

FACULDADE DE SETE LAGOAS – FACSETE

ESPECIALIZAÇÃO EM IMPLANTODONTIA

Izabelle Fredo da Costa

**IMPLANTES “METAL-FREE” COMO POSSÍVEL ALTERNATIVA AOS
IMPLANTES DE TITÂNIO
Uma revisão de literatura**

São Caetano do Sul

2021

Izabelle Fredo da Costa

**IMPLANTES “METAL-FREE” COMO POSSÍVEL ALTERNATIVA AOS
IMPLANTES DE TITÂNIO
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 Implantodontia.

Orientadora: Prof. Alex Casati Lopes

Área de concentração: Implantodontia

São Caetano do Sul

2021

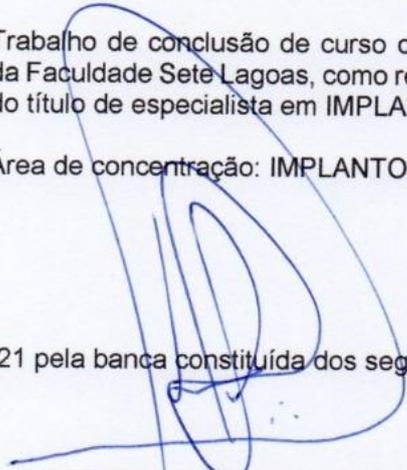
IZABELLE FREDO

**IMPLANTES "METAL-FREE" COMO POSSÍVEL ALTERNATIVA AOS IMPLANTES
DE TITÂNIO. Uma revisão de literatura.**

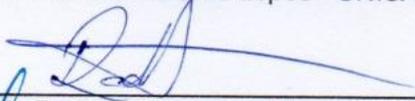
Trabalho de conclusão de curso de especialização *Lato sensu*
da Faculdade Sete Lagoas, como requisito parcial para obtenção
do título de especialista em IMPLANTODONTIA

Área de concentração: IMPLANTODONTIA

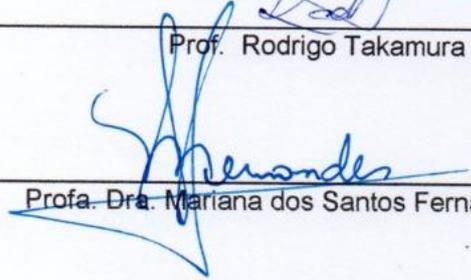
Aprovado em 26/11/2021 pela banca constituída dos seguintes professores:



Prof. Ms. Alex Casati Lopes - UNISA



Prof. Rodrigo Takamura Otaga - USP



Profa. Dra. Mariana dos Santos Fernandes Lopes - UNICAMP

Ao amor da minha vida e maior incentivadora, minha querida mãe, "In Memoriam," que foi a grande responsável por iluminar meu regresso na odontologia, e que junto ao meu querido irmão Danilo, não mediram esforços para que eu concluísse mais esta etapa da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus Pai pela minha vida e por renovar diariamente a minha fé.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Alex, pela oportunidade, estima, compreensão e assistência no decorrer do meu contínuo desenvolvimento clínico e na execução deste trabalho.

Aos professores e alunos da Associação Brasileira de Odontologia de São Caetano do Sul e a todos os meus colegas de Especialização em Implantodontia por todo suporte e carinho recebido durante um dos momentos mais difíceis da minha vida.

Agradeço a meu amor e parceiro de vida Marcos Paulo, minha sobrinha Victória, minha família e grandes amigos por todo apoio e amor incondicional recebido na conclusão deste projeto e em cada escolha que eu faço.

E por fim, a meu pai José, minha mãe Eliana, meus avós paternos e maternos e meu tio Edimir, "*In Memoriam*", - minhas maiores fontes de inspiração -, meu eterno agradecimento por toda condução, encorajamento e incentivo em minha educação e realização profissional.

O heroísmo do trabalho está em "acabar" cada tarefa.
(SÃO JOSEMARÍA ESCRIVÁ, 1986)

RESUMO

As soluções reabilitadoras viabilizadas pelos implantes orais sem dúvida têm melhorado a qualidade de vida de muitos pacientes. É natural que com o aumento da popularização destes tratamentos os pacientes tornem-se cada vez mais exigentes e busquem por novos materiais que sejam compatíveis ao seu estilo de vida. A cerâmica, devido suas excelentes propriedades mecânicas, estabilidade química e biocompatibilidade, vêm sendo considerada como uma nova proposta alternativa aos implantes tradicionais, porém, seu uso entre dentistas e pesquisadores é controverso, especialmente quando comparados com os implantes fabricados em titânio já bem estabelecidos em literatura nos últimos 50 anos. Sendo assim, o objetivo deste trabalho é analisar a viabilidade dos sistemas de implantes "metal-free" como possíveis alternativas aos sistemas de implantes de titânio.

Palavras-chave: implantes cerâmicos; implantes de zircônia; implantes metal-free.

ABSTRACT

The rehabilitative solutions by oral implants have undoubtedly improved the quality of life of many patients. It is natural that with the increasing popularization of treatments, patients become more and more demanding and look for new materials that are compatible with their lifestyle. Ceramic, due to its excellent mechanical properties, chemical stability and biocompatibility, has been considered as a new alternative proposal to traditional implants, however, its use among dentists and research is controversial, especially when compared to implants manufactured in titanium already well-established scientific findings in the last 50 years. Therefore, the aim of this study is to analyze the feasibility of "metal-free" implant systems as possible alternatives to titanium implant systems.

