

**FACULDADE SETE LAGOAS - FACSETE**

**Marcos Massami Funakura Ogitani**

**COMPARAÇÃO MECÂNICA, BIOLÓGICA E ESTÉTICA DOS PILARES DE  
ZIRCÔNIA EM RELAÇÃO AOS PILARES DE TITÂNIO NA REABILITAÇÃO COM  
IMPLANTES - Uma Revisão de Literatura**

**OSASCO-SP**

**2020**

Marcos Massami Funakura Oguitani

**COMPARAÇÃO MECÂNICA, BIOLÓGICA E ESTÉTICA DOS PILARES DE  
ZIRCÔNIA EM RELAÇÃO AOS PILARES DE TITÂNIO NA REABILITAÇÃO COM  
IMPLANTES - Uma Revisão de Literatura**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização *Lato Sensu* da Faculdade Sete Lagoas - FACSETE, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Prótese Dentária.

Área de concentração: Prótese Dentária.

Orientador: Prof. Dr. Érico Castaldin Fraga  
Moreira

OSASCO-SP

2020



Marcos Massami Funakura Oguitani

**COMPARAÇÃO MECÂNICA, BIOLÓGICA E ESTÉTICA DOS PILARES DE ZIRCÔNIA EM RELAÇÃO AOS PILARES DE TITÂNIO NA REABILITAÇÃO COM IMPLANTES - Uma Revisão de Literatura**

Trabalho de conclusão de curso de especialização *Lato sensu* da Faculdade Sete Lagoas, como requisito parcial para obtenção do título de especialista em Prótese Dentária

Área de concentração: Prótese Dentária

Aprovada em \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ pela banca constituída dos seguintes professores:

---

Prof. Dr. Érico Castaldin Fraga Moreira – ABO OSASCO

---

Profa. Dra. Mily Itice Ebina – ABO OSASCO

---

Prof. Dr. Paulo Roberto Martins – ABO OSASCO

Osasco, 29 de fevereiro de 2020

## RESUMO

Atualmente os implantes orais são a opção de tratamento reabilitador padrão ouro. A evolução dos materiais odontológicos e as necessidades estéticas cada vez mais altas fizeram com que a procura por materiais com características semelhantes ao tecido dental nas reabilitações sobre implantes também fossem necessárias. Nas reabilitações de dentes anteriores convivemos com dificuldades de mascarar a estrutura metálica dos componentes protéticos e dar um aspecto natural semelhantes aos outros elementos. Por este motivo essa revisão tem por objetivo analisar as taxas de sobrevivência e as complicações técnicas, biológicas e estéticas dos implantes com pilares de zircônia em comparação com o padrão-ouro, os pilares de titânio.

**Palavras-chave:** Pilares de Zircônia; Pilares de Titânio; Reabilitação com Implantes.

## **ABSTRACT**

Currently, oral implants are the gold standard rehabilitation treatment option. The evolution of dental materials and increasingly high aesthetic needs have made the search for materials with characteristics similar to dental tissue in implant rehabilitations also necessary. In the rehabilitation of anterior teeth, we live with difficulties in masking the metal structure of the prosthetic components and giving a natural appearance similar to other elements. For this reason, this review aims to analyze the survival rates and the technical, biological and aesthetic complications of implants with zirconia abutments compared to the gold standard, titanium abutments.

**Keywords:** Zirconia Abutments; Titanium Pillars; Rehabilitation with Implants.

## SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO .....</b>  | <b>07</b> |
| <b>2. OBJETIVO .....</b>  | <b>09</b> |
| <b>3. REVISÃO DA LITERATURA .....</b>                                     | <b>10</b> |
| <b>3.1. Osseointegração.....</b>  | <b>10</b> |
| <b>3.2. Implantes.....</b>  | <b>11</b> |
| <b>3.3. Propriedades da Zircônia.....</b>                                 | <b>12</b> |
| <b>3.4. Propriedades do Titânio.....</b>                                  | <b>13</b> |
| <b>3.5. Zircônia e Titânio com pilares de prótese sobre implante.....</b> | <b>14</b> |
| <b>4. MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>                                       | <b>16</b> |
| <b>5. DISCUSSÃO .....</b>   | <b>22</b> |
| <b>6. CONCLUSÃO .....</b>   | <b>25</b> |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>   | <b>26</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

A Odontologia vem alcançando avanços no que se diz respeito conscientização das pessoas em relação aos cuidados que se deve ter com a saúde oral, entretanto, a ausência de certas unidades dentárias nas arcadas ainda é uma situação que pode ser facilmente encontrada. A perda de dentes pode ser provocada pela cárie, doenças periodontais e por traumatismos e quando isto ocorre, os dentes que estão adjacentes e antagônicos tendem a mover-se para o espaço livre provocando todo o tipo de desequilíbrios nas arcadas dentárias, além da reabsorção do osso alveolar. Para restaurar as funções mastigatória, estética e fonética, e minimizar os efeitos acima referidos, é que se confeccionam as próteses dentárias (KIM, 2008, p.254).

A partir da década de 80 os implantes de titânio osseointegrados passaram ser mais uma alternativa de reabilitação oral para perda dental (ADELL *et al.*,1981, p.387). Parafusos de titânio poderiam ser usados como fixação intraóssea de maneira confiável para diversas modalidades de tratamentos protéticos reabilitadores. A grande descoberta por trás dessas realizações foi então denominada como osseointegração. Do ponto de vista biomecânico, um implante está osseointegrado quando não houver movimento relativo progressivo entre o implante fixado e o tecido ósseo ao redor, sob cargas de intensidade funcional durante toda a vida do paciente. E por sua vez, do ponto de vista clínico, um implante é considerado osseointegrado, quando oferece um suporte estável e aparentemente imóvel para uma prótese sob cargas funcionais, sem dor, sem inflamação ou afrouxamento (ADELL *et al.*,1981, p,387 ALBREKTSSON *et al.*, 1981, pg.155).

