

Alfonso Gil e colaboradores (2018) concluíram que o revestimento submucoso de pilares de zircónia não afetou negativamente a saúde dos tecidos peri-implantares. Ambos os

grupos, parafusado e cimentado, apresentaram resultados estáveis ao fim de 1 ano. No entanto, o grupo cimentado mostrou uma tendência para níveis maiores de inflamação (Gil *et al.*, 2018).

Buchi e colaboradores (2014) procuraram saber se o revestimento da região submucosa da zircônia utilizando cerâmica rosa influenciava positivamente a cor da mucosa peri-implantar. Porém, este revestimento falhou em melhorar positivamente o resultado estético, tendo até resultados inferiores, porém não significativos, em relação ao grupo control (zircônia sem revestimento). Isto se deveu à diminuição no brilho quando comparado com o grupo control (Buchi *et al.*, 2014).

Em outros estudos, a cerâmica rosa mostrou causar menos descoloração da mucosa em casos com biótipo gengival fino (< de 2 mm) (Buchi *et al.*, 2014; Thoma *et al.*, 2016). Eisner e colaboradores, testaram o revestimento da região submucosa com cerâmica rosa em 10 pacientes comparando com 10 pacientes no qual não foi realizado qualquer revestimento (Eisner *et al.*, 2018). Não se observaram diferenças significativas entre os grupos com o tempo para: espessura de mucosa, largura de mucosa queratinizada e níveis ósseos marginais. A colocação de cerâmica estratificada na região submucosa de pilares de zircônia não influenciou significativamente os resultados biológicos e mecânicos em região de implantes unitários após 3 anos. No entanto, de acordo com os mesmos autores é necessário um tempo de acompanhamento maior. Assim, são necessários mais estudos clínicos prospectivos randomizados com um acompanhamento a longo prazo.

Rugosidade da superfície e métodos de limpeza

Uma etapa de extrema importância e que muitas vezes é menosprezada é a realização de um correto polimento durante a confecção do material. No entanto, a literatura é escassa no que respeita a estudos científicos relatando os métodos necessários para atingir uma rugosidade ideal pré-determinada de pilares de zircônia. Alkimavicius e colaboradores (2018) verificaram que uma rugosidade de 200 nm da zircônia pode ser alcançada seguindo um protocolo de polimento fino. Os autores verificaram também que um polimento com pasta diamantada irá resultar numa superfície de rugosidade de cerca de 50 nm (Alkimavicius *et al.*, 2018).

Outra etapa menosprezada é a adequada limpeza dos pilares previamente à sua instalação na cavidade oral. Os pilares de zircônia personalizados por CAD-CAM são sujeitos a diversos procedimentos incluindo o polimento, que resulta na contaminação do pilar. A consequente transferência desses contaminantes orgânicos para a região transmucosa do pilar pode levar a uma resposta inflamatória por parte dos tecidos peri-implantares. Os procedimentos de descontaminação mais comumente utilizados são os de vapor. No entanto,

de acordo com a literatura, este tipo de procedimento não permite uma limpeza completa da superfície do pilar, devendo, por isso, ser adotados novos protocolos de descontaminação. Gineviciute e colaboradores (2018) avaliaram a eficácia de diferentes métodos de limpeza utilizados para descontaminar os compostos orgânicos das superfícies de 18 amostras de zircônia por Espectroscopia de raios X por dispersão em energia (Gineviciute *et al.*, 2018). Os autores observaram que só foi possível uma completa descontaminação das superfícies dos pilares após submeter os mesmos a um banho ultrassônico contendo uma solução detergente (Siladent) durante 10 minutos. Os autores verificaram também não existir diferença significativa entre realizar apenas descontaminação por vapor (sem qualquer limpeza adicional) e descontaminação por vapor seguido do banho ultrassônico por 10 minutos. Os autores recomendam, assim, realizar uma limpeza dos pilares personalizados com um banho ultrassônico utilizando uma solução detergente previamente à instalação do pilar na cavidade oral. Esta descontaminação poderá ser benéfica para os tecidos moles peri-implantares. No entanto, são necessários estudos clínicos para demonstrar tal eficácia e, desta forma, se poder implementar protocolos de limpeza padronizados.