Descriptions: ceramic implants; zirconia implants; metal-free implants.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Complicações estéticas causadas por implantes de titânio	14
FIGURA 2 - Registro clínico de tatuagem por titânio	14
FIGURA 3 - Registro clínico e radiográfico de abutments de zircônia após 11 anos de instalação	15
FIGURA 4 - Implantes de zircônia one-piece	19
FIGURA 5 - Implante Z5-BL, ZSystem.....	20
FIGURA 6 - Lista de Componentes de implantes Straumann® SNOW ceramic	20

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BIC - Bone Implant Contact

CO₂ - Dióxido de Carbono

Er:YAG - Erbium-doped Yttrium Aluminium Garnet

LASER - Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation

SLA - Sandblasted, large grit, acid-etched

Ti - Titânio

Zr - Zircônia

ZrO₂ - Dióxido de Zircônia

Y-TZP - Cerâmica policristalina à base de zircônia tetragonal parcialmente estabilizada por ítria

Y₂O₃ - Óxido de Ítrio

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	DESENVOLVIMENTO	12
2.1	Revisão de literatura	12
2.1.1	Hipersensibilidade ao implante de titânio	12
2.1.2	Complicações estéticas	13
2.1.3	Propriedades estruturais e mecânicas dos implantes de cerâmica	15
2.1.4	Implantes cerâmicos: integração com os tecidos duros e moles	17
2.1.5	Macro geometria dos implantes de zircônia	18
2.1.6	Biomecânica dos implantes de zircônia de duas peças	21
2.2	Discussão	21
3	CONCLUSÃO	24
	REFERÊNCIAS	25

1 INTRODUÇÃO

A substituição de dentes ausentes, perdidos ou comprometidos por implantes dentários osseointegrados e próteses implanto-suportadas atualmente são procedimentos de rotina nas reabilitações orais parciais ou totais. Tal conquista é resultado dos experimentos conduzidos no final da década de 60 e durante os anos 70 pelos pioneiros da implantodontia: Branemark *et al* (1969), e Schroeder *et al* (1976).

Graças ao sucesso da osseointegração já bem documentada cientificamente, implantes de titânio puro e ligas de titânio com superfícies rugosas são o padrão ouro para a fabricação de implantes dentários (ROEHLING; MENG; COCHRAN, 2015) com uma taxa esperada de sobrevivência de, aproximadamente, 96% em próteses dentárias fixas implantossuportadas após acompanhamento de 10 anos (JUNG *et al*, 2012; PJETURSSON, 2012).

Apesar do sucesso clínico dos implantes dentários, complicações biológicas, conhecidas por doenças peri-implantares, tais como mucosite peri-implantar e peri-implantite podem ocorrer levando à perda do implante dentário (LINDHE; MEYLE, 2008).

No campo das complicações biológicas, mesmo apesar da baixa prevalência, segundo Sicilia *et al* (2008) em seu estudo clínico com 1500 pacientes, o risco de reação de hipersensibilidade em pacientes alérgicos a metais existe e não deve ser desconsiderado pelos profissionais.

Além das complicações biológicas citadas, complicações técnicas com implantes de titânio como fratura do material de revestimento, afrouxamento e fratura do parafuso, e fratura do implante têm sido relatadas (PJETURSSON, 2012), e ainda, complicações estéticas, como por exemplo, implantes quando instalados em regiões anteriores e na presença de um biotipo gengival fino uma sombra escura do titânio sob o tecido mole pode tornar-se visível, e particularmente, em retrações do tecido gengival ao longo do tempo (THOMAS *et al*, 2016). Sendo assim, altos padrões estéticos exigidos, preocupações quanto às reações alérgicas ao titânio, e a procura por tratamentos livres de metal, com conceitos de odontologia biológica, têm elevado a demanda por tratamentos que possam ser alternativos aos implantes de titânio. Portanto, esta revisão de literatura tem por objetivo analisar a viabilidade dos

implantes "metal-free" como possíveis substitutos aos sistemas de implantes de titânio. Para tal, foram realizadas consultas à base de dados da Scielo, PubMed, OnlineLibrary, ResearchGate e Internet.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Revisão de Literatura

Desde o ano de 1965 em que Branemark *et al* (1977) inseriu o primeiro implante de parafuso de titânio em um paciente, o titânio foi estabelecido como metal de eleição para implantes dentários (HAM; ZHAO; SHEN, 2017).

Titânio é considerado um material biocompatível e com alta resistência à corrosão devido a sua fina camada óxido protetora (TiO₂ ou titânia), que desenvolve-se espontaneamente em sua superfície quando exposta ao ar (LUCKEY & VEUGAPAL, 1979). No geral, ainda segundo Luckey & Veugapal (1979), a osseointegração bem sucedida era, até então, atribuída ao uso de implantes dentários de titânio.

Na década de 60 o titânio tornou-se um biomaterial metálico popular por conta de suas propriedades com muitas aplicações biomecânicas sendo utilizado em artroplastia, osteossíntese, casos de marca-passo, procedimentos reconstrutivos orais, ancoragens ósseas, aparelhos auditivos condutores, bem como na joalheria e piercings corporais (WILLIAMS, 1994).

2.1.1 Hipersensibilidade ao implante de titânio

A hipersensibilidade ao titânio é uma preocupação crescente, de acordo com alguns pesquisadores (MULLER & VALENTINE-THON, 2006; VALENTINE-THON & SCHIWARA, 2003).

Preez *et al* (2007) relatou um caso de suspeita de falha do implante devido à hipersensibilidade ao titânio. Uma reação grave do tecido foi localizada no local do implante e um exame histológico revelou uma reação inflamatória crônica concomitante com uma fibrose. Outro relato associou eczema facial com implantes de titânio em uma prótese do tipo overdenture (EGUSA *et al*, 2008). Em ambos os casos,

de acordo com os estudos, os pacientes se recuperaram bem subsequente à remoção dos implantes.

Dos 1500 pacientes avaliados em estudo clínico realizado por Sicilia *et al* (2008), nove apresentaram reação positiva indicando alergia ao titânio, no qual cinco destes pacientes apresentaram falha inexplicável, e quatro pacientes relataram sintomas alérgicos após a cirurgia de instalação do implante. Um paciente sofreu um edema de glote e teve que ser atendido em pronto-socorro, refletindo a imprevisibilidade de uma resposta alérgica ao titânio.