A evolução dos materiais odontológicos e as necessidades estéticas cada vez mais altas fizeram com que procura por materiais com características semelhantes ao tecido dental nas reabilitações sobre implantes também fosse necessária. A estrutura de metal torna difícil imitar a estética natural, especialmente em situações com espaço limitado para a reconstrução. Outro problema da estrutura de metal é a possível aparência azulada do suave circundante nos tecidos em casos de perfil gengival pouco queratinizado e delicado. (BRANEMARK *et al.*, 1983, p. 25)

O desenvolvimento e uso de cerâmica de zircônia como material de reconstrução demonstra uma alternativa para alcançar os melhores resultados estéticos possíveis nas reabilitações com implantes (FILSER.,2015, p.89). Esse material foi introduzido na prática clínica, graças aos resultados de muitos estudos sobre as propriedades da zircônia e como ela pode ser utilizada em prótese sobre implantes, coroas unitárias e próteses fixas (GUAZATTO *et al.*, 2004, p.5056) Mesmo com uma grande quantidade de trabalhos publicados que reforcem as característica mecânica desse material e sua segurança de utilização muitos profissionais ainda possuem receio, preferindo utilizar estruturas metálicas, principalmente em reabilitações com implantes.(PJETURSSON *et al.*, 2008p. 667)

Por esse motivo essa revisão tem por objetivo comparar a taxa de sucesso em reabilitação de coroas unitárias com estruturas em metal e estrutura em cerâmica de zircônia.

## **2. OBJETIVO**

O objetivo da presente revisão é analisar as taxas de sobrevivência e as complicações técnicas, biológicas e estéticas dos implantes com pilares de zircônia em comparação com o padrão-ouro, os pilares de titânio.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Osseointegração

A recém-formada rede de trabéculas ósseas garante a fixação biológica do implante e envolve os espaços da medula contendo muitas células mesenquimais e vasos sanguíneos largos. Uma fina camada de tecido calcificado e osteóide é depositada pelos osteoblastos diretamente na superfície do implante. Os vasos sanguíneos e as células mesenquimais preenchem os espaços onde não há tecido calcificado (GAILIT CLARCK, 1994, p.25).

Murai (1996, p.523) foram os primeiros a relatar uma fina camada de 20 a 50 mm de células planas do tipo osteoblastos, fibrilas de colágeno calcificadas e uma leve área mineralizada na interface osso-implante de titânio. O osso recém-formado foi depositado na superfície reabsorvida do osso antigo após atividade osteoclástica. Isso sugeriu que a superfície do implante é positivamente reconhecida a partir das células osteogênicas como um andaime que pode favorecer a osteogênese periimplantar precoce. Linhas de cimento de osteóide mal mineralizado demarcaram a área onde a reabsorção óssea foi concluída e a formação óssea iniciada. Alguns dias após a colocação do implante, mesmo os osteoblastos em contato direto com a superfície do implante começaram a depositar a matriz de colágeno diretamente na superfície do implante. Osteoblastos nem sempre podem migrar tão rapidamente para evitar serem completamente envolvidos pela frente mineralizante da matriz calcificante; esses osteoblastos se agruparam como osteócitos nas lacunas ósseas. A deposição precoce de nova matriz calcificada na superfície do implante é seguida pelo arranjo do osso tecido e das trabéculas ósseas. Isso é apropriado para o processo de cicatrização óssea periimplantar, pois mostra uma área de superfície ampla muito ativa, contígua com espaços medulares ricos em células vasculares e mesenquimais. O tecido da medula rico em suporte vascular contém precursores mononucleares de osteoclastos, para que as trabéculas ósseas sejam remodeladas mais rapidamente que o osso cortical (CHAPPARD *et al.*,1999,p.189). Inicialmente, a rápida formação óssea ocorre nos implantes para restaurar a continuidade, embora sua competência mecânica seja menor quando comparada ao osso lamelar, com base na orientação aleatória de suas fibras colágenas. Ossos trabeculares e

tecidos preenchem a lacuna inicial na interface implanteosso. Dispostos em uma rede regular tridimensional, oferece uma alta resistência ao carregamento precoce do implante. Sua arquitetura física, incluindo arcos e pontes, oferece um andaime biológico para fixação celular e deposição óssea que é fixação biológica (RIGO *et al.*, 2004, p.664). A formação óssea trabecularperiimplantar precoce garante a ancoragem do tecido que corresponde à fixação biológica do implante. Isso começa de 10 a 14 dias após a cirurgia. A fixação biológica difere da estabilidade primária (mecânica) que é facilmente obtida durante a inserção do implante. A fixação biológica do implante envolve condições biofísicas, como a estabilidade primária que é a mecânica do implante, fixação clínica, superfície do implante e distância certa entre o implante e do osso hospedeiro que determinam essa estabilidade primária. Em seguida, o tecido ósseo é progressivamente remodelado e substituído pelo osso lamelar que pode atingir um alto grau de mineralização. Três meses após a colocação do implante uma camada óssea mista da matriz e tecido lamelar pode ser encontrada em torno de diferentes tipos de implantes de titânio. A superfície do implante é coberta com cela achatada. A interface osso-implante mostra espaços inter-trabeculares da medula delimitados pela superfície de titânio de um lado e por osso recém-formado do outro rico em células e vasos sanguíneos (FRANCHI *et al.*, 2005, p.665). Os fragmentos ósseos do paciente entre o implante e a cavidade óssea são depositados no momento da preparação do receptor com broca cirúrgica ou inserção do implante. Elas estão envolvidas em um osso trabecularperiimplantar recém-formado e parecem estar envolvidas na formação óssea trabecular durante as primeiras semanas, ou seja, na fixação biológica do implante, melhorando e orientando a osteogênese peri-implantar como componente biológico osteocondutor e osteoindutor material. Portanto, pode ser útil na prática clínica não lavar com solução salina ou aspirar a cavidade óssea antes ou durante a inserção do implante (FRANCHI *et al.*, 2004, p.2239). Do lado do implante, uma oxidação metálica tem sido descrita *in vitro* e *in vivo*. Assim tanto o receptor ósseo como a superfície do implante trabalham juntos para a osseointegração.

### **3.2 Implantes**

No início da década de 80, foram apresentados ao mundo os resultados de mais de quinze anos de pesquisas envolvendo a utilização de implantes de titânio