IV. CONCLUSÕES

A escolha do pilar de uma prótese implantossuportada deverá obedecer a um correto planejamento protético. Para isso, ele deve ser baseado nos aspetos biológico, técnico e estético. Outros fatores a ter em consideração são a espessura de tecido mole peri-implantar, a região do implante e aspetos económicos.

No entanto, a literatura mais recente não é consensual, não apontando uma superioridade clínica do titânio relativamente à zircónia e vice-versa. Apesar disso, verifica-se um consenso no que respeita à superioridade estética da zircónia, com novos métodos sendo empregados para dar uma naturalidade maior à coloração da zircónia na região transmucosa do pilar. Quando na presença de forças mastigatórias elevadas, a tendência é de indicar a utilização de pilares de titânio.

Deve também ser dada a devida importância para etapas normalmente menosprezadas, como o polimento correto dos pilares personalizados e a completa descontaminação dos pilares previamente à sua instalação. A implementação de protocolos de polimento e de limpeza são essenciais para garantir a saúde e estabilidade dos tecidos peri-implantares ao longo do tempo.

REFERÊNCIAS

- Abrahamsson, I., et al. (1996) The peri-implant hard and soft tissues at different implant systems. A comparative study in the dog. *Clin Oral Implants Res.* 7(3), pp. 212-9.
- Abrahamsson, I., et al. (1998) The mucosal attachment at different abutments. An experimental study in dogs. *J Clin Periodontol.* 25, pp. 721–727.
- Aguirre-Zorzano, L.A., et al., (2015) Prevalence of peri-implant inflammatory disease in patients with a history of periodontal disease who receive supportive periodontal therapy. *Clin Oral Implants Res.* 26, pp. 1338-44.
- Alberktsson, T., et al., (1981). Osseointegrated titanium implants. Requirements for ensuring a long-lasting, direct bone-to-implant anchorage in man. *Acta Orthop Scand*, 52(2), pp. 155–70.
- Alkimavicius, J., et al., (2018) The effect of polishing protocols on the surface roughness of zirconium oxide. *Clin Oral Implants Res.* 29(17), pp. 125-125.
- Almaguer-Flores, A., et al., (2012) Influence of topography and hydrophilicity on initial oral biofilm formation on microstructured titanium surfaces in vitro. *Clin Oral Implants Res.* 23, pp. 301-7.
- Alrabeah, G.O., Knowles, J.C., Petridis, H. (2018) Reduction of Tribocorrosion Products When Using the Platform-Switching Concept. *J Dent Res.* 97(9), pp. 995-1002.
- Belser, U.C., et al., (2004) Outcome analysis of implant restorations located in the anterior maxilla: a review of the recent literature. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 19, pp. 30-42.
- Berglundh, T., Lindhe J.(1996) Dimension of the periimplant mucosa. Biological width revisited. *J Clin Periodontol.* 23(10), pp. 971-3.
- Blaschke, C., Volz, U. (2006) Soft and hard tissue response to zirconium dioxide dental implants--a clinical study in man. *Neuro Endocrinol Lett.* 27(1), pp. 69-72.
- Bollen, C.M., Lambrechts, P., Quirynen, M. (1997) Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: a review of the literature. *Dent Mater.* 13, pp. 258-69.
- Buchi, D.L.E., et al., (2014) All-ceramic single-tooth implant reconstructions using modified zirconia abutments: a prospective randomized controlled clinical trial of the effect of pink veneering ceramic on the esthetic outcome. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry.* 34, pp. 29–37.
- Buser, D., Sennerby, L., De Bruyn, H. (2017). Modern implant dentistry based on osseointegration: 50 years of progress, current trends and open questions. *Periodontology 2000*, 73(1), pp. 7-21
- Carrillo de Albornoz, A., et al., (2004) Outcome analysis of implant restorations located in the anterior maxilla: a review of the recent literature. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 19, pp. 30-42.
- Dalago, H. et al., (2017). Risk indicators for Peri-implantitis: A cross-sectional study with 916 implants. *Clin Oral Implants Res.* 28, pp. 144-150
- De Avila, E.D., et al., (2017) Effect of titanium and zirconia dental implant abutments on a cultivable polymicrobial saliva community. *J Prosthet Dent.* 118(4), pp. 481-487.
- De Avila, E.D., et al., (2016) Impact of physical chemical characteristics of abutment implant surfaces on bacteria adhesion. *J Oral Implantol.* 42, pp. 153-8.

