

# IMPLANTES DE ZIRCÔNIA NA ODONTOLOGIA: REVISÃO DE LITERATURA

## ZIRCONIA DENTAL IMPLANTS: A REVIEW

Pedro Henrique FREITAS<sup>1</sup>; Renata Espíndola SILVEIRA<sup>2</sup>; Paula Cícilia Faquim RODRIGUES<sup>2</sup>; Tatiany de MENDONÇA NETO<sup>3</sup>; Lawrence Gonzaga LOPES<sup>4</sup>; William BARNABÉ<sup>5</sup>

1 - Doutorando em Materiais Dentários pelo Programa de Pós-Graduação em Materiais Dentários da Universidade Estadual de Campinas.

2 - Doutoranda em Clínica Odontológica pelo Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal de Goiás.

3 - Doutora em Odontologia Reabilitação Oral pela Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo.

4 - Professor Associado do Departamento de Prevenção e Reabilitação Oral da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Goiás.

5 - Doutor em Odontologia Reabilitação Oral pela Faculdade de Odontologia de Bauru e Professor Adjunto da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Goiás.

### RESUMO

Diante da crescente expectativa quanto à estética em Odontologia e da necessidade de tratamentos *metal free* para casos específicos em regiões estéticas, o uso de implantes cerâmicos tem se tornado objeto de estudo e investimentos desde a década de 70, tornando-se hoje uma possível alternativa aos implantes de titânio. Assim, o objetivo deste estudo foi sistematizar o conhecimento disponível a respeito de implantes dentários de zircônia, avaliando sua viabilidade na implantodontia e a capacidade deste material em responder às exigências mecânicas e biológicas. Uma busca eletrônica foi realizada por meio do banco de dados PubMed utilizando a combinação das seguintes palavras-chave: "zirconia", "dental implant", "zirconia implant" e "zirconia dental implant", sem restrição de idioma ou data de publicação. Esta pesquisa resultou em 801 trabalhos de potencial interesse.

A seleção de artigos para inclusão no estudo com restrição de acordo com o objetivo proposto levou a seleção de 85 artigos relevantes para a revisão de literatura deste trabalho. De acordo com essa revisão, os resultados das pesquisas a respeito do uso da zircônia como matéria base na fabricação de implantes são promissores, embora a documentação científica disponível seja limitada pelas poucas e curtas experiências clínicas, principalmente em termos de longevidade. Estudos biológicos, mecânicos e clínicos publicados até a data parecem indicar que a zircônia pode ser uma excelente opção para os implantes de titânio, principalmente pelas suas propriedades mecânicas, aparência estética e menor adesão bacteriana.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cerâmica; Implante Dentário; Osteointegração.

### INTRODUÇÃO

O titânio é um material amplamente utilizado na fabricação de implantes dentários e tornou-se o padrão ouro para reabilitação em implantodontia devido a sua excelente biocompatibilidade e propriedades mecânicas bem documentadas<sup>1-5</sup>. No entanto, o tratamento exclusivamente com os implantes dentários em titânio deve ser visto de forma crítica, uma vez que existem grupos populacionais que apresentam inúmeras doenças relacionadas com uso de metais, como sensibilidade e alergias ao titânio e aos seus subprodutos liberados no organismo<sup>6</sup>. Além disso, o uso de implantes dentários na zona estética é um desafio, especialmente em pacientes que apresentam tecido gengival peri-implantar com pouca espessura, sorriso gengival ou uma linha estética alta, e nos casos de reabsorções ósseas acompanhadas de retração gengival com exposição de parte do implante<sup>7,8</sup>.

Diante da crescente expectativa quanto à estética em Odontologia<sup>9-11</sup> e da necessidade de tratamento *metal free* para estes pacientes, o uso de implantes cerâmicos tem se tornado objeto de estudo e investimentos desde a década de 70<sup>12</sup>, tornando-se hoje uma possível alternativa aos implantes de titânio<sup>13-16</sup>.

Assim, o objetivo deste estudo foi sistematizar o conhecimento disponível a respeito de implantes de zircônia, avaliando sua viabilidade na implantodontia e a capacidade deste material em responder às exigências mecânicas e às expectativas dos pacientes mais exigentes.

### MATERIAIS E MÉTODOS

A revisão dos dados disponíveis publicados foi realizada utilizando o banco de dados eletrônico PubMed. Os termos de pesquisa utilizados foram "zirconia", "dental implant", "zirconia implant" e "zirconia dental implant", sem restrição de idioma ou data de publicação. Esta pesquisa resultou em 801 trabalhos (estudos *in vitro*, *in vivo* e em animais) de interesse potencial. A inclusão de artigos para o estudo iniciou-se com a seleção de títulos relacionados à biocompatibilidade, a osseointegração e as propriedades físicas e mecânicas dos implantes dentários de zircônia. Os artigos selecionados após a leitura dos títulos foram considerados para leitura do resumo. Considerando o objetivo proposto, após a leitura do resumo, um total de 106 artigos foram selecionados para leitura na íntegra. Entretanto, apenas 85

artigos foram encontrados disponíveis para obtenção pelo portal de Periódicos Capes. Sendo estes artigos utilizados para realização desta revisão de literatura.

## REVISÃO DE LITERATURA

### *Propriedades dos implantes de zircônia*

Nos últimos anos, um material cerâmico com altas propriedades mecânicas tem sido utilizado como alternativa aos implantes de titânio: a zircônia tetragonal policristalina estabilizada por ítrio (ZTP-Y)<sup>17-19</sup>. Esse material possui cor semelhante à cor natural dos dentes, característica essencial em áreas estéticas, pois permite a transmissão de luz na interface entre o tecido gengival marginal e os componentes protéticos<sup>17</sup>.

ZTP-Y é um material cerâmico de alta resistência composto de partículas de óxido de zircônia (ZrO<sub>2</sub>) e de óxido de ítrio (Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Esse óxido metálico bioinerte possui uma excelente resistência à corrosão e ao desgaste, módulo de elasticidade semelhante ao titânio, alta resistência à flexão (MPa 900-1,200), dureza (1,200 Vickers) e módulo de Weibull (10-12), alta resistência fratura, alta radiopacidade, baixa condutividade térmica, cor semelhante à cor do dente, capacidade de ser usinada, transmissão de luz e uma boa biocompatibilidade<sup>19-24</sup>. A adição de ítrio garante a estabilidade de sua forma tetragonal à temperatura ambiente após a sinterização<sup>25</sup>.