As reações de hipersensibilidade descritas na literatura ocorrem após o contato do material com a pele ou mucosa, onde íons metálicos são liberados dos implantes formando complexos com as proteínas nativas e atuando como alergênicos (HALLAB; MERRITT; JACOBS, 2001). De acordo com Hensten-Pettersen (1993), as reações de hipersensibilidade são categorizadas em 4 tipos: tipo I ao III são reações mediadas por anticorpos que ocorrem em minutos como parte de resposta humoral, e tipo IV mediada por células de resposta tardia que ocorre de horas à dias após a exposição ao imunógeno.

As hipersensibilidades à biomateriais na cavidade oral podem manifestar-se ainda tipicamente como eczema facial, como previamente mencionado, gengiva hiperplásica edematosa não-queratinizada, dor vaga, erupções cutâneas, e em alguns casos, perda do implante dentário (SIDDIQI, 2011).

2.1.2 Complicações estéticas

Maus resultados estéticos são outras complicações relacionadas aos implantes e componentes protéticos de titânio, como ilustra a figura 1 (HAM; ZHAO; SHEN, 2017). Ainda de acordo com Ham, Zhao e Zhen (2017), além da aparência acinzentada em pacientes com tecidos moles finos e de recessão gengival, a liberação de íons metálicos pode induzir descoloração da gengiva de forma lenta e contínua após implantação, levando à insatisfação dos resultados estéticos a longo prazo.

Figura 1 - Complicações estéticas em implantes de titânio.



Figura 1: (a) A gengiva aparece acinzentada quando o implante de titânio é coberto por um tecido mole relativamente fino. (b) O implante de coloração acinzentada fica exposto após recessão gengival. Fonte: (HAM; ZHAO; SHEN, 2017).

Taylor, Klotz e Lawton (2014) relataram dois casos clínicos de descoloração de tecido gengival como tatuagem por titânio. É possível observar abaixo um dos dois casos relatados (figura 2).

Figura 2 - Registro clínico de tatuagem por titânio.



Figura 2: Fístula associada à adaptação de peça protética provisória após 3 meses de instalação (A). Área circundante à antiga fístula com descoloração escura no momento da entrega da coroa definitiva (B). Fonte: (TAYLOR, KLOTZ, LAWTON, 2014).

A aparência do componente protético nos sistemas de implantes tem grande impacto na estética uma vez que eles ficam expostos à cavidade oral direta ou indiretamente. Em estudo de 11 anos de acompanhamento de abutments de zircônia, Zembic *et al* (2015) relataram excelentes resultados clínicos e radiográficos a longo prazo em regiões anteriores e de pré-molares (figura 3).

Figura 3 - Registro clínico e radiográfico de abutments de zircônia após 11 anos de instalação.

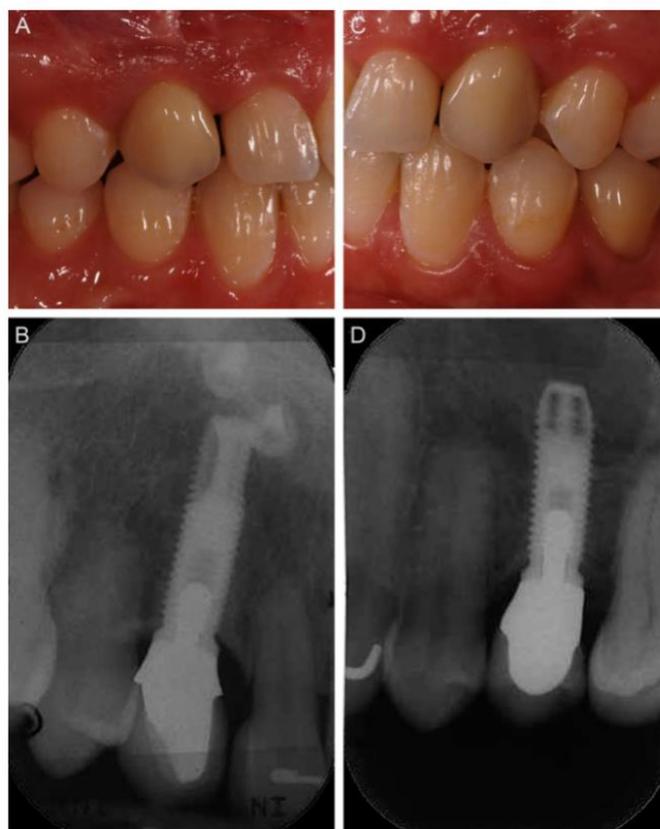


Figura 3: Excelente condição clínica e radiográfica após 11 anos de acompanhamento com níveis ósseos estáveis e sem recessão gengival ao redor de abutments de zircônia instalados em região de elemento 13 (A e B) e 23 (B e C) sustentando coroas de cerâmica pura cimentadas. Fonte: (ZEMBIC, *et al*, 2015).

Neste estudo clínico prospectivo de longo prazo de abutments de zircônia sustentando coroas de implante de corpo único de cerâmica pura nas regiões anteriores e de pré-molares, nenhum abutment e/ou fratura de coroa ou perda de implantes/abutments/coroas ocorreram, resultando em uma alta taxa de sobrevivência (ZEMBIC *et al*, 2015).

2.1.3 Propriedades estruturais e mecânicas dos implantes de cerâmica

Com propriedades biológicas, estéticas, mecânicas e ópticas superiores, a zircônia tem emergido como alternativa promissora ao sistema de implante convencional de titânio, de acordo com Andreioteli, Wenz e Kohal (2009).

O implante de zircônia é feito de um metal de transição forte, brilhante, branco-acinzentado, denominado zircônio (símbolo Zr). Zircônia é a forma óxida de zircônio. Inicialmente, a zircônia foi utilizada em diversos procedimentos cirúrgicos ortopédicos para a fabricação de cabeças esféricas para próteses totais de quadril, quadris artificiais, próteses de dedos e implantes acústicos (ANDREIOTELI; WENZ; KOHAL, 2009). Mais tarde foi introduzida na odontologia na fabricação de pinos endodônticos, coroas/pontes, restaurações, bráquetes ortodônticos estéticos e, recentemente, em implantes e abutments para reabilitações de arcos edêntulos parciais e totais (MCLEAN, 2001; OSMAN *et al*, 2014).