para o tratamento de perdas dentais (ADELL *et al.*, 1981, p. 387). Albrektsson *et al.* (1981) demonstraram que parafusos de titânio poderiam ser usados como fixação intraóssea de maneira confiável para diversas modalidades de tratamentos protéticos reabilitadores. A grande descoberta por trás dessas realizações foi então denominada como osseointegração. Do ponto de vista biomecânico, um implante está osseointegrado quando não houver movimento relativo progressivo entre o implante fixado e o tecido ósseo ao redor, sob cargas de intensidade funcional durante toda a vida do paciente. Do ponto de vista biofísico, a osseointegração implica que os componentes identificáveis de tecido ao redor da superfície dos implantes sejam apenas estruturas ósseas e medulares que continuamente constituem uma estrutura óssea normal em contato nanométrico com a superfície de titânio do implante. Do ponto de vista da biologia macro e microscópica e da medicina, a osseointegração de um implante ocorre com a aposição de osso neoformado e remodelado em congruência com o implante, incluindo as irregularidades de superfície, mesmo à luz da microscopia óptica, de modo que não haja interposição de tecido conjuntivo ou fibroso, e desde que uma conexão estrutural e funcional direta seja estabelecida, capaz de suportar a carga fisiológica normal, sem sofrer grandes deformações nem iniciar qualquer mecanismo de infecção. E por sua vez, do ponto de vista clínico, um implante é considerado osseointegrado, quando oferece um suporte estável e aparentemente imóvel para uma prótese sob cargas funcionais, sem dor, sem inflamação ou afrouxamento (ADELL *et al.* 1981; ALBREKTSSON *et al.* 1981; BRANEMARK *et al.* 1983). Os elevados índices de sucesso reportados por BRANEMARK *et al.* (1977), com relação à reabilitação de pacientes desdentados totais com implantes osseointegráveis despertaram o interesse mundial de pesquisadores e clínicos.

### **3.3 Propriedades da zircônia**

A zircônia ( $ZrO_2$ ) é um material cerâmico com propriedades mecânicas adequadas para a fabricação de dispositivos médicos. A zircônia estabilizada com  $Y_2O_3$  possui as melhores propriedades para essas aplicações. Quando ocorre um estresse em uma superfície de  $ZrO_2$ , uma modificação cristalina se opõe à propagação de trincas. A resistência à compressão do  $ZrO_2$  é de cerca de 2000 MPa. Pesquisas ortopédicas levaram a proposta deste material para a fabricação de

próteses de cabeça do quadril. (BUKAT, 1990) Antes disso, a biocompatibilidade da zircônia havia sido estudada in vivo; não foram relatadas respostas adversas após a inserção de amostras de ZrO<sub>2</sub> no osso ou músculo (TORRICELLI, 2001 p 2535). A experiência in vitro mostrou ausência de mutações e boa viabilidade de células cultivadas neste material. Atualmente estão disponíveis núcleos de zircônia para próteses parciais fixas nos dentes anteriores e posteriores e nos implantes. A avaliação clínica dos pilares e do tecido periodontal deve ser realizada antes do uso. A opacidade da zircônia é muito útil em situações clínicas adversas, por exemplo, para mascarar dentes de abutment discrômico. A radiopacidade pode auxiliar na avaliação durante os controles radiográficos. As estruturas de zircônia são utilizadas na tecnologia CAD / CAM (desenho / fabricação auxiliada por computador). A cimentação de restaurações de cerâmica Zr pode ser realizada com cimentação adesiva. As propriedades mecânicas do óxido de zircônio provaram ser superiores às de outras restaurações sem metal. (GLAUSER, 2004, pg.285). As avaliações clínicas, que estão em andamento há 3 anos, indicam uma boa taxa de sucesso para as próteses de zircônia. Os pilares de implante de zircônia também podem ser usados para melhorar o resultado estético das reabilitações suportadas por implantes. Os implantes de zircônia recentemente propostos parecem ter boas propriedades biológicas e mecânicas; mais estudos são necessários para validar sua aplicação. (PJERSSON, 2007, p. 73)

### **3.4 Propriedades do titânio**

As ligas de titânio são agora os materiais metálicos mais atraentes para aplicações biomédicas. Na medicina, eles são usados para dispositivos de implantes que substituem tecidos com falha. Os exemplos incluem articulações artificiais do quadril, articulações artificiais do joelho, placas ósseas, parafusos para fixação de fraturas, próteses valvares cardíacas, marcapassos e corais artificiais. Muitos experimentos de titânio in vivo e in vitro foram realizados em universidades e indústrias em todo o mundo nos últimos 50 anos. (SEMENOVA *et al.*, 2007). Esses experimentos descobriram que a excelente biocompatibilidade do titânio está associada aos seus óxidos. Johansson *et al.* (1998) demonstrou em estudos com modelos animais in vivo que o óxido de titânio pode diferir de biomateriais metálicos como Ti-6Al-4V, ligas de CoCr e aço inoxidável 316 LVM. A interface entre o

implante de titânio e o osso é uma fina camada de proteoglicanos. O titânio comercialmente puro (Cp Ti) é considerado o melhor material metálico biocompatível, porque suas propriedades de superfície resultam no acúmulo espontâneo de uma camada estável e inerte de óxido. As principais propriedades físicas do titânio responsáveis pela biocompatibilidade são: baixo nível de condutividade eletrônica, alta resistência à corrosão, estado termodinâmico a valores fisiológicos de pH, baixa tendência de formação de íons em ambientes aquosos e um ponto isoelétrico do óxido de a superfície coberta é carregada apenas ligeiramente negativamente no pH fisiológico e o titânio possui uma constante dielétrica comparável à da água, com a consequência de que a interação Coulomb de espécies carregadas é semelhante à da água (VALIEV *et al.*, 2000, pg.103).

### **3.5 Zircônia e Titânio como pilares de prótese sobre implante**

A substituição de dentes perdidos por coroas únicas suportadas por implantes e próteses dentárias fixas tornou-se uma modalidade de tratamento padrão que apresenta altas taxas de sobrevivência (PJETURSSON *et al.* 2004. pg 625)

Para a fixação da reconstrução no implante, diferentes tipos de pilares são utilizados. Os pilares metálicos feitos de titânio provaram ser duráveis e, portanto, são considerados como " padrão ouro " (SAILER *et al.* 2007a, 2007b, pg 86). Devido à sua cor escura, no entanto, foi relatado que os pilares metálicos causam uma descoloração acinzentada da mucosa periimplantar, comprometendo o resultado estético da reconstrução por implantes (SAILER *et al.* 2007a, 2007b; JUNG *et al.* 2008, pg 357). Por esse motivo, foram desenvolvidos pilares totalmente em cerâmica, feitos de cerâmica de alta resistência, como alumina ou zircônia. Estudos laboratoriais e clínicos demonstraram um desempenho superior de zircônia sobre os pilares de alumina (GLAUSER *et al.* 2004, pg 285). Além disso, um ensaio clínico controlado randomizado comparando reconstruções a implante suportadas por pilares de zircônia e titânio demonstrou resultados semelhantes para ambos os tipos de materiais de pilar (ZEMBIC *et al.* 2009, pg 808). Portanto, hoje em dia, a zircônia pode ser considerada o pilar de cerâmica " material de escolha ". Existem pilares de zircônia com várias geometrias de conexão implante-pilar para os diferentes tipos de implantes atualmente disponíveis. Essas conexões implante-pilar abrangem conexões externas (por exemplo, hexagonais) e internas (por exemplo, cônicas).