Apesar dessas vantagens, submetidos a tensões e umidade, condições presentes na cavidade bucal, pode ocorrer desestabilização da fase tetragonal da zircônia, transformando-a lentamente em fase monoclinica<sup>12,17,26</sup>, processo conhecido como degradação em baixas temperaturas. Esse processo pode levar à formação de micro e macrotrincas, seguido de aumento da rugosidade superficial e redução na resistência, dureza e densidade; sendo importante avaliar a longevidade desses implantes na cavidade bucal<sup>12</sup>.

De acordo com vários estudos<sup>27,28</sup>, a zircônia demonstra ser biocompatível, provocando menor reação tecidual do que outros materiais, como o titânio. Além disso, estudos mostram que a Zircônia, ou óxido de zircônia, é capaz de interferir na regulação da tradução de osteoblastos estimulando a formação óssea<sup>29,30</sup>.

Estudos pré-clínicos mostram excelentes resultados dos implantes de zircônia submetidos à simulação de esforços mastigatórios<sup>31,32</sup> e, em estudos histológicos com animais, comparados aos tradicionais implantes de titânio, os implantes de zircônia apresentam resultados biológicos animadores, com baixo acúmulo de placa<sup>12,33</sup> e bons valores de contato osso/implante<sup>4,34</sup>. Outros estudos em animais demonstraram que implantes de zircônia mostram aposição óssea direta, concluindo que células osteoblásticas têm uma boa proliferação na superfície da zircônia<sup>35,36</sup>.

Kohal *et al.*<sup>37</sup> (2004) avaliaram a osseointegração de implantes de zircônia e titânio personalizados. Foram utilizados 12 implantes de zircônia e 12 de titânio, e colocados em locais de extração em seis macacos. Os implantes de titânio foram jateados e realizado ataque ácido, e os implantes de zircônia foram apenas jateados. Seis meses após a inserção dos implantes, as coroas individuais foram realizadas e após cinco meses da cimentação das coroas, os implantes com os tecidos duros e moles circundantes foram coletados para análise. Não houve diferença

estatisticamente significativa nos tecidos moles quando os resultados foram avaliados sob microscopia. A fixação do tecido conjuntivo (distância entre a extremidade apical do epitélio junctional e primeiro contato osso-implante) foi semelhante para os materiais, no entanto, os implantes de titânio mostraram uma maior extensão. A média de mineralização do contato osso-implante após o período de nove meses de cicatrização foi de 72,9% para implantes de titânio e 67,4% para os implantes de zircônia.

Gahlert *et al.* (2007) avaliaram três tipos de implantes em animais: implantes de titânio, implantes de zircônia usinados e implantes de zircônia jateados. O torque de remoção foi avaliado em 4, 8 e 12 semanas. Em todos os períodos, os valores foram significativamente maiores para o titânio do que para os implantes de zircônia. Outros estudos<sup>38-40</sup> também encontraram menores valores de torque de remoção para implantes de zircônia quando comparados a de titânio.

Em dois estudos com animais<sup>41,42</sup>, a osseointegração de implantes de zircônia foi avaliada. Os resultados mostraram que não havia diferença na integração óssea de implantes de zircônia com superfície modificada e implantes de titânio com uma superfície topográfica semelhante. A avaliação histológica mostrou contato direto do osso nas superfícies de zircônia e titânio. Os autores concluíram que os implantes de zircônia com superfície modificada resultaram em osseointegração semelhante aos implantes de titânio<sup>41</sup>.

Hoffmann *et al.* (2008) avaliaram histologicamente a interface entre osso e implantes de zircônia e titânio inseridos em coelhos. Quatro implantes de zircônia e quatro de titânio foram instalados. A área de contato osso-implante foi avaliada e os resultados demonstraram uma taxa de aposição óssea semelhante entre os materiais durante a cicatrização precoce. Outro estudo<sup>36</sup> investigou o comportamento biomecânico e histológico de implantes de zircônia em ratos. Foram avaliados quatro grupos de implantes: implantes de zircônia usinados, implantes de zircônia com superfície abrasionada, implantes de titânio usinados e implantes de titânio com superfície abrasionada eletroquimicamente. Os resultados mostraram que todos os grupos testados foram biocompatíveis e osseocondutores. A modificação da superfície de implantes de zircônia não mostrou diferença com a superfície do implante de titânio eletroquimicamente modificada quando os resultados histológicos e biomecânicos foram comparados.

Segundo Liñares *et al.*<sup>44</sup> (2016) a condição do tecido mole adjacente avaliada pela dimensão do tecido conjuntivo mostrou diferença quando comparado implantes de zircônia e titânio (2,4 mm em torno de implantes de zircônia e 1,5 mm em torno de implantes de titânio). O desempenho de um implante de zircônia foi testado e comparado com o desempenho de um implante de titânio em seis minipigs. Um conteúdo significativamente maior de colágeno e um comprimento mais curto do epitélio sulcular foram observados em torno de implantes de zircônia (0,76 mm, em comparação com 1,4 mm em implantes de titânio). Desta forma, o epitélio conjuntivo mais espesso e uma maior densidade de fibras de colágeno podem resultar em uma integração favorável dos tecidos moles.

Embora estudos em animais mostrem valores semelhantes de osseointegração para implantes de zircônia e de titânio, eles possuem um número limitado de amostras e incluem apenas os resultados histológicos a curto prazo<sup>14,35,36,42</sup>. Da mesma forma,

não existe um número suficiente de estudos incidindo sobre as propriedades físicas dos implantes de zircônia<sup>32,36</sup>.

Caglar *et al.*<sup>45,46</sup> (2010,2011) investigaram as tensões apresentadas por implantes de zircônia de componente único em dois estudos biomecânicos através do método de elementos finitos. Foram avaliadas tensões de Von Mises, de tração e compressão. No primeiro estudo<sup>45</sup>, três implantes dentários de zircônia diferentes foram comparados (Z-Systems, Ziterion e White-Sky). As maiores tensões foram encontradas quando utilizados os implantes Z-Systems, relacionadas diretamente com o design dos implantes. No segundo<sup>46</sup> foram simulados três situações clínicas: implantes de titânio com pilar de titânio, implantes de titânio com pilar de zircônia e implantes de zircônia de corpo único. Os resultados mostraram que os implantes de zircônia de corpo único apresentaram as menores tensões, exceto quando submetidos a cargas oblíquas.

Silva *et al.*<sup>47</sup> (2009) avaliaram a influência da fadiga e o padrão de fratura de implantes de zircônia de peça única preparados para receber a coroa protética. Quarenta e oito implantes de zircônia foram avaliados. Os resultados mostraram que a preparação da coroa não influenciou a confiabilidade do implante de cerâmica de peça única e a fadiga não influenciou o tempo de vida de implantes de cerâmica com cargas menores que 600 N.