- De Avila, E.D., et al., (2016) Structural and quantitative analysis of a mature anaerobic biofilm on different implant abutment surfaces. *J Prosthet Dent.* 115, pp. 428-36.
- Desch, A., et al., (2020). Biofilm formation on zirconia and titanium over time- An in vivo model study. *Clin Oral Implants Res.* 31, pp. 865-880.
- Eisner, B., et al., (2018) Three-Year Results of a Randomized Controlled Clinical Trial Using Submucosally Veneered and Unveneered Zirconia Abutments Supporting All-Ceramic Single-Implant Crowns. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 38(5), pp. 645-652.
- Ekfeldt, A., Fürst, B., Carlsson, G.E. (2017) Zirconia abutments for single-tooth implant restorations: a 10- to 11-year follow-up study. *Clin Oral Implants Res.* 28(10), pp. 1303-1308.
- Ellepola, A.N., et al., (2016) Caspofungin-induced in-vitro post-antifungal effect and its impact on adhesion related traits of oral *Candida dubliniensis* and *Candida albicans* isolates. *Microbiol Immunol.* 60, pp. 160-7.
- Ener, B., Douglas, L.J. (1992) Correlation between cell-surface hydrophobicity of *Candida albicans* and adhesion to buccal epithelial cells. *FEMS Microbiol Lett.* 78, pp. 37-42.
- Foster, J.S., Kolenbrander, P.E. (2004) Development of a multispecies oral bacterial community in a saliva-conditioned flow cell. *Appl Environ Microbiol.* 70, pp. 4340-8.
- Franz, S., et al., (2011) Immune responses to implants – a review of the implications for the design of immunomodulatory biomaterials. *Biomaterials.* 32, pp. 6692–6709.
- Fürhauser, R., et al., (2005) Evaluation of soft tissue around single-tooth implant crowns: the pink esthetic score. *Clinical Oral Implants Research.* 16(6), pp. 639-644.
- Gil, A., et al., (2018) Randomized controlled clinical study of veneered zirconia abutments for single implant crowns- clinical, histological and microbiological outcomes. *Clin Oral Implants Res.* 29(17), pp. 79-79.
- Gineviciute, E., et al., (2018) Comparison of different cleaning procedures of Zirconium oxide surface. *Clin Oral Implants Res.* 29(17), pp. 45-45.
- Harada, K., et al., (2016) Effect of accelerated aging on the fracture toughness of zirconias. *J Prosthet Dent.* 115(2), pp. 215-23.
- Ioannidis, A., et al., (2017) Discoloration of the mucosa caused by different restorative materials - a spectrophotometric *in vitro* study. *Clin Oral Implants Res.* 28(9), pp. 1133-1138.
- Jung, R., et al., (2007) In vitro color changes of soft tissues caused by restorative materials. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry.* 27, pp. 251–257.
- Jung, R.E., et al., (2008) The effect of all-ceramic and porcelain-fused-to-metal restorations on marginal peri-implant soft tissue color: a randomized controlled clinical trial. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 28(4), pp. 357-65.
- Kan, J.Y., et al., (2010) Gingival biotype assessment in the esthetic zone: visual versus direct measurement. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 30(3), pp. 237-43.
- Kanao, M., et al., (2013) Comparison of plaque accumulation and soft-tissue blood flow with the use of full-arch implant-supported fixed prostheses with mucosal surfaces of different materials: a randomized clinical study. *Clin Oral Implants Res.* 24(10), pp.1137-43.