Além disso, a conexão interna dos zircônios pode ser obtida por meio de um componente metálico secundário (duas peças) ou pelo próprio pilar (uma peça) (SAILER *et al.* 2009, p.850). Muitos estudos relataram a influência do tipo de conexão implante-pilar no resultado técnico de pilares de titânio. Foi relatada resistência à fratura significativamente mais alta para os pilares de titânio com conexões internas em comparação com os externos (KHRAISAT *et al.* 2002, p. 804).

## **4. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Critérios de Elegibilidade**

#### Tipo de Estudos e participantes

Foram selecionados estudos que incluíram pacientes submetidos a algum tipo de implante com pilar de zircônia ou titânio podendo esse ser em dentes anteriores ou posteriores com próteses fixas ou unitárias.

#### Intervenção e comparação

Comparação entre pilares de titânio e pilares de zircônia quanto a suas taxas de sobrevivência, as complicações técnicas, biológicas e estéticas

#### Critério de exclusão:

Foram excluídos estudos, estudos in vitro, estudos em animais, cartas ao editor e revisões.

### **Fontes de informação e estratégia de busca**

As estratégias de busca foram desenvolvidas para as seguintes bases de dados: MEDLINE via PudMed, EMBASE, LILACS e GOOGLE ACADÊMICO. A estratégia de busca utilizou termos livres e termos Mesh, dispostos em várias combinações com a ajuda de operadores booleanos. Não houve restrição de idioma. A data da última busca foi agosto de 2019.

A seguinte estratégia de busca foi utilizada: pilar, zircônia, titânio, implante, prótese sobre implante, coroas unitárias e próteses fixas.

## **Coleta de dados**

Todos os dados foram extraídos individualmente por um revisor (MM). Os dados foram extraídos e registrados utilizando formulários de extração desenvolvidos especificamente para essa revisão.

As seguintes variáveis foram analisadas: 1) citação do estudo, 2) país e local do estudo, 3) características dos participantes, 4) tipo de implante 5) tipo de pilar 6) região de colocação do implante 7) tipo de reabilitação protética 8) medidas de desfecho, 9) conclusões do autor e 10) fonte de financiamento e conflitos de interesse.

Com a busca nas bases de dados citadas acima foram encontrados 124 artigos e após a leitura dos títulos e resumos foram selecionados 32 artigos para a leitura completa. Após a leitura completa foram selecionados 8 artigos para serem discutidos nessa revisão.

## **Resultados**

Lops *et al.* (2013) Nesse estudo temos a comparação de pilares de zircônia com pilares de titânio em implantes unitários de dentes posteriores. Foi utilizado um protocolo cirúrgico de duas etapas. Cada paciente foi acompanhado por 5 anos após a inserção definitiva da prótese. Os parâmetros clínicos e radiográficos foram avaliados na consulta de acompanhamento anual e as complicações protéticas foram registradas. Um total de oitenta e cinco pacientes foram incluídos no estudo. Quarenta e sete pacientes receberam pilares de Titânio e trinta e oito pacientes receberam pilares de zircônia. Para reabilitação foram utilizadas coroas do tipo metal free nos pilares de zircônia e do tipo metalocerâmica nos participantes que receberam pilares de titânio. Quatro pacientes foram classificados como desistentes. Oitenta e um implantes que suportam 44 pilares de Titânio e 37 Zircônia completaram o exame de acompanhamento de 5 anos. Nenhuma falha de implanterreconstrução ou pilar foi registrada.

Hossini *et al.* (2013) esse estudo clínico selecionou cinquenta e nove pacientes com agenesia dentaria para serem reabilitados e um total de noventa e oito implantes foram colocados. Os implantes receberam cinquenta e dois pilares de zircônia, vinte e um pilares de titânio e vinte e cinco pilares de liga de ouro. As

reabilitações protéticas foram feitas com 64 coroas metal free e 34 coroas metalocerâmicas. Os participantes de pesquisa foram acompanhados por 3 anos foram registradas variáveis como taxa de sobrevivência dos implantes, nível ósseo marginal, índice de placa modificado, índice de sangramento a sondagem e complicações biológicas. As variáveis de resultado técnico incluíram taxa de sobrevivência do pilar e da coroa, adaptação marginal das coroas, excesso de cimento e complicações técnicas. O resultado estético foi avaliado usando o Copenhagen Index Score, e os resultados relatados pelos pacientes foram registrados usando o questionário OHIP-49. NO decorrer dos 3 anos nenhum implante foi perdido e apenas 3 por cento dos pilares obtiveram algum tipo de problema técnico sem diferença estatística entre os grupos. Perda óssea significativamente mais marginal foi registrada na liga de ouro em comparação aos pilares de zircônia ( $P = 0,040$ ). O índice de placa e o índice de sangramento não obteve diferença estatística significativa entre os três tipos de pilares. A perda de retenção foi a complicação técnica mais frequente observada apenas nas coroas metalocerâmicas ( $P = 0,020$ ). O resultado estético relatado pelo profissional foi significativamente superior entre coroas metal free em comparação com as coroas em metalcerâmicas ( $P = 0,015$ ). Após três anos, as variáveis de resultado relatadas pelo paciente em diferentes materiais não foram significativamente diferentes.

Kolgeci *et al.* (2014) Avaliaram complicações técnicas e falhas de próteses fixas à base de zircônia suportadas por implantes. Um total de 289 implantes apoiaram 193 próteses à base de zircônia em 127 pacientes em um período de 5 anos. Vinte e cinco (13%) próteses foram cimentadas em 44 pilares de zircônia e 168 (87%) próteses foram retidas diretamente por parafusos no nível do implante. Todos os pacientes foram envolvidos em um programa de manutenção uma vez por ano. Registraram-se dados sobre fraturas da estrutura, lascas de cerâmica de revestimento e outras complicações técnicas. A fratura de 3 estruturas foram registradas no grupo com peças retidas diretamente no implante levando a necessidade de refazer as peças. A taxa de sobrevivência acumulada em sete anos foi de 96,4%. As complicações menores consistiram em 5 parafusos soltos (reapertados), pequenas perdas de porcelana e necessidade de cimentação de outras. No total, 176 próteses permaneceram livres de problemas técnicos.