#### **Sistemas de implantes de zircônia**

Implantes de zircônia podem ser fabricados em modelos de componente único e dois componentes<sup>20,32,48-50</sup>. Sistemas de componente único são aqueles que não necessitam de pilares. A parte transmucosa dos implantes de componente único é integrada ao corpo do implante. Sistemas de dois componentes apresentam uma parte que é inserida durante a primeira etapa da cirurgia e uma parte transmucosa que é unida ao implante durante um segundo procedimento<sup>51</sup>.

Atualmente, nove sistemas de implantes de ZTP-Y estão disponíveis comercialmente: o SIGMA (Incermed, Lausanne, Suíça) com vários modelos de implantes Sigma; o Z-Systems (Oensingen, Suíça), com o seu implante Z-Look3; o Bredent (Bredent Medical, Senden, Alemanha) com o sistema de implante White Sky; o Ziterion, de componente único da Zit-Z e o de dois componentes Zit-Vario (Ziterion, Uffenheim, Alemanha); o sistema ReImplante (reimplante, Hagen, Alemanha); o sistema Goei system (Goei Inc, Akutsu-Hiroshima, no Japão); o sistema Konus (Konus Dental, Bingen, Alemanha); o Sistema CeraRoot (Iceberg Oral, Granollers, Barcelona, Espanha), com um implante de zircônia Ceraroot de componente único; o sistema de implante Zeramex (Dentalpoint AG Suíça Implant Soluções, Zurique, Suíça); e o sistema de componente único Straumann Pure Ceramic (Straumann Basel, Suíça).

#### **Implantes de zircônia de único componente**

A utilização de implantes de peça única permite um procedimento cirúrgico sem retalho, minimamente invasivo e com o benefício da preservação dos tecidos moles<sup>18</sup>. Além disso, evita-se a possibilidade de afrouxamento dos componentes e a coroa provisória pode ser imediatamente cimentada após a inserção do implante<sup>17</sup>.

Especialmente na região anterior, os implantes de peça única devem ser colocados na posição anatômica perfeita para

reestabelecer a aparência estética da restauração<sup>12</sup>. A localização da margem da restauração protética implanto suportada por implante de único componente pode ser definida por um preparo intraoral<sup>12</sup>.

Tem sido relatado que o desgaste da cerâmica ZTP-Y pode levar a transformação da fase tetragonal em monocíclica, introduzindo microfissuras que influenciam negativamente suas propriedades mecânicas<sup>32</sup>. Corroborando esses estudos, Andreiotelli e Kohal<sup>17</sup> (2009) reportaram que a preparação *in vitro* de implantes de zircônia apresentou uma influência negativa estatisticamente significativa sobre a resistência à fratura dos implantes.

Um estudo em cães<sup>52</sup> encontrou uma maior taxa de fratura para implantes de zircônia de único componente comparado com implantes de dois componentes. Dos sete implantes fraturados, seis eram de único componente. As falhas apareceram durante o período entre a fase de cicatrização e 6 meses após o carregamento. Entretanto, a taxa de fratura pareceu depender do *design* do implante.

Grassi *et al.*<sup>53</sup> (2015) fizeram um estudo avaliando radiograficamente e clinicamente pacientes reabilitados com implantes unitários de zircônia de corpo único com coroas provisórias em carga imediata. As coroas definitivas foram instaladas após 3 e 4 meses da cirurgia. Radiografias periapicais foram realizadas no momento da cirurgia, após 1 ano e após 5 anos para avaliar perda de osso marginal. Também foram avaliada profundidade de sondagem, índice de sangramento, índice de placa e recessão gengival. Os resultados mostraram desempenho adequado para todos os parâmetros clínicos, concluindo que os implantes e coroas avaliadas apresentaram índices satisfatórios de qualidade do tecido ósseo e moles.

#### **Implantes de zircônia de dois componentes**

Implantes de zircônia de dois componentes são preferíveis quando a estabilidade do implante não é alcançada na colocação do implante. Além de permitir o procedimento de regeneração óssea guiada<sup>12,55</sup>, os implantes de dois componentes minimizam a transmissão de cargas indesejadas durante a fase de cicatrização<sup>52</sup>. Outra vantagem é a diminuição do risco de infecção, já que o procedimento é realizado em duas fases e o implante fica submerso, ficando o tecido peri-implantar isolado do ambiente oral<sup>55</sup>.

Em um estudo em animais, Kohal *et al.*<sup>37</sup> (2004) investigaram a osseointegração e as características dos tecidos moles peri-implantares de implantes de zircônia personalizados de dois componentes e de implantes de titânio inseridos em macacos. Após o período de 5 meses as amostras foram coletadas e preparadas para análise histológica. Os resultados demonstraram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos, e que os implantes de zircônia personalizados mostraram quantidade adequada de inserção de tecido moles e contato osso-implante.

Kohal *et al.*<sup>20</sup> (2009) avaliaram a resistência a fratura de um protótipo de implante de zircônia de dois componentes, após envelhecimento artificial. Os autores avaliaram três grupos. No grupo 1, implantes de zircônia de dois componentes foram reabilitados com coroas de zircônia (copings de zircônia folheadas com Triceram; Esprident, Ispringen, Alemanha). No grupo 2, os implantes de zircônia de dois componentes receberam coroas de Empress 2 (Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein). Os

implantes, incluindo os pilares, nos dois grupos de zircônia foram idênticos. No grupo 3, controle, foram obtidos implantes de titânio nas mesmas características que os de zircônia. Os resultados mostraram elevado número de falhas irreparáveis na cabeça dos implantes de zircônia sob cargas relativamente baixas. Portanto, os autores sugerem que a utilização clínica desses implantes deve ser questionada.

Cionca et al.<sup>55</sup> (2014) avaliaram clinicamente a segurança e eficácia de um modelo de implante de zircônia de dois componentes (ZERAMEX®) T Implant System) instalados em 52 pacientes. Sobre os implantes, foram cimentados pilares de zircônia, e sobre eles cimentados coroas unitárias de cerâmica pura. Os casos foram acompanhados por cerca de 600 dias após instalação. Todos os pacientes foram reavaliados após 1 ano. A taxa de sobrevivência encontrada foi de 87% implantes. Todas as falhas foram o resultado de soltura asséptica, e não houve implantes perdidos após o primeiro ano. Os autores concluíram que o sistema de implantes totalmente cerâmicos utilizados no estudo foram adequados quando utilizados na região posterior.