O primeiro implante de cerâmica feito de alumina foi desenvolvido para resolver problemas estéticos causados por implantes metálicos. Foi chamado de implante Tübingen e introduzido em 1974. Embora tenha mostrado excelente biocompatibilidade e propriedades de adesão de placa, o implante de alumina foi retirado do mercado por conta de fraturas e baixa taxa de sobrevivência (ANDREIOTELI; WENZ; KOHAL, 2009).

Já a zircônia apresenta propriedades mecânicas muito melhores que a alumina. Assim, nos primeiros anos do século XXI, surge o primeiro sistema de implante de zircônia (Z-system®) desenvolvido por Volz (2004), e introduz as cerâmicas de zircônia em implantodontia.

A Y-TZP (cerâmica policristalina à base de cerâmica de zircônia tetragonal parcialmente estabilizada por ítria) - material mais utilizado atualmente para produzir implantes dentários - é composta de dióxido de zircônio (ZrO_2) e exibe uma estrutura polimórfica, que pode se apresentar em diferentes fases cristalinas (monoclínica, tetragonal ou cúbica), sendo a fase variável de acordo com a temperatura (XIBLE *et al*, 2006). O óxido de ítrio (Y_2O_3) é um dos estabilizantes mais utilizados neste tipo de cerâmica. Quando adicionado (de 3 a 6%) à zircônia pura, ele tem função de estabilizá-la em temperatura ambiente na fase tetragonal, permitindo que o material seja passível de utilização, gerando assim, um material cristalino de elevada resistência mecânica (PICONI & MACCAURO, 1999).

2.1.4 Implantes cerâmicos: integração com os tecidos moles e duros.

A composição do material e topografia da superfície de um biomaterial desempenham papel fundamental na osseointegração. Ainda de acordo com Albrektsson *et al* (1981), a qualidade da superfície do implante é um fator importante que influencia diretamente na cicatrização das feridas no local da implantação e subsequente afeta a osseointegração.

Sennerby *et al* (2005) compararam a osseointegração e torque de remoção de implantes de zircônia, óxido de titânio e zircônia com superfície modificada quando inseridos na tíbia e fêmur de coelhos, e concluíram que embora a osseointegração parecesse semelhante entre as diferentes amostras, o torque de remoção dos implantes de zircônia pura foi menor do que os dos outros implantes, sugerindo, assim, que a uma possível modificação da superfície possa melhorar a estabilidade dos implantes de zircônia.

Tratamentos de superfície, tais como: ataque ácido (UCHIDA *et al*, 2002), plasmas de oxigênio (YE; GU; GRACIAS, 2006), e mais recente, irradiação ultravioleta (ALTMANN *et al*, 2013), e peróxido de hidrogênio (NORO *et al*, 2013) tendem a melhorar a fixação de osteoblastos nos sistemas de implante de zircônia melhorando a capacidade de integração tanto com os tecidos duros quanto com os tecidos moles, segundo os estudos mencionados.

Langhoff *et al* (2008) compararam a BIC (Bone Implant Contact) de implantes de titânio quimicamente modificados (anodizados por plasma ou revestidos com fosfato de cálcio), implantes revestidos farmacologicamente (bifosfonato ou colágeno tipo I com sulfato de condroitina), implantes de titânio com superfície SLA® (sand blasted, large-grit and acid-etched) e implantes de zircônia também com superfície SLA®. Os implantes de zircônia apresentaram 20% mais contato ósseo do que os implantes de titânio em 2 semanas; melhoraram valores de BIC na quarta semana e apresentaram declínio na oitava semana. Embora estatisticamente não significativa, uma tendência foi claramente observada nos implantes quimicamente e farmacologicamente modificados para mostrar melhores valores de BIC em 8 semanas em comparação a superfície tratada com plasma anódico dos implantes de zircônia. Todos os implantes de titânio tiveram BIC semelhantes em 2 semanas (57% - 61%), e apenas a zircônia foi considerada melhor apresentando BIC em 77%.

A integração dos tecidos moles é muito importante para a estabilidade dos tecidos peri-implantares e a prevenção de peri-implantite. *In vitro*, a zircônia mostrou redução da colonização bacteriana, acúmulo de placa, melhor adesão e crescimento de fibroblastos, e redução de resposta à inflamação, o que indicou boa integração dos tecidos moles (HISBERGUES; VENDEVILLE; VENDEVILLE, 2009).

Infiltrado inflamatório, densidade de microvasos e a expressão do fator de crescimento endotelial vascular foram maiores ao redor das cápsulas de titânio quando comparadas com as de ZrO₂, conforme estudo realizado por Carinci *et al* (2004). Além disso, ainda segundo a pesquisa, o nível de produtos bacterianos medidos com óxido nítrico sintase foi maior no titânio do que na zircônia. Ou seja, a zircônia pode ainda atuar como *up regulation* e *down regulation* da expressão de alguns genes, de modo que a zircônia pode ser considerada um material auto-regulador que pode modificar o *turnover* de uma matriz celular.

Stübinger *et al* (2008) avaliaram a influência LASER (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) de Er:YAG (*Erbium-doped yttrium aluminium garnet*), CO₂ (dióxido de carbono) e irradiação de laser com diodo na superfície dos implantes de zircônia polida. As análises demonstraram que os lasers de diodo e Er:YAG não causaram quaisquer alterações nas superfícies visíveis. No entanto, o laser de CO₂ produziu mudanças distintas nas superfícies dos implantes de zircônia. Portanto, de acordo com o estudo, os lasers de diodo parecem ser os únicos sistemas a laser que oferecem preservação de superfície e segurança no tratamento peri-implantar de implantes de zircônia sem qualquer risco de dano ao material.

2.1.5 Macrogeometria dos implantes de zircônia.

O implante de titânio é tradicionalmente projetado como um sistema de duas peças onde uma parte é o corpo ancorada no osso e a outra parte, o abutment, fabricado separadamente. Eles são aparafusados após a inserção do implante ou mesmo após o estabelecimento da osseointegração (HAM; ZHAO; SHEN, 2016).