- Lin, M.I., et al., (2013) A Retrospective Study of Implant–Abutment Connections on Crestal Bone Level. *J Dent Res.* 92(12), pp. 202S-7S.
- Linkevicius, T. (2017) The Novel Design of Zirconium Oxide-Based Screw-Retained Restorations, Maximizing Exposure of Zirconia to Soft Peri-implant Tissues: Clinical Report After 3 Years of Follow-up. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 37(1), pp. 41-47.
- Linkevicius, T., et al., (2013) Does residual cement around implant-supported restorations cause peri-implant disease? A retrospective case analysis. *Clin Oral Implants Res.* 24, pp. 1179–1184.
- Linkevicius, T., Vaitelis, J. (2015) The effect of zirconia or titanium as abutment material on soft peri-implant tissues: a systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Implants Res.* 11, pp. 139-47.
- Magne, P., et al., (2011) Fatigue resistance and failure mode of CAD/CAM composite resin implant abutments restored with type III composite resin and porcelain veneers. *Clin Oral Implants Res.* 22(11), pp. 1275-81.
- Masuoka, J., Hazen, K.C. (2004) Cell wall mannan and cell surface hydrophobicity in *Candida albicans* serotype A and B strains. *Infect Immun.* 72, pp. 6230-6.
- Mombelli, A. (1999) In vitro models of biological responses to implant microbiological models. *Adv Dent Res.* 13, pp. 67-72.
- Mombelli, A., Decaillet, F. (2011) The characteristics of biofilms in peri-implant disease. *J Clin Periodontol.* 38, pp. 203-13.
- Mombelli, A., Hashim, D., Cionca, N. (2018) What is the impact of titanium particles and biocorrosion on implant survival and complications? A critical review. *Clin Oral Implants Res.* 29 Suppl 18, pp. 37-53.
- Mombelli, A., Muller, N., Cionca, N. (2012) The epidemiology of peri-implantitis. *Clin Oral Implants Res.* 23(suppl 6), pp. 67-76.
- Nakamura, K., et al., (2010) Zirconia as a dental implant abutment material: a systematic review. *Int J Prosthodont.* 23(4), pp. 299-309.
- Noronha O.M, et al., (2018) Can degradation products released from dental implants affect peri-implant tissues? *J Periodontal Res.* 53(1), pp. 1-11.
- Nothdurft, F.P., et al., (2015) Differential behavior of fibroblasts and epithelial cells on structured implant abutment materials: a comparison of materials and surface topographies. *Clinical Implant Dentistry & Related Research.* 17(6), pp. 1237-49.
- Parisi. L., et al., (2018) Implant abutment microgrooves affect soft tissue cells response via connexin 43 pathway. *Clin Oral Implants Res.* 29(17), pp. 48-48.
- Passos, S.P., et al., (2016) Performance of zirconia abutments for implant-supported single-tooth crowns in esthetic areas: a retrospective study up to 12-year follow-up. *Clin Oral Implants Res.* 27(1), pp. 47-54.
- Pessoa, R.S., et al., (2017) Bone Remodeling Around Implants with External Hexagon and Morse-Taper Connections: A Randomized, Controlled, Split-Mouth, Clinical Trial: Bone remodeling around external hex and Morse-taper connections. *Clin Implant Dent Relat Res.* 19(1), pp. 97-110.