Becker et al.<sup>56</sup> (2015) avaliaram o desempenho clínico de implantes de zircônia de dois componentes ao longo de um período de até 2 anos. Cinquenta e dois pacientes receberam o mesmo tipo de implante e coroa na região posterior de mandíbula e maxila. Sobre os implantes foram utilizados pilares de fibra de vidro. A taxa de sobrevivência cumulativa foi calculada de acordo com o método de tabela de vida, e o teste de Kaplan-Meier foi utilizado para estimar a sobrevivência dos implantes em função. Um total de dois implantes foi perdido após 8 meses em função. A taxa de sobrevida acumulada foi de 95,8%, e o tempo médio foi de 32,9 meses. Os autores concluíram que, dentro das limitações do estudo, os implantes de zircônia de dois componentes associados a pilares de fibra de vidro podem ser utilizado com sucesso na clínica odontológica.

Recentemente, Spies et al.<sup>57</sup> (2016) realizaram estudo avaliando a resistência a fratura de implantes de zircônia submetidos a ciclagem termomecânica em ambiente úmido. Um total de 48 implantes de zircônia foi avaliado: 16 implantes de corpo único (A), 32 de dois componentes (16 parafusados-B e 16 cimentados-C). Estes grupos foram divididos em dois subgrupos de 8 amostras. As amostras de subgrupos 1 (A1, B1, C1) não foram expostas a qualquer carga cíclica, enquanto que os subgrupos 2 (A2, B2, C2) foram expostas 10 milhões de ciclos (98N). Em seguida, todos os implantes foram submetidos à carga estática até a fratura. Todos os implantes suportaram a fadiga termomecânica. Os resultados de resistência à fratura mostram que, após a fadiga termomecânica, os valores de resistência à fratura aumentaram significativamente para os implantes do Grupo A (A1 / A2: 362/399 Ncm), o contrário do que ocorreu para os implantes Grupo B / C (B1 / B2: 398/346 Ncm; C1 / C2: 380/252 Ncm). Segundo os autores, os resultados mostraram que os sistemas de implante avaliados parecem ser capazes de resistir às forças de mastigação fisiológica em longo prazo.

#### *Avaliação clínica de implantes de zircônia*

Embora uma vasta literatura indique que a cerâmica de zircônia é altamente biocompatível e possua propriedades mecânicas suficientes para ser utilizada como material para fabricação de implantes dentários<sup>22,32,36,41-45,47</sup>, estudos clínicos a longo prazo

devem ser executados para aumentar sua aceitabilidade clínica dos implantes, tanto para os de componente único<sup>15,48-50,58,59</sup> quanto para de dois componentes.

As investigações clínicas e relatos de casos relacionados com os implantes de zircônia começaram na última década. Em 2004, Kohal et al.<sup>37</sup> apresentou o primeiro relato de caso de implante de zircônia de dois componentes. Um implante de zircônia foi inserido e após um período de seis meses de cicatrização, a coroa cerâmica unitária foi cimentada. Com o sucesso do caso, foi demonstrado que os implantes de zircônia podem oferecer uma restauração estética para dentes perdidos.

Apesar da estética favorável em relação ao implante de titânio, recentemente Gil et al.<sup>58</sup> (2017) e Thoma et al.<sup>52</sup> (2016) testaram o efeito da utilização de cobertura rosa sobre pilares e a região submucosa de implantes no resultado estético final. Estes estudos demonstraram que a caracterização da região submucosa e do pilar com cobertura rosa contribui positivamente para o resultado estético geral de implantes anteriores.

Mellinghoff<sup>63</sup> (2006) realizou um estudo clínico utilizando 189 implantes de zircônia em 71 pacientes. Após um ano da instalação, constatou-se uma taxa de sobrevida de 93%. Em outro estudo<sup>48</sup>, 100 implantes de zircônia de componente único com diferentes graus de rugosidade superficial foram analisados em seres humanos. A taxa de sucesso dos implantes em geral foi de 98% após um ano de acompanhamento.

Oliva et al.<sup>60</sup> (2008), Sierraalta et al.<sup>61</sup> (2009), Aydin et al.<sup>15</sup> (2010) realizaram a reposição estética em áreas de incisivos superiores e espaço parcialmente desdentado maxilar com implantes de zircônia de um componente. Os pacientes apresentaram estabilidade funcional e se mostraram satisfeitos com o resultado final. Em outro relato clínico<sup>49</sup>, os autores demonstraram o uso de implantes de zircônia em um paciente que apresentava alergia ao titânio. O sucesso da reabilitação foi obtido bem como a satisfação do paciente, indicando que os implantes de zircônia podem ser utilizados como alternativa para pacientes alérgicos ao titânio.

Em um estudo clínico a longo prazo<sup>50</sup>, os autores avaliaram o sucesso de implantes de zircônia de componente único com três diferentes superfícies: revestido, não revestido, e com tratamento ácido. Foram avaliados 831 implantes instalados em humanos. Os resultados mostraram que a taxa de sucesso dos implantes em geral, após 5 anos de acompanhamento, foi de 95%, sendo que as maiores taxas foram encontradas para os implantes tratados previamente com ácido.

Em 2011, Nevins et al.<sup>64</sup> compararam, através de avaliação histológica, radiográfica e clínica, implantes de zircônia de dois componentes e implantes de titânio. Paciente do sexo feminino saudável exigindo a substituição de implantes dentários recebeu um implante de zircônia de duas peças em conjunto com implantes de titânio convencionais a serem implementadas em uma prótese. As avaliações clínicas e radiográficas, após 6 meses, revelaram que ambos os implantes de zircônia e titânio apresentavam-se osseointegrados. A biocompatibilidade e manutenção do nível da crista óssea foram confirmadas por meio de microscopia óptica e eletrônica de varredura. A biópsia do implante de zircônia de dois componentes demonstrou osseointegração entre a junção implante/pilar. Os resultados sugerem que o contato osso-implante com a superfície de zircônia é suficiente para fornecer evidência clínica e histológica de osseointegração.

Em outro estudo, Gahlert et al.<sup>22</sup> (2012) verificaram, macro e microscopicamente (microscopia eletrônica de varredura), o padrão de fratura de implantes dentários de zircônia instalados em 79 pacientes. Neste estudo foram avaliados 13 implantes de zircônia de corpo único fraturados de um total de 170 implantes inseridos. Os autores encontraram que as fraturas foram causadas por sobrecarga mecânica, e, dentre os implantes fraturados, 92% era implantes de diâmetro reduzido (3,25 mm). Os autores concluíram que implantes em zircônia de diâmetro reduzido não podem ser recomendados para utilização clínica, e que melhorias do material cerâmico, incluindo modificação do design devem ser realizadas para reduzir a taxa de insucessos desses implantes de pequena dimensão.