Bosh *et al.*, (2018) nesse estudo foram comparados os pilares personalizados de zircônia e titânio com relação às taxas de sobrevivência e aos resultados

técnicos, biológicos e estéticos. Um total de 28 pacientes com implantes únicos foram aleatoriamente designados para 12 pilares personalizados de zircônia (teste, CA) e 16 pilares personalizados de titânio (controle, MC). Os resultados técnicos, biológicos e estéticos foram avaliados após um tempo médio de acompanhamento de 18 meses. Não foram observadas complicações biológicas e nenhuma diferença estatística para a distância osso-implante. A coloração gengival também não sofreu nenhuma diferença quando comparamos os dois tipos de pilares. A avaliação dos valores médios do escore da papila não apresentou diferenças estatisticamente significantes entre os grupos teste e controle. Após o período de 18 meses as reconstruções baseadas em pilares de zircônia e titânio exibiram taxas de sobrevida e resultados clínicos semelhantes.

Carillo *et al.* (2014) avaliou os resultados estéticos dos pilares de zircônia versus titânio para coroas de um dente suportadas por implante na maxila anterior. 38 pacientes participaram do estudo e receberam pilares de zircônia (teste) ou titânio (controle) de maneira aleatória. Diferenças intra e intergrupos nos resultados estéticos (desfecho principal), clínico, radiográfico e centrado no paciente foram avaliadas na colocação da coroa e no seguimento de 1 ano. Nesse período, 25 dos 30 pacientes randomizados foram analisados (11 testes e 14 controles). Usando o Índice Estético da Coroa do Implante (ICAI), a pontuação no início e no primeiro ano foi de 7,9 e 7,6 para o grupo de teste e 10,6 e 11,3 para o grupo de controle, respectivamente. Essas diferenças não foram estatisticamente significativas. A satisfação do paciente foi similarmente alta nos dois grupos (escala visual analógica 8.5). Além disso, não foram observadas diferenças nos resultados clínicos ou radiográficos. Duas fraturas de pilares foram registradas no grupo de teste.

Nilsson *et al.* (2017) avaliaram coroas sobre implante com pilares de zircônia em implantes de diâmetro estreito e diâmetro regular. O acompanhamento foi feito por um período de 6 anos. 52 pacientes instalaram 59 implantes estreitos (3,3 mm) e 10 regulares (4,1 mm) de diâmetro. Na reabilitação 65 coroas totalmente em cerâmica foram cimentadas em pilares de zircônia internos (HI) apoiados em implantes. Trinta e cinco pacientes com 48 implantes sendo um total de 48 reabilitações avaliadas após 6 anos. A sobrevivência do implante foi de 100%, mas a taxa de sobrevivência para as restaurações cerâmicas suportadas por implantes foi menor, 87,5%. Três coroas (4,7%) foram refeitas por diferentes razões. Cinco coroas (7,8%) foram refeitas devido à fratura do pilar interno de zircônia. Quatro dessas

fraturas ocorreram em pilares de implante de 3,3 mm. Os implantes de diâmetro estreito oferecem uma oportunidade para restaurar pequenas falhas desdentadas de um dente. Por razões estéticas, a escolha de um pilar em zircônia pode ser favorável, mas pelo menos com o sistema de implante usado, parece haver um risco aumentado de fratura. A maioria dos pacientes estava muito satisfeita com a estética e a função de suas coroas.

Canullo *et al.*, (2007) avaliaram o desempenho clínico de pilares de zircônia personalizados e cimentados. Além disso, o ajuste marginal entre os componentes selecionados do implante foi medido e a resposta gengival clínica foi monitorada. Vinte e cinco pacientes foram selecionados e 30 coroas suportadas por implantes foram instaladas. Pilares de titânio e pilar de zircônia foram preparados e a análise por microscopia eletrônica de varredura (MEV) foi usada para estudar as lacunas marginais nos dois tipos de materiais. Os pilares foram parafusados nos implantes e restaurados com coroas totalmente cerâmicas. Os índices de placa e gengival foram registrados em intervalos de 6 meses ao longo de um período de 36 a 44 meses. A análise demonstrou diferenças marginais médias de 10.161 microm horizontalmente e 4.783 microm verticalmente. As fraturas do pilar e o afrouxamento do parafuso não foram relatadas nem observadas durante o período de observação clínica.

**Tabela de comparação entre os estudos selecionados**

| Estudo               | participante   | Intervenção   | Comparação   | Conclusão   |
|----------------------|--|---|--|---|
| Hossini etal. (2013) | 59 pacientes com agenesia dentária.<br>Ambos os sexos<br>idade média: 27,9 | Reabilitação com implantes dentários e coroas totalizando 98 implantes<br>Acompanhamento por 3 anos | Comparação entre 52 pilares de zircônia, 21 de titânio e 25 de liga de ouro quanto a fatores mecânicos, estéticos e biológicos | Os resultados biológicos e mecânicos nos pilares de zircônia e metal foram semelhantes. Os pilares totalmente cerâmicos demonstraram melhor resultado estético, mas os pacientes não percebem essa diferença. |
| Lops etal (2013)     | 85 pacientes<br>Ambos os sexos com uma única falha dentária posterior      | Reabilitação com implantes dentários e coroas.<br>Acompanhamento por 5 anos                         | Comparação 44 pilares de Ti e 37 pilares de Zr   | A sobrevivência a médio prazo dos pilares de Zr nas regiões posteriores foi comparável à dos pilares de Ti. Avaliações de longo prazo são necessárias para confirmar esse achado                              |