Diferente do implante de titânio tradicional e devido às preocupações em relação às propriedades físicas macroscópicas complexas das estruturas cerâmicas, os primeiros sistemas de implantes cerâmicos foram fabricados em corpo único (figura 4), e são conhecidos por implantes one-piece (ANDREOTELLI, 2019).

Figura 4. Implante de zircônia one-piece.



Figura 4: (a) Momento cirúrgico de instalação de um implante cerâmico de corpo único (CANNIZZARO *et al.*, 2010). (b) Desenho implante cerâmico Straumann® PURE Ceramic Monotype (INSTITUT STRAUMANN AG, 2017).

Com intuito de avaliar cargas oclusais em implantes de corpo único pela impossibilidade de submersão durante o período de cicatrização, Cannizzaro *et al* (2010) observaram que os implantes de zircônia com carga imediata em locais pós exodontia apresentaram maior risco de falha do que os implantes colocados em locais cicatrizados, porém, no estudo não foi possível obter uma resposta conclusiva se carga oclusal tardia, exclusivamente, pode vir a diminuir possíveis falhas em implantes de zircônia de corpo único.

Impulsionados pela popularidade, excelentes resultados científicos e experiência clínica em crescimento, atualmente alguns sistemas de implantes cerâmicos vêm aprimorando seus sistemas com o intuito de ampliarem sua oferta de soluções, assim como ilustra a figura 5, um implante de cerâmica duas peças lançado em 2018 (Z-SYSTEMS AG, 2018), e figura 6, opções de componentes protéticos angulados e para próteses múltiplas.

Figura 5 - Implante Z5-BL, Z-System.



Figura 5: Implante de cerâmica de duas peças da Z-Systems com parafuso de conexão em cerâmica. O primeiro implante dentário de duas peças metal e plastic-free (Z-SYSTEMS AG, 2018).

Figura 6 - Lista de componentes para implantes Straumann® SNOW Ceramic.

SNOW BL Pilar para prótese fixa múltipla		altura da gengiva 1,5 mm, altura do pilar 4,5 mm, Ø 4,5 mm, incluindo parafuso BL-OST
		altura da gengiva 2,5 mm, altura do pilar 4,5 mm, Ø 4,5 mm, incluindo parafuso BL-OST
SNOW BL Pilar anatômico		recto, ângulo 0°, altura da gengiva 1,5 mm, altura do pilar 5,5 mm, incluindo parafuso BL-OST
		recto, ângulo 0°, altura da gengiva 2,5 mm, altura do pilar 5,0 mm, incluindo parafuso BL-OST
		angulado, ângulo 15°, altura da gengiva 1,5 mm, altura do pilar 5,5 mm, incluindo parafuso BL-OST
		angulado, ângulo 15°, altura da gengiva 2,5 mm, altura do pilar 5,5 mm, incluindo parafuso BL-OST

Figura 6 - Figura de componentes para prótese fixa múltipla (A) e componentes angulados para implantes Straumann SNOW Ceramic. Fonte: Catálogo de Produtos 2021/2022. (https://www.straumann.com/content/dam/media-center/straumann/pt/documents/catalog/product-catalog/459.201-pt_interactive.pdf)

2.1.6 Biomecânica dos implantes de zircônia de duas peças.

Sabe-se que a estabilidade primária e a eliminação de micromovimentos são os principais fatores necessários para o sucesso da osseointegração (ALBREKTSSON *et al*, 1981). De acordo com Esposito *et al* (2009), os implantes de duas peças podem minimizar as forças transmitidas à interface do implante ósseo e podem ser usados quando a estabilidade primária precisa não for alcançada.

Em um estudo biomecânico, Kohal, Finke & Klaus (2009) compararam a resistência à fratura de um protótipo de zircônia de duas peças com implantes de titânio após envelhecimento artificial. Nem o envelhecimento, nem os materiais da coroa tiveram qualquer influência na resistência à fratura dos implantes de zircônia neste experimento. Após simulação de mastigação, um alto número de falhas com os implantes de titânio ocorreu no nível do parafuso do abutment, e os grupos de implantes de zircônia mostraram linhas de fraturas da cabeça do implante.

Fraturas de abutments também foram descritas em um estudo clínico com implantes de zircônia de duas peças. A linha de fratura estava localizada na base da conexão do abutment que uma vez removidos dos implantes, uma nova coroa pôde ser instalada sem complicações adicionais (CIONCA, MÜLLER & MOMBELLI, 2015).

Com objetivo avaliar a distribuição de tensões nas próteses implanto-suportadas com implantes em zircônia e titânio localizadas em região anterior de maxila pelo método de elementos finitos, Güngör & Yilmaz (2016) concluíram que apesar das tensões sob carga horizontal gerados no osso cortical terem sido inferiores nos modelos de implantes de zircônia, os valores de tensão de cargas oblíquas foram semelhantes entre os grupos avaliados e, portanto, sob o ponto de vista biomecânico, os implantes de zircônia podem ser utilizados para apoiar próteses fixas parciais.

2.2 Discussão

Muitos estudos têm revelado que os implantes de zircônia podem estabelecer osseointegração semelhante aos implantes de titânio ou osseointegração ainda melhor. Dubruille *et al* (1999) e Schultze-Mosgau *et al* (2000) observaram relações de BIC mais altas com os implantes de zircônia quando comparados com implantes

de titânio. E ainda a densidade volume ósseo peri-implantar, segundo Gahlert *et al* (2009), foi superior em implantes de zircônia.

De acordo com estudo conduzido por Glauser *et al* (2004) não foi apenas a osseointegração dos implantes dentários de zircônia, mas também as reações do tecido peri-implantar às superfícies de zircônia que revelaram excelentes resultados.

Estudos de cultura de células mostraram reações biológicas favoráveis à zircônia, sem resposta adversa de osteoblastos e células semelhantes a osteoblastos, quando comparados aos implantes de titânio (KOHAL *et al*, 2008).