Payer et al.<sup>65</sup> (2012) avaliaram os resultados clínicos e radiográficos de 20 implantes de zircônia imediatos (WhiteSKY) instalados em 20 pacientes. Os autores avaliaram parâmetros como índice de placa, sangramento à sondagem, níveis médios de osso peri-implantar, e sucesso e sobrevivência dos implantes. A quantidade de perda óssea observada após um período de 24 meses foi de 1,29 mm e os autores concluíram que, diante dos parâmetros avaliados, houve sucesso de 95% dos implantes de zircônia de corpo único. Em outro estudo, Kohal et al.<sup>66</sup> (2012) avaliaram os resultados clínicos e radiográficos de implantes de zircônia de corpo único *Zi Unite* (Nobel Biocare, Gotemburgo, Suécia) com acompanhamento de 1 ano. A perda óssea marginal foi de 1,31 mm e a taxa de sobrevivência foi de 95,4%. Os autores concluíram que não ocorreu falha na osseointegração, entretanto a perda óssea observada foi maior que 0,2 mm, valor relatado por Smith e Zarb<sup>67</sup> (1989) para implantes de titânio após um ano. Estudos clínicos de longo prazo com implantes de titânio de dois componentes apresentaram maior taxa de sucesso e reabsorção óssea menor quando comparados aos implantes de zircônia de corpo único<sup>69,70</sup>.

## DISCUSSÃO

Revisões de literatura são ferramentas úteis para avaliar materiais com potencial para serem utilizados em diversas áreas da Odontologia. Poucos materiais têm sido sugeridos e defendidos para serem utilizados na confecção de implantes dentários. Recentemente, a Zircônia, material que apresenta excelente resistência mecânica<sup>41,42,66</sup> e cor semelhante à cor natural dos dentes<sup>45,71</sup> e tem sido utilizada para muitas aplicações em zonas estéticas em Odontologia. Após relatos de casos bem sucedidos da osseointegração em ortopedia<sup>72</sup>, a Zircônia tem sido avaliada para utilização clínica na Odontologia.

Os implantes de zircônia possuem propriedades mecânicas bem documentadas na literatura, como resistência à flexão biaxial variando entre 900 e 1200 Mpa<sup>73</sup>, resistência à flexão uniaxial em torno de 409-899 Mpa<sup>74</sup>, e módulo de Weibull entre 10 a 13<sup>22,23</sup>. Para esses implantes a resistência à fratura encontrada está entre 4-6 Mpa<sup>75,76</sup>, sendo este teste um dos primeiros parâmetros utilizados para avaliar o desempenho de uma cerâmica dentária. Os tratamentos de superfície, tais como abrasão por jateamento e usinagem, mostraram melhorar a resistência à flexão dos implantes de zircônia<sup>77</sup>. Além disso, a distribuição de tensões para a zircônia parcialmente estabilizada por ítrio é semelhante ao titânio<sup>78</sup>. Em alguns estudos, no entanto, os grupos de implantes de zircônia mostraram fraturas irreparáveis na cabeça do implante

quando submetidos às cargas relativamente baixas<sup>20</sup>.

Um implante é caracterizado pela sua osseointegração e estabilidade durante função. Medidas objetivas por meio de testes de estabilidade têm sido descritas. Um bom número de estudos confirma que a osseointegração da zircônia é semelhante ou até melhor do que a de titânio<sup>35,79,80</sup>. Ainda diversos estudos observaram que tratamentos superficiais que geram aumento da rugosidade propiciam maior contato entre osso e implante, auxiliando no processo de osseointegração<sup>79,80</sup>. A densidade peri-implantar e volume ósseo também mostrou ser mais elevada para zircônia do que para o titânio<sup>35</sup>. No entanto, mais estudos clínicos devem ser realizados para confirmar os resultados obtidos em estudos *in vivo* em animais.

Sobre a compatibilidade com os tecidos moles peri-implantares, a adesão do tecido mole com a zircônia garante uma barreira inicial eficaz que irá proteger o osso de forma mais eficiente do contato com o ambiente externo, o que resulta na diminuição da reabsorção do osso marginal<sup>80</sup>. Van Brakel et al.<sup>81</sup> (2011) encontraram uma profundidade de sondagem média de 0-3 mm para os implantes de zircônia, e sangramento à sondagem comparável ao observado com implantes de titânio. Além disso, nesse mesmo estudo, os autores mostraram haver espessura semelhante de cápsula fibrosa em torno dos implantes de titânio e de zircônia, e uma orientação semelhante das fibras colágenas. Outro estudo<sup>82</sup> demonstrou uma recessão gengival menor quando utilizados implantes de zircônia. A preferência estética também é confirmada por estudos que mostram que a zircônia induz menores alterações em casos de mucosa delgada<sup>83</sup>.

Outro parâmetro importante a ser considerado na escolha de um material de implante é a sua afinidade para adesão bacteriana. Vários autores<sup>82,84,85</sup> relatam que a superfície da zircônia permite uma redução no acúmulo de placa bacteriana.

## CONCLUSÃO

De acordo com essa revisão, os resultados das pesquisas a respeito do uso da zircônia como matéria base na fabricação de implantes são promissores, embora a documentação científica disponível seja limitada pelas poucas e curtas experiências clínicas, principalmente em termos de longevidade. Estudos biológicos, mecânicos e clínicos publicados até à data parecem indicar que a zircônia pode ser uma excelente opção para os implantes de titânio, principalmente pelas suas propriedades mecânicas, aparência estética e menor adesão bacteriana.

## REFERÊNCIAS

01. Esposito M, Hirsch J, Lekholm U, Thomsen P. Differential diagnosis and treatment strategies for biologic complications and failing oral implants: a review of the literature. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1999; 14(4): 473-90.
02. Albrektsson T, Sennerby L, Wennerberg A. State of the art of oral implants. *Periodontol* 2000. 2008; 47: 15-26.
03. Bormann KH, Gellrich NC, Kniha H, Dard M, Wieland M, Gahlert M. Biomechanical evaluation of a microstructured zirconia implant by a removal torque comparison with a standard Ti-SLA implant. *Clin Oral Impl Res.* 2012; 23(10): 1210-6.
04. Salem NA, Abo Taleb AL, Aboushelib MN. Biomechanical and histomorphometric evaluation of osseointegration of fusion-sputtered zirconia implants. *J Prosthodont.* 2013; 22(4): 261-7.