|                       |   |  |   |  |
|-----------------------|---|--|---|--|
| Kolgeci etal (2014)   | 127 pacientes (51 homens, 76 mulheres; idade média: 62,5 ± 13,4 anos).                                  | Reabilitação com coroas unitárias ou próteses fixas de zircônia. 298 implantes e 193 coroas zircônia                                   | Comparação entre fatores mecânicos em reabilitações protéticas com coroas de zircônia cimentas em pilares e retidas diretamente no implante(sem pilar).                   | As próteses com zirconia parafusadas diretamente aos implantes são clinicamente bem-sucedidas a curto e médio prazo.   |
| Bosh etal.(2018)      | 28 pacientes de ambos os sexos com implantes unitários.   | Reabilitação com implantes dentários e coroas. Tempo de acompanhamento de 18 meses   | Comparação entre fatores biológicos, estéticos e mecânicos entre pilares personalizados de zircônia pilares personalizados de titânio.                                    | Aos 18 meses, após a reabilitação com coroas sobre pilares de zircônia e titânio exibiram taxas de sobrevida e resultados clínicos semelhantes.  |
| Carrillo etal. (2014) | 38 pacientes de ambos os sexos com implantes unitários em região anterior de maxila.                    | Reabilitação com implantes dentários e coroas. Tempo de acompanhamento de 12 meses   | Comparação entre fatores biológicos, estéticos e mecânicos entre pilares personalizados de zircônia pilares personalizados de titânio.                                    | O uso de pilares de zircônia demonstrou uma tendência a melhores resultados estéticos, embora as diferenças não tenham sido estatisticamente significativas. No entanto, mais complicações técnicas foram observadas com o uso de pilares de zircônia. |
| Nilsson etal. (2017)  | 52 pacientes de ambos os sexos  | Reabilitação com implantes de plataforma regular e plataforma estreita e a reabilitação com coroas sobre pilares de titânio e zircônia | Comparação entre aumento do risco de fraturas dos pilares de zircônia em comparação com os pilares de titânio.  | Parece haver mais risco de fratura em pilares de zircônia colocados sobre plataforma estreita. A maioria dos pacientes estava muito satisfeita com a estética e a função.  |
| Canullo(2007)         | 25 pacientes de ambos os sexos e 30 coroas suportadas por implantes com pilares de zircônia ou titânio. | Reabilitação com implantes dentários e coroas. Tempo de acompanhamento de 44 meses.  | Pilares de titânio e pilares de zircônia foram analisados por microscopia eletrônica de varredura (MEV) para visualizar as lacunas marginais nos dois tipos de materiais. | A análise demonstrou diferenças marginais médias de 10.161 microm horizontalmente e 4.783 microm verticalmente. As fraturas do pilar e o afrouxamento do parafuso não foram relatadas nem observadas durante o período de observação clínica.          |

## 5. DISCUSSÃO

Os resultados biológicos nos pilares de zircônia foram compatíveis com os pilares de titânio, nenhum estudo demonstrou que a zircônia provoca maior agressão aos tecidos periimplantares quando comparado com o padrão ouro de titânio (HOSSINI *et al.*, 2013, LOPS *et al.*, 2013, KOLGECI *et al.*, 2014, BOCH *et al.*, 2018, CARRILLO *et al.*, 2014, NILSSON *et al.*, 2017, CANULLO, 2007). A espessura dos tecidos moles que será instalado o pilar é um ponto crucial para a estética em dentes anteriores. Resultados de um estudo *in vitro* indicou que uma total mudança de cor da mucosa foi induzida por titânio e zircônia com uma espessura da mucosa <2 mm. Menos descoloração foi observada com uma espessura mucosa crescente. (JUNG *et al.*, 2007) A alteração de coloração foi maior com titânio. Em regiões anteriores onde o tecido gengival tende a ser mais fino e delicado podemos observar um tom acinzentado no pilar de titânio. BOCH *et al.*, (2018) testou a alteração cromática gengival e não observou nenhuma diferença clínica relevante entre os pilares de titânio e zircônia. No entanto vale a pena observar que o estudo não se preocupou em selecionar grupos com perfil gengival fino (menor 2mm) para realizar essa comparação.

HOSSINI *et al.*, (2013) demonstrou que coroas totalmente cerâmicas demonstraram melhor correspondência de cores e resultados estéticos mais próximos ao dente natural, mas essa diferença só é notada por profissionais, os pacientes não perceberam diferenças no resultado estético entre as coroas totalmente cerâmicas e metalocerâmicas. CARILLO *et al.*, (2014) também relata melhores resultados estéticos em pilares de zircônia. Apesar do baixo resultado estético geral avaliado pelo examinador calibrado, a satisfação do paciente foi alta em todos os casos, como mostrado nos resultados do questionário VAS. Esse fato também é consistente com estudos anteriores que relatam resultados centrados no paciente na substituição de um único dente com implantes dentários (CHANG *et al.*, 1999a, PALMER *et al.*, 2007, DEN HARTOG *et al.*, 2011, TYMSTRA *et al.*, 2011).

Alguns estudos dessa revisão demonstraram que a sobrevivência a médio e curto prazo dos pilares de Zircônia parece ser semelhante aos pilares de titânio (HOSSINI *et al.*, 2013, LOPS *et al.*, 2013, KOLGECI *et al.*, 2014, BOSH *et al.*, 2018, CANULLO, 2007). No entanto CARILLO *et al.*, (2014) observou maiores

complicações técnicas nos pilares de zircônia (diferença entre as medias). De acordo com investigações anteriores, os pilares de zircônia são descritos como mais sensível aos procedimentos de manuseio do que opilares de titânio (ANDERSSON *et al.*, 2001), mas outras publicações que relatam desfechos clínicos muito satisfatórios e ótimas taxas de sobrevida (CANULLO *et al.*, 2007, SAILER *et al.*, 2009, NAKAMURA *et al.*, 2010). Um eventual aumento no custo do tratamento deve ser considerado em situações em que a taxa de complicações mecânicas é maior. Outro ponto importante de citar é que a amostra populacional no estudo do CARILLO *et al.*, 2014 foi a amostra limitada de tamanho, o que pode ser em parte responsável pela ausência de significância estatística entre os grupos, apesar de clara diferença na medida principal do resultado.

Outro estudo que trouxe um aspecto negativo quanto aos pilares de Zircônia foi o estudo do NILSSON *et al.*, (2017). Neste estudo de acompanhamento, a sobrevida do implante foi de 100%, mas a taxa de sobrevida para restaurações totalmente em cerâmica suportadas pelo implante foi menor, 87,5%. Em cinco restaurações (7,8%) ocorreu fratura do pilar interno de zircônia de uma peça. Quatro dessas fraturas estavam em pilares de zircônia de diâmetro estreito (3,3 mm). A maioria (85,5%) dos implantes, neste estudo, era de 3,3 mm. Os implantes de diâmetro estreito oferecem a chance de restaurar pequenas lacunas edêntulos com cristas alveolares finas observadas nas regiões dos incisivos laterais e inferiores. Frequentemente, essas estreitas cristas alveolares são cobertas por uma fina mucosa periimplantar, o que, por razões estéticas, torna favorável a escolha de um pilar de zircônia. No entanto, parece haver um risco aumentado de fratura dos pilares de zircônia ao longo do tempo, especialmente em implantes de diâmetro estreito. Um ensaio clínico prospectivo controlado randomizado em diferentes pilares de implantes internos de uma marca de implante mostrou altas taxas de sucesso para pilares em titânio e nitrito de titânio (100%), mas apenas 82,2% de sucesso nos pilares de zircônia interna de peça única, após três anos . Cinco dos 28 pilares internos de peça única de zircônia fraturaram (17,8%) e essa alta incidência poderia, segundo os autores, estar relacionada à conexão hexagonal interna específica usada. Os autores concluíram que a dimensão e a geometria da conexão do pilar de zircônia são cruciais. Quanto menor a zona de transição do pilar de zircônia, maior o risco de complicações. Um processo de fresagem inadequado pode gerar microfraturas do pilar interno, levando à deformação interna. (FERRARI *et al.*, 2016).