Embora o titânio ainda não tenha sido comprovado de forma conclusiva como causa de reações alérgicas em muitos pacientes (JAVED *et al*, 2013), uma baixa prevalência (0,6%) foi reportada (SICILIA *et al*, 2008). Assim, os implantes dentários de zircônia vêm sendo sugeridos como uma alternativa potencial para a reabilitação oral com implantes em pacientes que possivelmente apresentem hipersensibilidade ao titânio, e bons resultados foram apresentados a partir dos relatórios clínicos disponíveis até então (OSMAN *et al*, 2014).

Uma comparação entre diferentes superfícies de implantes de zircônia modificada mostrou cicatrização sem alterações e alta BIC (SENNERBY *et al*, 2005). Porém, definir osseointegração por BIC e valores de torque de remoção pode ser confuso. Esses valores não refletem a qualidade do osso, a presença de inflamação ou quaisquer reações de um corpo estranho (KOCH *et al*, 2010).

Kohal *et al* (2002), relatam em seu estudo tridimensional computadorizado de análise de estresse de um implante comercialmente puro padrões de distribuição de tensões baixos, bem distribuídos e semelhantes quando comparados aos implantes de titânio. Esses padrões são caracterizados pelos autores como favoráveis e uma alternativa estética viável aos implantes de titânio, especialmente em regiões anteriores de maxila, que corrobora com Borgonovo *et al* (2010) e Medeiros *et al* (2013) no que diz respeito ao potencial estético do dióxido de zircônio estabilizado com ítrio, tanto dos implantes dentários quanto dos abutments em casos de regiões com tecidos moles peri-implantares com biótipo fino.

Os implantes de zircônia também demonstraram inibir a adesão bacteriana e a formação de biofilme em sua superfície por conta de sua superfície hidrofóbica, propriedades bioinertes, lisura ideal, dentre outros (NAKATO *et al*, 1989; CIONCA *et al*, 2016). Essas propriedades bioinertes aumentam a peri-integração em torno dos

implantes de zircônia e, por sua vez, evitam o desenvolvimento de reabsorção óssea peri-implantar e inflamação do tecido mole peri-implantar, de acordo com Salihoglu, *et al* (2011).

Além da baixa colonização bacteriana, uma baixa resposta inflamatória em torno dos implantes de zircônia é atribuída ao aumento da liberação de vários fatores angiogênicos e citocinas anti inflamatórias em comparação com os implantes de titânio (LINARES *et al*, 2016).

Assim, a zircônia parece interagir ativamente com os tecidos moles induzindo diferentes vias celulares visando o processo de peri-integração. No entanto, os tratamentos físicos e químicos da superfície do implante parecem ser de suma importância no crescimento celular, adesão celular, processo de inflamação e colonização bacteriana (ZEMBIC *et al*, 2015).

Confirmando o bom desempenho clínico dos implantes de cerâmica, Bormann *et al* (2018) em seu estudo clínico obteve taxas de sobrevivência e sucesso atingindo 97,5% trinta e seis meses após a instalação dos implantes, taxas essas, comparáveis com a literatura publicada sobre implantes de cerâmica e titânio (HASHIM *et al*, 2016; JUNG *et al*, 2012).

A composição do material dos implantes dentários de zircônia e o termo associado "livre de metal" são persistentemente questionados (ECKERT, 2019). Atualmente, não existe uma definição padronizada nem limites para o termo "isento de metais", mas o termo implica em uma considerável quantia de composição livre de metais. Alega-se que os implantes dentários de zircônia contenham compostos de óxido de zircônio e seus dopantes, e portanto possam ser considerados holisticamente não metálicos, uma vez que os óxidos metálicos têm propriedades físicas predominantemente não metálicas (LUIGHI & SERGO, 2010). No entanto, embora a biomecânica, a osseointegração e as taxas de sobrevivência dos implantes dentários de cerâmica venham sendo cada vez mais investigadas (CIONCA *et al*, 2017), pouco ainda é conhecido e publicado sobre a composição elementar e a pureza dos implantes dentários de zircônia (BEGER *et al*, 2018).

Embora relevâncias estatísticas comportamentais dos implantes de zircônia e titânio venham sendo cada vez mais identificadas, pesquisadores renomados e entusiastas concordam que mais estudos adicionais, *in vitro* e *in vivo* devem ser

realizados para validar esses achados (ANDREIOTELLI *et al*, 2009; CIONCA *et al*, 2017; ECKERT, 2019).

3 CONCLUSÃO

Nesta revisão de literatura foram avaliados os benefícios estéticos, benefícios clínicos e taxas de sucesso e sobrevivência do uso de implantes "metal-free" como possíveis alternativas aos implantes de titânio. Em conclusão, a osseointegração dos implantes de zircônia é bastante promissora. E como o titânio, a zircônia, de acordo com os estudos aqui citados, apresenta excelente mecânica e osseointegração, propriedades biocompatíveis com grande potencial para servir como um material estético de implante com altas taxas de sobrevivência e sucesso, pequenas perdas ósseas e bom comportamento do tecido mole. A cerâmica apresenta ainda uma vantagem estética significativa sobre os metais e fornece uma excelente solução biocompatível para pacientes que buscam alternativas altamente estéticas ao metal, que condizem com seu estilo de vida natural e princípios holísticos de saúde. A questão a saber se os implantes dentários de zircônia examinados podem ser classificados holisticamente como "livres de metal" ou não ainda permanece controversa e filosófica. Embora os implantes de cerâmica representem atualmente um nicho de mercado, sua popularidade vem crescendo, e conseqüentemente, a busca por alternativas aos tratamentos convencionais. Contudo, a macro geografia dos implantes de zircônia e dos componentes protéticos, tratamento da superfície e composição química destes implantes devem ser bem avaliados antes de selecionar o sistema de implantes de zircônia a ser utilizado, considerando o tipo protocolo reabilitador a ser empregado, como vantagens e desvantagens do sistema de implante eleito para próteses unitárias, fixas ou múltiplas, assim como nos sistemas de implantes de titânio. Em certo sentido, uma nova abordagem deve ser adotada ao lidar com os implantes de zircônia, no entanto, é importante entender as semelhanças e diferenças entre implantes de zircônia e de titânio de modo a permitir que o clínico saiba fornecer a melhor opção de tratamento para a necessidade específica que seu paciente solicita.