05. Regish KM, Sharma D, Prithviraj DR. An Overview of Immediate Root Analogue Zirconia Implants. *J Oral Implantol*. 2013; 39(2): 225-33.
06. Arlon C. Effect on regulation, meridian-, lymph und immune systems. *Complementary dentistry implantology titanium-zircon dioxide*. 2008.
07. Glauser R, Sailer I, Wohlwend A, Studer S, Schibli M, Schärer P. Experimental zirconia abutments for implant-supported single-tooth restorations in esthetically demanding regions: 4-year results of a prospective clinical study. *Int J Prosthodont*. 2004; 17(3): 285-90.
08. Kohal RJ, Att W, Bächle M, Butz F. Ceramic abutments and ceramic oral implants. An update. *Periodontol* 2000. 2008; 47: 224-43.
09. Furhauser R, Florescu D, Benesch T, Haas R, Mailath G, Watzek G. Evaluation of soft tissue around single-tooth implant crowns: the pink esthetic score. *Clin Oral Implants Res*. 2005; 16(6): 639-44.
10. Lai HC, Zhang ZY, Wang F, Zhuang LF, Liu X, Pu YP. Evaluation of soft-tissue alteration around implant-supported single-tooth restoration in the anterior maxilla: the pink esthetic score. *Clin Oral Implants Res*. 2008; 19(6): 560-4.
11. Jung RE, Holderegger C, Sailer I, Khraisat A, Suter A, Hammerle CH. 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*. 2008; 28(4): 357-65.
12. Wenz HJ, Bartsch J, Wolfart S, Kern M. Osseointegration and clinical success of zirconia dental implants: a systematic review. *Int J Prosthodont*. 2008; 21(1): 27-36.
13. Prestipino V, Ingber A. Esthetic high-strength implant abutments. Part II. *J Esthet Dent* 1993; 5(1): 63-68.
14. Gahlert M, Gudehus T, Eichhorn S, Steinhauser E, Kniha H, Erhardt W. Biomechanical and histomorphometric comparison between zirconia implants with varying surface textures and a titanium implant in the maxilla of miniature pigs. *Clin Oral Implant Res*. 2007; 18(5): 662-668.
15. Aydin C, Yilmaz H, Ata SO. Single-tooth zirconia implant located in anterior maxilla. A clinical report. *N Y State Dent J*. 2010; 76(1): 30-33.
16. Gahlert M, Röhling S, Wieland M, Eichhorn S, Küchenhoff H, Kniha H. A Comparison Study of the Osseointegration of Zirconia and Titanium Dental Implants. A Biomechanical Evaluation in the Maxilla of Pigs. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2010; 12(4): 297-305.
17. Andreiotelelli M, Kohal RJ. Fracture strength of zirconia implants after artificial aging. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2009; 11(2): 158-66.
18. Andreiotelelli M, Wenz HJ, Kohal RJ. Are ceramic implants a viable alternative to titanium implants? A systematic literature review. *Clin Oral Implants Res*. 2009; 20(suppl.4): 32-47.
19. Lee BC, Yeo IS, Kim DJ, Lee JB, Kim SH, Han JS. Bone formation around zirconia implants combined with rhBMP-2 gel in the canine mandible. *Clin Oral Implants Res*. 2013; 24(12): 1332-8.
20. Kohal RJ, Finke HC, Klaus G. Stability of prototype two-piece zirconia and titanium implants after artificial aging: an in vitro pilot study. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2009; 11(4): 323-9.
21. Rocchietta I, Fontana F, Addis A, Schubach P, Simion M. Surface-modified zirconia implants: tissue response in rabbits. *Clin Oral Implants Res*. 2009; 20(8): 844-50.
22. Gahlert M, Burtscher D, Grunert I, Kniha H, Steinhauser E. Failure analysis of fractured dental zirconia implants. *Clin Oral Implants Res*. 2012; 23(3): 287-93.
23. Özkurt Z, Kazazoğlu E. Zirconia dental implants: a literature review. *J Oral Implantol* 2011; 37(3): 367-76.
24. Möller B, Terheyden H, Acil Y, Purcz NM, Hertrampf K, Tabakov A, Behrens E, Wiltfang J. A comparison of biocompatibility and osseointegration of ceramic and titanium implants: an in vivo and in vitro study. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2012; 41(5): 638-645.
25. Chang C, Chen C, Yeung TC, Hsu M. Biomechanical Effect of a Zirconia Dental Implant-Crown System: A Three-Dimensional Finite Element Analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2012; 27(4): e49-57.
26. Sanon C, Chevalier J, Douillard T, Kohal RJ, Coelho PG, Hjerpe J, Silva NR. Low temperature degradation and reliability of one-piece ceramic oral implants with a porous surface. *Dent Mater*. 2013; 29(4): 389-97.
27. Warashina H, Sakano S, Kitamura S, Yamauchi KI, Yamaguchi J, Ishiguro N, Hasegawa Y. Biological reaction to alumina, zirconia, titanium and polyethylene particles implanted onto murine calvaria. *Biomaterials* 2003; 24: 3655-61.
28. Stadlinger B<sup>1</sup>, Hennig M, Eckelt U, Kuhlisch E, Mai R. Comparison of zirconia and titanium implants after a short healing period. A pilot study in minipigs. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2010 Jun; 39(6): 585-92. doi: 10.1016/j.ijom.2010.01.015. Epub 2010 Feb 20.
29. Palmieri A, Pezzetti F, Brunelli G, Zollino I, Lo Muzio L, Martinelli M, Scapoli L, Arlotti M, Masiero E, Carinci F. Zirconium oxide regulates RNA interfering of osteoblast-like cells. *J Mater Sci Mater Med*. 2008; 19(6): 2471-6.
30. Palmieri A, Pezzetti F, Brunelli G, Lo Muzio L, Scarano A, Scapoli L, Martinelli M, Arlotti M, Guerzoni L, Rubini C, Carinci F. Short-period effects of zirconia and titanium on osteoblast microRNAs. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2008: 200-205.
31. Kohal RJ, Klaus G, Strub JR. Zirconia-implant-supported all-ceramic crowns withstand long-term load: a pilot investigation. *Clin Oral Implants Res*. 2006; 17(5): 565-71.
32. Kohal RJ, Wolkewitz M, Tsakona A. The effects of cyclic loading and preparation on the fracture strength of zirconium-dioxide implants: an in vitro investigation. *Clin Oral Implants Res*. 2011; 22(8): 808-14.
33. Rimondini L, Cerroni L, Carrassi A, Torricelli P. Bacterial colonization of zirconia ceramic surfaces: an in vitro and in vivo study. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2002; 17(6): 793-8.
34. Gredes T, Kubasiewicz-Ross P, Gedrange T, Dominiak M, Kunert-Keil C. Comparison of surface modified zirconia implants with commercially available zirconium and titanium implants: a histological study in pigs. *Implant Dent*. 2014; 23(4): 502-7.
35. Gahlert M, Röhling S, Wieland M, Sprecher CM, Kniha H, Milz S. Osseointegration of zirconia and titanium dental implants: A histological & histomorphometrical study in the maxilla of pigs. *Clin Oral Implants Res*. 2009; 20(11): 1247-53.
36. Kohal RJ, Wolkewitz M, Hinze M, Han JS, Bächle M, Butz F. Biomechanical and histological behavior of zirconia implants: an experiment in the rat. *Clin Oral Implants Res*. 2009; 20(4): 333-9.
37. Kohal RJ, Weng D, Bächle M, Strub JR. Loaded custom-made zirconia and titanium implants show similar osseointegration: an animal experiment. *J Periodontol*. 2004; 75(9): 1262-8.
38. Ferguson SJ, Langhoff JD, Voelker K, et al. Biomechanical comparison of different surface modifications for dental implants. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2008; 23(6): 1037-46.
39. Schliephake H, Hefti T, Schlottig F, Gedet P, Staedt H. Mechanical anchorage and peri-implant bone formation of surface-modified zirconia in minipigs. *J Clin Periodontol*. 2010; 37(9): 818-28.
40. Hoffmann O, Angelov N, Zafiroopoulos GG, Andreana S. Osseointegration of zirconia implants with different surface