Como podemos observar através dessa revisão os pilares de zircônia tem mostrado resultados satisfatórios em comparação ao padrão ouro de titânio. Ainda não temos estudos no longo prazo que possam comprovar essa afirmação, mas em curto e médio prazo as características mecânicas assemelham-se ao titânio e a estética é superior. Quanto a biocompatibilidade todos os estudos demonstram que a zircônia não causa nenhum dano aos tecidos periodontais adjacentes. Mais estudos são necessários para comprovar a superioridade dos pilares de Zircônia.

## **6. CONCLUSÃO**

Os estudos demonstram que os pilares de zircônia possuem características mecânicas e biológicas semelhantes ao padrão ouro os pilares de titânio. Quanto a estética os pilares de zircônia demonstram ser superiores, solucionando o maior número de casos.

## REFERÊNCIAS

ADELL, R.; LEKHOHLM, U.; ROCKLER, B. et al., A 15-years study ofosseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. **Int. J. oral Surg.**, Copenhagen, v.10, n. 6, p. 387-416, dec., 1981.

ALBREKTSSON, T.; BRÄNEMARK, P. I.; HANSSON, H. et al., Osseointegrated titanium implants. Requirements for ensuring along-lasting, directbone-to-implant anchorage in man. **Acta Odontol. Scand., Stockholm**, v. 52, n. 2, p.155-70, 1981.

ANDERSSON, B., Glauser, R., Maglione, M. & Taylor, A. Ceramic implant abutments forshort-span FPDs: a prospective 5-year multicenter study. **The International Journal of Prosthodontics**, v.16, p.640–646.2003.

BOCH A, Jung RE, Sailer I, Goran B, Hämmerle CH, Thoma DS Single-Tooth Replacement Using Dental Implants Supporting All-Ceramic and Metal-Based Reconstructions: Results at 18 Months of Loading. **Int J Periodontics Restorative Dent**. v.2, p.173-179, 2018.

BRÄNEMARK, P. I.; HANSSIN, B. O.; ADELL. R., et al., **Osseointegrated implants in the treatment of edentulos jaw**: experiencefrom a 10-year period.,v. 16, n. 1, p. 132, 1977.

BRÄNEMARK, P. I, Adell R, Albrektsson T, Lekholm U, Lundkvist S, Rockler B. Osseointegrated titanium fixtures in the treatment of edentulousness. **Biomaterials**, v.1, p. 25–8, 1983.

BUKAT A, fassina P, Greco F, Piantelli. GSP- made Ca- PSZ for biomedical applications.In : JE Hulbert SF, Bioceramics.Terre Haute: **Rose-Hulman Institute of Technology Publ.** p. 355-66, 1990

CANULLOL. Clinical outcome study of customized zirconia abutments for single-implant restorations. **Int J Prosthodont**. v.5, p.489-93. 2007

CARRILLO de Albornoz A1, Vignoletti F, Ferrantino L, Cárdenas E, De Sanctis M, Sanz M.A randomized trial on the aesthetic outcomes of implant-supported restorations with zirconia or titanium abutments. **J Clin Periodontol**. v. 12, p. 1161-9, 2014.

CHANG, M., Odman, P. A., Wennstrom, J. L. & Andersson, B.Esthetic outcome of implant-supported single-tooth replacements assessed by the patient and by prosthodontists. **The International Journal of Prosthodontics**.v.12, p. 335–3

CHAPPARD D, Aguado E, Huré G, Grizon F, Basle MF. The early remodeling phases around titanium implants: a histomorphometric assessment of bone quality in a 3 and 6-month study in sheep. **Int J Oral Maxillofac Implants**, v.14, p.189-96, 1999.1999

DEN HARTOG L., Raghoobar, G. M., Stellingsma, K., Vissink, A. & Meijer, H. J. Immediate non-occlusal loading of single implants in the aesthetic zone: a randomized clinical trial. **Journal of Clinical Periodontology**, v. 38, p. 186–194. 2011.

FERRARI M, Tricarico MG, Cagidiaco MC, et al. 3-year randomized controlled prospective clinical trial on different CAD-CAM implant abutments. **Clin Implant Dent RelatRes**, v.18, p.134–1141.2016

FILSER, F., KOCHER, P., WEIBEL, F.,LUTHY, H., SCHARER, P.GAUCKLER, L.J.Reliability and strength of all-ceramic dental restorations fabricated by direct ceramic machining(DCM).**International Journal of Computerized Dentistry**,v.4,p.89–106,2001

FRANCHI M, BACCHELLI B, MARTINI D, PASQUALE VD, ORSINI E, OTTANI V, FINI M, GIAVARESI G, GIARDINO R, RUGGERI A. Early detachment of titanium particles from various different surfaces of endosseous dental implants. **Biomaterials**,v.25, p. 2239-46. 2004

FRANCHI M, FINI M, MARTINI D, ORSINI E, LEONARDI L, RUGGERI A, GIAVARESI G, OTTANI V. Biological fixation of endosseous implants. **Micron**, v.36, p.665-71,2005.

FRENCH D, LARJAVA H, OFEC R. Retrospective cohort study of 4591 Straumann implants in private practice setting, with up to 10-year follow-up. Part 1: multivariate survival analysis. **Clin. Oral Implants Res**,v.26, p.1345–54. 2015

GAILIT J, CLARK RA. Wound repair in the context of extracellular matrix. **Curr Opin Cell Biol**,v.6, p. 717-25, 1994.

GLAUSER R., SAILER, I., WOHLWEND, A., STUDER, S., SCHIBLI, M. &SCHARER, P. Experimental zirconia abutments for implant-supported single-tooth restorations in esthetically demanding regions: 4-year results of a prospective clinical study. **The International Journal of Prosthodontics**, v.17, p. 285–290,2004

GUAZZATOM, ALBAKRY M, RINGER SP, SWAIN MV. Strength, fracture toughness and microstructure of a selection of all-ceramic materials. Part II. Zirconia-based dental ceramics. **Dent Mater**, v.20, p. 49-56.2, 2004.