REFERÊNCIAS

ALBREKTSSON, T. *et al.* Osseointegrated titanium implants: requirements for ensuring a longlasting, direct bone-to-implant anchorage in man. *Acta Orthop Scand.* 1981, 52: 155–170.

ALTMANN, B. *et al.* Distinct cell functions of osteoblasts on UV-functionalized titanium- and zirconia-based implant materials are modulated by surface topography. *Tissue Eng. Part C, Methods.* 2013, 19(11):850–863.

ANDREIOTELLI, M., WENZ, H.J, KOHAL, R-J. Are ceramic implants a viable alternative to titanium implants? A systematic literature review. *Clin. Oral Impl. Res.* 20 (Suppl. 4), 2009; 32–47.

BORGONOVO, A.E *et al.* Edentulous jaws rehabilitation with yttrium-stabilized zirconium dioxide implants: two years follow-up experience. *Minerva Stomatol.* 2010, Jul-Aug;59(7-8):381-92.

BORMANN, K.H. *et al.* A prospective clinical study to evaluate the performance of zirconium dioxide dental implants in a single-tooth edentulous area: 3-year follow-up. *BMC Oral Health.* 2018; 18, 181.

BRANEMARK, P.I. *et al.* Intra-osseous anchorage of dental prostheses. I. Experimental studies. *Scand J Plast Reconstr Surg.* 1969, 3: 81–100.

BRANEMARK, P.I. *et al.* Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10- year period. *Scand J Plast Reconstr Surg Suppl.* 1977, 16: 1–132.

CANNIZZARO, G. *et al.* Immediate occlusal versus non-occlusal loading of single zirconia implants. A multicentre pragmatic randomised clinical trial. *Eur J Oral Implantol.* 2010 Summer;3(2):111-20.

CARINCI, F. *et al.* Zirconium oxide: analysis of MG63 osteoblast-like cell response by means of a microarray technology. *Biomaterials.* 2004, 25:215–28.

CIONCA, N. *et al.* Pro-inflammatory cytokines at zirconia implants and teeth: a cross-sectional assessment. *Clin Oral Investig* 2016;20:2285–91.

CIONCA, N., HASHIM, D., MOMBELLI, A. Zirconia dental implants: where are we now, and where are we heading? *Periodontology*. 2017. 73 (1), 241–258, 2000

CIONCA, N., MÜLLER, N., MOMBELLI, A. Two-piece zirconia implants supporting all-ceramic crowns: a prospective clinical study. *Clin Oral Implants Res* 2015; 26: 413–418.

DUBRUILLE, J.H., et al. Evaluation of combinations of titanium, zirconia, and alumina implants with 2 bone fillers in the dog. *Int J Oral Max Impl.* 1999;14(2):271–277.

ECKERT, S., Editorial: when is metal-free devoid of metal? *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*. 2019. 34 (2), 305-305.

EGUSA, H. *et al.* Suspected association of an allergic reaction with titanium dental implants: a clinical report. *Journal Prosthetic Dentistry*. 2008, 100: 344–347.

ESPOSITO, M. *et al.* Interventions for replacing missing teeth: 1-versus 2-stage implant placement. *Cochrane Database Syst Rev* 2009;3:CD006698.

GAHLERT, M. *et al.* Osseointegration of zirconia and titanium dental implants: a histological and histomorphometrical study in the maxilla of pigs. *Clin Oral Implants Res*. 2009 Nov;20(11):1247-53.

GLAUSER, R. *et al.* 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;17:285–290.

GÜNGÖR, M., YILMAZ, H. Evaluation of stress distributions occurring on zirconia and titanium implant-supported prostheses: A three-dimensional finite element analysis. *J Prosthet Dent*. 2016 Sep;116(3):346-55.

HALLAB, N; MERRITT, K; JACOBS, J.J. Metal sensitivity in patients with orthopaedic implants. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2001, 83, 428–436.

HAN, J; ZHAO, J; SHEN, Z. Zirconia ceramics in metal-free implant dentistry. *Advances in Applied Ceramics*. 2017, 116:3, 138-150

HASHIM, D. *et al.* A systematic review of the clinical survival of zirconia implants. *Clin Oral Investig*. 2016;20:1403–17.

HENSTEN-PETTERSENH, A. Allergy and hypersensitivity. In: Morrey, B.F., ed. *Biological, Material, and Mechanical Considerations of Joint Replacements*. 1993, 353–360. New York: Raven Press.

HISBERGUES, M.; VENDEVILLE, S.; VENDEVILLE, P. Zirconia: Established facts and perspectives for a biomaterial in dental implantology. *J Biomed Mater Res. Part B, Appl Biomater*. 2009, 88B(2):519–529.

INSTITUT STRAUMANN AG, Informações básicas sobre os procedimentos cirúrgicos e protéticos: Implante cerâmico Straumann® PURE Ceramic. Manual. 2014. Disponível em: [Catálogo De Produtos 2021/2022](#)

JAVED, F *et al*. Is titanium sensitivity associated with allergic reactions in patients with dental implants? A systematic review. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*. 2013; 15: 47–52.

JUNG R.E. *et al*. Systematic review of the survival rate and the incidence of biological, technical, and aesthetic complications of single crowns on implants reported in longitudinal studies with a mean follow-up of 5 years. *Clin Oral Implants Res*. 2012, 23 Suppl 6:2–21.

KOCH, F., *et al*. Osseointegration of one-piece zirconia implants compared with a titanium implant of identical design: a histomorphometric study in the dog. *Clin Oral Implants Res* 2010; 21: 350–356.

KOHAL, R.J., FINKE, H.S., 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;11:323-9.