- characteristics: An evaluation in rabbits. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2012; 27(2): 352-8.
41. Depprich R, Zipprich H, Ommerborn M, Naujoks C, Wiesmann HP, Kiattavorncharoen S, Lauer HC, Meyer U, Kübler NR, Handschel J. Osseointegration of zirconia implants compared with titanium: an in vivo study. *Head Face Med*. 2008; 4(30): 1-8.
  42. Depprich R, Zipprich H, Ommerborn M, Mahn E, Lammers L, Handschel J, Naujoks C, Wiesmann HP, Kübler NR, Meyer U. Osseointegration of zirconia implants: an SEM observation of the bone-implant interface. *Head Face Med*. 2008; 4(25): 1-7.
  43. Hoffmann O, Angelov N, Gallez F, Jung RE, Weber FE. The zirconia implant-bone interface: a preliminary histologic evaluation in rabbits. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2008; 23(4): 691-5.
  44. Liñares A, Grize L, Muñoz F, Pippenger BE, Dard M, Domken O, Blanco-Carrión J. Histological assessment of hard and soft tissues surrounding a novel ceramic implant: a pilot study in the minipig. *J Clin Periodontol*. 2016; 43(6): 538-46.
  45. Caglar A, Bal BT, Aydın C, Yılmaz H, Ozkan S. Evaluation of stresses occurring on three different zirconia dental implants: three-dimensional finite element analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2010; 25(1): 95-103
  46. Caglar A, Bal BT, Karakoca S, Aydın C, Yılmaz H, Sarısoy S. Three-dimensional finite element analysis of titanium and yttrium-stabilized zirconium dioxide abutments and implants. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2011; 26(5): 961-9.
  47. Silva NR, Coelho PG, Fernandes CA, Navarro JM, Dias RA, Thompson VP. Reliability of one-piece ceramic implant. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2009; 88(2): 419-26.
  48. Oliva J, Oliva X, Oliva JD. One-year follow-up of first consecutive 100 zirconia dental implants in humans: a comparison of 2 different rough surfaces. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2007; 22(3): 430-5.
  49. Oliva J, Oliva X, Oliva JD. Five-year success rate of 831 consecutively placed Zirconia dental implants in humans: a comparison of three different rough surfaces. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2010; 25(2): 336-44.
  50. Oliva X, Oliva J, Oliva JD. Full-mouth oral rehabilitation in a titanium allergy patient using zirconium oxide dental implants and zirconium oxide restorations. A case report from on going clinical study. *Eur J Esthet Dent*. 2010; 5(2): 190-203.
  51. Heydenrijk K, Raghoobar GM, Meijer HJ, Van Der Reijden WA, Van Winkelhoff AJ, Stegenga B. Two-part implants inserted in a one-stage or a two-stage procedure. A prospective comparative study. *J Clin Periodontol*. 2002; 29(10): 901-9.
  52. Thoma DS, Benic GI, Muñoz F, Kohal R, Sanz Martin I, Cantalapedra AG, Hämmerle CH, Jung RE. Marginal bone-level alterations of loaded zirconia and titanium dental implants: an experimental study in the dog mandible. *Clin Oral Implants Res*. 2016; 27(4): 412-420.
  53. Grassi FR, Capogreco M, Consonni D, Bilardi G, Buti J, Kalemaj Z. Immediate occlusal loading of one-piece zirconia implants: five-year radiographic and clinical evaluation. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2015; 30(3): 671-80.
  54. Esposito M, Grusovin MG, Chew YS, Coulthard P, Worthington HV. Interventions for replacing missing teeth: 1- versus 2-stage implant placement. *Cochrane Database Syst Rev*. 2009; (3): CD006698.
  55. Cionca N, Müller N, Mombelli A. Two-piece zirconia implants supporting all-ceramic crowns: a prospective clinical study. *Clin Oral Implants Res*. 2015; 26(4): 413-8.
  56. Becker J, John G, Becker K, Mainusch S, Diedrichs G, Schwarz F. Clinical performance of two-piece zirconia implants in the posterior mandible and maxilla: a prospective cohort study over 2 years. *Clin Oral Implants Res*. 2017; 28(1): 29-35.
  57. Spies BC, Nold J, Vach K, Kohal RJ. Two-piece zirconia oral implants withstand masticatory loads: An investigation in the artificial mouth. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2016; 53:1-10.
  58. Gil MS, Ishikawa-Nagai S, Elani HW, Da Silva JD, Kim DM, Tarnow D, Schulze-Späte U, Bittner N. A prospective clinical trial to assess the optical efficacy of pink neck implants and pink abutments on soft tissue esthetics. *J Esthet Restor Dent*. 2017; 29(6): 409-415.
  59. Thoma DS, Brandenburg F, Fehmer V, Knechtle N, Hämmerle CH, Sailer I. The Esthetic Effect of Veneered Zirconia Abutments for Single-Tooth Implant Reconstructions: A Randomized Controlled Clinical Trial. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2016; 18(6): 1210-1217.
  60. Oliva J, Oliva X, Oliva JD. Zirconia implants and all-ceramic restorations for the esthetic replacement of the maxillary central incisors. *Eur J Esthet Dent*. 2008; 3(2): 174-85.
  61. Sierralta M, Razzoog ME. A maxillary anterior partially edentulous space restored with a one-piece zirconia implant fixed partial denture: a clinical report. *J Prosthet Dent*. 2009; 101(6): 354-358.
  62. Kohal RJ, Klaus G. A zirconia implant-crown system: a case report. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2004; 24(2): 147-53.
  63. Mellinghoff, J. First clinical results of dental screw implants made of zirconium oxide. *Zeitschrift für Zahnärztliche Implantologie*. 2006; 22: 288-293.
  64. Nevins M, Camelo M, Nevins ML, Schupbach P, Kim DM. Pilot clinical and histologic evaluations of a two-piece zirconia implant. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2011; 31(2): 157-63.
  65. Payer M, Arnetzl V, Kirmeier R, Koller M, Arnetzl G, Jakse N. Immediate provisional restoration of single-piece zirconia implants: a prospective case series - results after 24 months of clinical function. *Clin Oral Implants Res*. 2012; 24(5): 569-575.
  66. Kohal RJ, Knauf M, Larsson B, Sahlin H, Butz F. One-piece zirconia oral implants: oneyear results from a prospective cohort study. 1. Single tooth replacement. *J Clin Periodontol*. 2012; 39(6): 590-7.
  67. Smith DE, Zarb GA. Criteria for success of osseointegrated endosseous implants. *J Prosthet Dent*. 1989; 62(5): 567-572.
  68. Lethaus B, Kälber J, Petrin G, Brandstätter A, Weingart D. Early loading of sandblasted and acid-etched titanium implants in the edentulous mandible: a prospective 5-year study. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2011; 26(4): 887-92.
  69. Ostman PO, Hellman M, Sennerby L. Ten Years Later. Results from a Prospective Single-Centre Clinical Study on 121 Oxidized (TiUnite™) Brånemark Implants in 46 Patients. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2012; 14(6): 852-860.
  70. Smith DC. Dental implant: Materials & design considerations. *Int J Prosthodont*. 1993; 6(2): 106-17.
  71. Welander M, Abrahamsson I, Berglundh T. The mucosal barrier at implant abutments of different materials. *Clin Oral Implants Res*. 2008; 19(7): 635-41.
  72. Piconi C, Maccauro G, Muratori F, Prever BD. Alumina & zirconia ceramics in joint replacements. *J Appl Biomater Biomech*. 2003; 1(1): 19-32.
  73. Meyenberg KH, Luthy H, Schaerer P. Zirconia posts: a new all-ceramic concept for nonvital abutment teeth. *J Esthet Dent*. 1995; 7(2): 73-80.
  74. Chai J, Chu FC, Chow TW, Liang BM. Chemical solubility & Flexural strength of Zirconia-based ceramics. *Int J Prosthodont*. 2007; 20(6): 587-95.