- Pjetursson, B.E., et al., (2018) A systematic review of the influence of the implant-abutment connection on the clinical outcomes of ceramic and metal implant abutments supporting fixed implant reconstructions. *Clin Oral Implants Res.* 29(18), pp. 160-183.
- Popovici, J., et al., (2014) Characterization of the cell surface properties of drinking water pathogens by microbial adhesion to hydrocarbon and electrophoretic mobility measurements. *Colloids Surf B Biointerfaces.* 118, pp. 126-32.
- Quirynen, M, et al., (2006) Dynamics of initial subgingival colonization of “pristine” peri-implant pockets. *Clin Oral Implants Res.* 17, pp. 25-37.
- Quirynen, M., Teughels, W. (2003) Microbiologically compromised patients and impact on oral implants. *Periodontol 2000.* 33, pp. 119-28.
- Quirynen, M., Van Der Mei, H.C., Bollen, C.M. (1993) An in vivo study of the influence of the surface roughness of implants on the microbiology of supra- and subgingival plaque. *J Dent Res.* 72(9), pp. 1304-9.
- Raffaini, F.C., et al., (2018) Genome analysis and clinical implications of the bacterial communities in early biofilm formation on dental implants restored with titanium or zirconia abutments. *Biofouling.* 34(2), pp. 173-182.
- Rigolin, M.S.M., et al., (2019) Effect of the aging of titanium and zirconia abutment surfaces on the viability, adhesion, and proliferation of cells and the adhesion of microorganisms. *J Prosthet Dent.* 122(6),pp. 564.e1-564.e10
- Roehling. S., et al., (2017) In Vitro Biofilm Formation on Titanium and Zirconia Implant Surfaces. *J Periodontol.* 88(3), pp. 298-307.
- Sailer, I., et al., (2009) A systematic review of the performance of ceramic and metal implant abutments supporting fixed implant reconstructions. *Clin Oral Implants Res.* 20 Suppl 4, pp. 4-31.
- Sailer, I., et al., (2012) Cemented and screw-retained implant reconstructions: A systematic review of the survival and complication rates. *Clin Oral Implants Res.* 23, pp. 163–201.
- Salvi, G.E., Bosshardt DD, Lang NP. (2015) Temporal sequence of hard and soft tissue healing around titanium dental implants. *Periodontol 2000.* 68(1), pp. 135-52.
- Sanz-Martín, I., et al., (2018) Effects of modified abutment characteristics on peri-implant soft tissue health: A systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Implants Res.* 29(1), pp. 118-129
- Sanz-Sánchez, I., et al., (2018) Biological effect of the abutment material on the stability of peri-implant marginal bone levels: A systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Implants Res.* 29 Suppl 18, pp. 124-144.
- Sanz, M., et al., (2018) Biological aspects: Summary and consensus statements of group 2. The 5th EAO Consensus Conference 2018. *Clin Oral Implants Res.* 18, pp. 152-156.
- Schwarz, F., et al., (2018) Peri-implantitis. *J Periodontol.* 89 Suppl 1, pp. S267-S290.
- Taira, M., et al., (2010) Microscopic observations and inflammatory cytokine productions of human macrophage phagocytising submicron titanium particles. *J Mater Sci Mater Med.* 21(1), pp. 267-75.

Thoma, D.S., et al., (2016) Randomized Controlled Clinical Trial of All-Ceramic Single Tooth Implant Reconstructions Using Modified Zirconia Abutments: Radiographic and Prosthetic Results at 1 Year of Loading. *Clin Implant Dent Relat Res.* 18(3), pp. 462-72.

Thoma, D.S., et al., (2018) Early histological, microbiological, radiological, and clinical response to cemented and screw-retained all-ceramic single crowns. *Clin Oral Implants Res.* 29(10), pp. 996-1006.

Tomasi, C, et. al. (2014) Morphogenesis of peri-implant mucosa revisited: an experimental study in humans. *Clin Oral Implants Res.* 25(9), pp. 997-1003.

Van Brakel, R., et al., (2011) The effect of zirconia and titanium implant abutments on light reflection of the supporting soft tissues. *Clinical Oral Implant Research.* 22, pp. 1172–1178.

Van Brakel, R., et al., (2012) Soft tissue response to zirconia and titanium implant abutments: an in vivo within-subject comparison. *J Clin Periodontol.* 39(10), pp. 995-1001.

Welander, M., Abrahamsson, I., Berglundh, T. (2008) The mucosal barrier at implant abutments of different materials. *Clin Oral Implants Res.* 19(7), pp. 635-41.

Wennerberg, A., Albrektsson, T. (2010). On implant surfaces: a review of current knowledge and opinions. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 25(1), pp.63-74.

Wennerberg, A., Albrektsson, T. (2009). Effects of titanium surface topography on bone integration: a systematic review. *Clin Oral Implants Res.* 20(4), pp.172-84.

Wilson, T.G., et al., (2009) The positive relationship between excess cement and peri-implant disease: A prospective clinical endoscopic study. *J Periodontol.* 80, pp. 1388–1392.

Zembic, A., et al., (2014) Systematic review of the survival rate and incidence of biologic, technical, and esthetic complications of single implant abutments supporting fixed prostheses. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 29, pp. 99-116.

Zembic, A., et al., (2015) Eleven-Year Follow-Up of a Prospective Study of Zirconia Implant Abutments Supporting Single All-Ceramic Crowns in Anterior and Premolar Regions. *Clin Implant Dent Relat Res.* 17 (2), pp.417-26.