KOHAL, R.J. *et al*. Three-dimensional computerized stress analysis of commercially pure titanium and yttrium-partially stabilized zirconia implants. *Int J Prosthodont*. 2002;15:189–194.

LANGHOFF, J.D., *et al*. Comparison of chemically and pharmaceutically modified titanium and zirconia implant surfaces in dentistry: a study in sheep. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2008, 37: 1125–1132.

LINARES, A. *et al*. Histological assessment of hard and soft tissues surrounding a novel ceramic implant: a pilot study in the minipig. *J Clin Periodontol* 2016;43:538–46.

LINDHE, J; MEYLE, J. Peri-implant diseases: Consensus Report of the Sixth European Workshop on Periodontology. J Clin Periodontol. 2008; 35 (Suppl. 8): 282–285.

LUCKEY, T.D; VEUGAPAL, B. Metal toxicity in mammals. II. New York: Plenum Press. 1979

LUGHI, V., SERGO, V. Low temperature degradation -aging- of zirconia: a critical review of the relevant aspects in dentistry. Dent. Mater 2010. 26 (8), 807–820.

de MEDEIROS, R.A. *et al.* Analysis of the peri-implant soft tissues in contact with zirconia abutments: an evidence-based literature review. J Contemp Dent Pract. 2013 May 1;14(3):567-72.

MCLEAN, J.W. Evolution of dental ceramics in the twentieth century. J Prosthet Dent 2001;85:61–6.

MULLER, K., VALENTINE-THO, E. Hypersensitivity to titanium: clinical and laboratory evidence. Neuro Endocrinol Lett. 2006, 27(Suppl. 1):31–35.

NAKAZATO, G., *et al.* In vivo plaque formation on implant materials. Int J Oral Maxillofac Implants 1989;4:321–6

NORO, A. *et al.* Influence of surface topography and surface physicochemistry on wettability of zirconia (tetragonal zirconia polycrystal). J Biomed Mater Res. Part B, Appl Biomater. 2013, 101B(2):355–363.

OSMAN, R.B., SWAIN, M.V., ATIEH, M., MA, S., DUNCAN, W. Ceramic implants (Y-TZP): are they a viable alternative to titanium implants for the support of overdentures? A randomized clinical trial. Clin Oral Implants Res. 2014, 25 (12):1366–77.

PICONI, C.; MACCAURO, G. Zirconia as a ceramic biomaterial. Biomaterials. 1999, 20(1):1-25.

PJETURSSON, B.E. *et al.* A systematic review of the survival and complication rates of implant-supported fixed dental prostheses (FDPs) after a mean observation period of at least 5 years. Clin Oral Implants Res. 2012, 23 Suppl 6:22–38.

ROEHLING, S. K.; MENG, B.; COCHRAN, D. L. Sandblasted and acid-etched implant surfaces with or without high surface free energy: Experimental and clinical background. In *Implant Surfaces and their Biological and Clinical Impact*. 2015: 93-136. Springer Berlin Heidelberg.

SALIHOGU, U. *et al.* Bacterial adhesion and colonization differences between zirconium oxide and titanium alloys: an in vivo human study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2011;26:101–7.

SCHROEDER, A; POHLER, O; SUTTER, F. Tissue reaction to an implant of a titanium hollow cylinder with a titanium surface spray layer. *SSO Schweiz Monatsschr Zahnheilkd.* 1976, 86: 713–727.

SCHULTZE-MOSGAU, S., *et al.* Osseointegration of endodontic endosseous cones - Zirconium oxide vs titanium. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2000;89 (1):91–98.

SENNERBY, L. *et al.* Bone tissue responses to surface-modified zirconia implants: A histomorphometric and removal torque study in the rabbit. *Clinical Implant Dentistry and Related Research.* 2005, 7:S13–S20.

SICILIA, A. *et al.* Titanium allergy in dental implant patients: a clinical study on 1500 consecutive patients. *Clin. Oral Impl. Res.* 19. 2008; 823–835.

SIDDIQ, A. *et al.* Titanium allergy: could it affect dental implant integration? *Clin Oral Implants Res.* 2011, 22:673–80.

STÜBINGER, S., *et al.* Effect of Er:YAG, CO(2) and diode laser irradiation on surface properties of zirconia endosseous dental implants. *Lasers Surg Med.* 2008, 40:223–228.

TAYLOR, T.D.; KLOTZ, M.W.; LAWTON, R.A. Titanium tattooing associated with zirconia implant abutments: a clinical report of two cases. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, v. 29, n. 4, 2014.

THOMA, D.S. *et al.* Discoloration of the peri-implant mucosa caused by zirconia and titanium implants. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2016, 36:39–45.

UCHIDA, M., *et al.* Apatite-forming ability of a zirconia/alumina nano-composite induced by chemical treatment. *J Biomed Mater Res.* 2002, 60(2):277–282.

VALENTINE-THON, E.; SCHIWARA, H.W. Validity of Melisa for metal sensitivity testing. *Neuro Endocrinol Lett.* 2003, 24(1–2):57–64.

WILLIAMS, D.F. Titanium: epitome of biocompatibility or cause for concern (Editorials). *The Journal Of Bone and Joint Surgery.* 1994, 7-B: 348– 349.

VOLZ, U.. Dental implant. WO2004096075 A1; 2004.

XIBBLE, A.A., *et al.* Effect of silica coating and silanization on flexural and composite-resin bond strengths of zirconia posts: an in vitro study. *J Prosthet Dent.* 2006, 95(3):224-9.

ZEMBIC, A., *et al.* Eleven-year follow-up of a prospective study of zirconia implant abutments supporting single all-ceramic crowns in anterior and premolar regions. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2015;17(Suppl 2): e417–426.

Z-SYSTEMS, AG. 2018 [Z-Systems announces Strategic Partnership with the Straumann Group](#)

YE, H., GU, Z., GRACIAS, D.H. Kinetics of ultraviolet and plasma surface modification of poly(dimethylsiloxane) probed by sum frequency vibrational spectroscopy. *Langmuir.* 2006, 22(4):1863–1868.