GUAZZATTO ,M.,PROOS,K.,QUACH,L.,SWAIN,M.V. (2004). Strength, reliability and mode of fracture of bilayered porcelain/zirconia(Y-TZP) dental ceramics. **Biomaterials**, v.25,p.5045–5052; 2004

HOSSEINI M1, WORSAAE N, SCHIØDT M, GOTFREDSEN K. A 3-year prospective study of implant-supported, single-tooth restorations of all-ceramic and metal-ceramic materials in patients with tooth agenesis. **Clin Oral Implants Res.** V. p.1078-87, 2013.

JOHANSSON CB et al., Quantitative Comparison of Machined Commercially Pure Ti and Ti-6Al-4V Implant in Rabbit," **J. Oral Maxillofac. Implants**, v.13 1998

JUNG, R.E., HOLDEREGGER, C., SAILER, I., KHRAISAT, A., SUTER, A. &HAMMERLE, C.H. The effect of all-ceramic and porcelain-fused-to-metal restorations on marginal peri-implant soft tissue color: a randomized controlled clinical trial. **The International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry**, v. 28, p. 357–365, 2008.

JUNG RE, SAILER I, HÄMMERLE CH, ATTIN T, SCHMIDLIN P. In vitro color changes of soft tissues caused by restorative materials. **Int J Periodontics Restorative Dent**, v. 27, p.251–257,2010.

KIM DM, BADOVINAC RL, LORENZ RL, FIORELLINI JP, WEBER HP. A 10-year prospective clinical and radiographic study of one-stage dental implants. **Clin. Oral Implants Res.**v.3, p.254–8. 2008

KOLGECI L, MERICSKE E, WORNİ A, WALKER P, KATSOULIS J, MERICSKE-STERN R. Technical complications and failures of zirconia-based prostheses supported by implants followed up to 7 years: a case series. **Int J Prosthodont.**v.6, p.544-52, 2014.

LOPS D1, BRESSAN E, CHIAPASCO M, ROSSI A, ROMEO E. Zirconia and titanium implant abutments for single-tooth implant prostheses after 5 years of function in posterior regions. **Int J Oral Maxillofac Implants.**v.1 p.281-7, 2013.

MURAI K, TAKESHITA F, AYUKAWA Y, KIYOSHIMA T, SUETSUGU T, TANAKA T. Light and electron microscopic studies of bone-titanium interface in the tibiae of young and mature rats. **J Biomed Mater Res**, v.30, p.523-33,1996

NAKAMURA K., KANNO, T., MILLEDING, P. &ORTENGREN, U. Zirconia as a dental implantabutment material: a systematic review. **The International Journal of Prosthodontics**, v. 23, p. 299–309, 2010

NILSSON A1, JOHANSSON LÅ1,2, LINDH C3, EKFIELDT A4. One-piece internal zirconia abutments for single-tooth restorations on narrow and regular diameter implants: A 5-year prospective follow-up study. **Clin Implant Dent Relat Res.** V.5, p.916-925, 2017.

PALMER, R. M., FARKONDEH, N., PALMER, P. J. & WILSON, R. F. Astra Tech single-tooth implants: an audit of patient satisfaction and soft tissue form. **Journal of Clinical Periodontology**, v. 34, p.633–638. 2007

PJETURSSON, B.E., TAN, K., LANG, N.P., BRAGGER, U., EGGER, M. & ZWAHLEN, M. A systematic review of the survival and complication rates of fixed partial dentures (fpds) after an observation period of at least 5 years. **Clinical Oral Implants Research**, v.15, p. 625–642, 2004.

PJETURSSON BE, SALIER I, ZWAHLEN M, HAMMERLE CHF. A systematic review of the survival and complication rates of all-ceramic and metal ceramic reconstructions after an observation period of at least 3 years. **Clinical Oral Implant Research** v. 18, p.73-85, 2007.

PJETURSSON BE, TAN WC, ZWAHLEN M, LANG NP. A systematic review of the success of sinus floor elevation and survival of implants inserted in combination with sinus floor elevation: Part I: Lateral approach. **J. Clin. Periodontol**, v.8, p.216–40, 2008.

RIGO ECS, BOSCHI AO, YOSHIMOTO M, ALLEGRINI S JR, KONIG B JR, CARBONARI MJ. Evaluation in vitro and in vivo of biomimetic hydroxyapatite coated on titanium dental implants. **Mater Sci Eng**, v.24, p.647-51, 2004

SAILER, I., PJETURSSON, B.E., ZWAHLEN, M. & HAMMERLE, C.H. A systematic review of the survival and complication rates of all-ceramic and metal-ceramic reconstructions after an observation period of at least 3 years. Part ii: fixed dental prostheses. **Clinical Oral Implants Research**, v. p. 6–96, 2007

SAILER, I., SAILER, T., STAWARCZYK, B., JUNG, R.E. & HAMMERLE, C.H. In vitro study of the influence of the type of connection on the fracture load of zirconia abutments with internal and external implant-abutment connections. **The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants**, v.24, p. 850–858. 2009 b

SEMENOVA I et al., “Superplasticity in Ultrafine Grained Titanium: Observations and Properties Studies” (Presentation at the Structural Materials Division Symposium: Mechanical Behavior of Nanostructured Materials, in Honor of Carl Koch: Poster Session: Mechanical Properties of Nanostructured Materials, **TMS 2007 Annual Meeting & Exhibition**, Orlando, FL, February 25–March 1, 2007).

TORRICELLI P1, VERNÉ E, BROVARONE CV, APPENDINO P, RUSTICHELLI F, KRAJEWSKI A, RAVAGLIOLI A, PIERINI G, FINI M, GIAVARESÌ G, GIARDINO R. Biological glass coating on ceramic materials: in vitro evaluation using primary osteoblast cultures from healthy and osteopenic rat bone. **Biomaterials**, v.18, p. 2535-43.

TYMSTRA N., RAGHOEBAR, G. M., VISSINK, A., DEN HARTOG, L., STELLINGSMA, K. & MEIJER, H. J. Treatment outcome of two adjacent implant crowns with different implant platform designs in the aesthetic zone: a 1-year randomized clinical trial. **Journal of Clinical Periodontology** v. 38, p. 74. 2011

VALIEV RZ, R.K. ISLAMGALIEV, AND I.V. ALEXANDROV. Bulk Nanostructured Materials from Severe Plastic Deformation, **Prog. Mater. Sci**, v. 45 , p. 1032000

ZEMBIC, A., SAILER, I., JUNG, R.E. &HAMMERLE, C.H.Randomized-controlled clinical trial of customized zirconia and titanium implant abutments for single-tooth implants in canine and posterior regions: 3-year results. **Clinical Oral Implants Research**, v.20p. 802–808. 2009