75. Guazzato M, Albakry M, Swain MV, Ironside J. Mechanical Properties of In-Ceram Alumina & In-Ceram Zirconia. *Int J Prosthodont.* 2002; 15(4): 339-46.
76. Yilmaz H, Aydin C, Gul BE. Flexural strength & fracture toughness of dental core ceramics. *J Prosthet Dent.* 2007; 98(2): 120-8.
77. Qeblawi DM, Muñoz CA, Brewer JD, Monaco EA. The effect of zirconia surface treatment on flexural strength and shear bond strength to a resin cement. *J Prosthet Dent.* 2010; 103(4): 210-20.
78. Cruvinel DR, Silveira RE, Galo R ; Alandia-Roman CC ; Pires-de-Souza FCP, Panzeri H . Analysis of Stress and Fracture Strength of Zirconia Implants after Cyclic Loading. *Materials Research.* 2015; 18(5): 1082-1088.
79. Sennerby L, Dasmah A, Larsson B, Iverhed M. Bone tissue responses to surface-modified zirconia implants: A Histomorphometric and removal torque study in the rabbit. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2005; 7(suppl 1): 13-20.
80. Pirker W, Kocher A. Immediate, non-submerged, root-analogue zirconia implants placed into single-rooted extraction sockets: 2-year follow-up of a clinical study. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2009; 38(11): 1127-32.
81. Van Brakel R, Cune MS, van Winkelhoff AJ, de Putter C, Verhoeven JW, van der Reijden W. Early bacterial colonization and soft tissue health around zirconia and titanium abutments: An In vivo study in man. *Clin Oral Impl Res.* 2011; 22(6): 571-7.
82. Tete S, Mastrengelo F, Bianchi A, Zizzari V, Scarano A. Collagen fiber orientation around machined titanium and zirconia dental implant necks: An animal study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2009; 24(1): 52-8.
83. Zembic A, Sailer I, Jung RE, Franz CH, Hammerle CH. Randomized controlled clinical trial of customized controlled zirconia and titanium implant abutments for single tooth implants in canine and posterior regions: 3-year results. *Clin Oral Implants Res.* 2009; 20(8): 802-8.
84. Akagawa Y, Hosokawa R, Sato Y, Kamayama K. Comparison between freestanding and tooth-connected partially stabilized zirconia implants after two years' function in monkeys: a clinical and histologic study. *J Prosthet Dent.* 1998; 80(5): 551-558.
85. Scarano A, Di Carlo F, Quaranta M, Piattelli A. Bone response to zirconia ceramic implants: an experimental study in rabbits. *J Oral Implantol.* 2003; 29(1): 8-12.

---

## ABSTRACT

Due to increasing demand for higher aesthetic in dentistry followed by the necessity of metal free rehabilitation for specific cases in esthetic regions, the use of ceramic implants has been object of study since the 70's, becoming today a possible alternative to titanium implants. The aim of this study was to systematize the knowledge available of zirconia implants, evaluating their viability and the ability of this material to respond to the mechanical and biological requirements. An electronic search was performed using the PubMed database and the combination of the following keywords: "zirconia", "dental implant", "zirconia implant" and "zirconia dental implant", without restriction of language or publication date. Eighty five articles were

considered relevant to this study and the selection was fulfilled according to the proposed objective. According to this review, the results of research on the use of zirconia as the base material in implant manufacturing are promising, although available scientific documentation is limited by the few short clinical experiences, especially in terms of longevity. Biological, mechanical, and clinical studies published to date suggest that zirconia may be an excellent choice for titanium implants, mainly because of their mechanical properties, aesthetic appearance and lower bacterial adhesion.

KEYWORDS: Ceramic; Dental Implants; Osseointegration.

---

## AUTOR PARA CORRESPONDÊNCIA

Renata Espíndola Silveira  
Rua t-37, número 3479, Setor Bueno, Goiânia-GO  
Telefone: +55 62 82000868  
E-mail: reespindolla@gmail.com