

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ODONTOLOGIA

SÉRGIO HENRIQUE MIRANDA DE BARROS

O USO DA ZIRCÔNIA NA PRÁTICA ODONTOLÓGICA REABILITADORA

Porto Alegre
2016

SÉRGIO HENRIQUE MIRANDA DE BARROS

O USO DA ZIRCÔNIA NA PRÁTICA ODONTOLÓGICA REABILITADORA

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Graduação em
Odontologia da Faculdade de Odontologia da
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
como requisito parcial para a obtenção do
título de Cirurgião-Dentista.

Orientador: Prof. Dr. Luís Carlos da Fontoura
Frasca

Porto Alegre
2016

CIP - Catalogação na Publicação

Miranda de Barros, Sérgio Henrique
O uso da zircônia na prática odontológica
reabilitadora / Sérgio Henrique Miranda de Barros. --
2016.
30 f.

Orientador: Luís Carlos da Fontoura Frasca.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) --
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade
de Odontologia, Curso de Odontologia, Porto Alegre,
BR-RS, 2016.

1. zircônia. 2. reabilitação protética. 3.
biocompatibilidade. 4. estética. 5. cimentação. I. da
Fontoura Frasca, Luís Carlos, orient. II. Título.

RESUMO

BARROS, Sérgio Henrique Miranda de. **O uso da zircônia na prática odontológica reabilitadora**. 2016. 30 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

O dióxido de zircônio (ZrO_2) ou zircônia é um material cerâmico que apresenta características incomparáveis, como alta resistência à compressão, excelentes estética e biocompatibilidade, baixa adesão de placa bacteriana e características mecânicas comparáveis às dos metais. Quando falamos em reabilitação protética, a zircônia vem cada vez mais ocupando lugar de destaque, sendo utilizada na confecção de próteses fixas, como implantes e componentes de implantes, bem como subestruturas de restaurações unitárias e múltiplas. O objetivo deste trabalho foi apresentar as principais características da cerâmica zircônia, sua utilização na área de Prótese Odontológica e discutir as vantagens e limitações decorrentes do emprego deste material. O presente trabalho é do tipo revisão de literatura, em que foram consultados livros, revistas e principalmente artigos científicos, nos idiomas inglês, português e espanhol, nos bancos de dados dos sites PubMed, Portal de Periódicos – CAPES/MEC, Elsevier e ResearchGate, produzidos no período de 1990 a 2015. Foi constatado, a partir do trabalho de revisão de literatura selecionada, que a zircônia – por suas excelentes características – é uma alternativa real a ser utilizada em diferentes tipos de reabilitações protéticas. Os valores das taxas de sobrevivência das peças em zircônia são bastante elevados e próximos aos encontrados quando estruturas semelhantes, porém metálicas, são empregadas e avaliadas. A principal falha relatada foi a fratura do recobrimento de porcelana nas coroas com subestrutura em zircônia.

Palavras-chave: Zircônia. Reabilitação protética. Biocompatibilidade. Estética. Cimentação.

ABSTRACT

BARROS, Sérgio Henrique Miranda de. **Use of Zirconia in Dental Rehabilitation.** 2016. 30 p. Final Paper (Graduation in Dentistry) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

Zirconium dioxide (ZrO_2) or zirconia is a ceramic material with unmatched characteristics, such as high compressive strength, excellent aesthetics and biocompatibility, low adhesion of bacterial plaque and mechanical characteristics comparable to those of metals. When speaking of prosthetic rehabilitation, zirconia has been gaining a prominent place, being used in the manufacturing of fixed prostheses such as implants and implant components, and also of substructures for single and multiple restorations. The goal of this study was to present the main features of ceramic zirconia, its use in the field of Dental Prosthetics and discuss the advantages and limitations of using this material. This study was a literature review carried out on books, journals, and especially scientific articles in English, Portuguese and Spanish. Research was done on PubMed, *Portal de Periódicos* - CAPES/MEC, Elsevier and ResearchGate. The articles were written between 1990 and 2015. From the literature selected for the review, it was concluded that zirconia - for its excellent characteristics - is a real alternative to be used in different types of prosthetic rehabilitations. The values of the survival rates of pieces made of Zirconia are high and close to those found when similar, but metal, structures were used and assessed. The main reported failure was the fracture of the porcelain coating in crowns with zirconia substructures.

Keywords: Zirconia. Prosthetic rehabilitation. Biocompatibility. Aesthetics. Cementation.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	5
2	OBJETIVOS	8
3	METODOLOGIA	9
4	REVISÃO DE LITERATURA	10
4.1	CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ZIRCÔNIA	10
4.1.1	Características mecânicas	10
4.1.2	Biocompatibilidade	10
4.1.3	Características estéticas	11
4.2	O USO DA ZIRCÔNIA NA REABILITAÇÃO PROTÉTICA.....	12
4.2.1	O uso da zircônia em implantodontia	12
4.2.1.1	Implantes em zircônia.....	12
4.2.1.2	Pilares de implantes em zircônia	14
4.2.2	O uso da zircônia em próteses fixas unitárias e múltiplas (pontes fixas)	16
4.2.2.1	Coroas unitárias	17
4.2.2.2	Próteses fixas múltiplas.....	17
4.2.2.3	Tratamento de superfície e cimentação	18
5	DISCUSSÃO	21
6	CONCLUSÃO	26
	REFERÊNCIAS	27

1 INTRODUÇÃO

“Keramos” é uma palavra grega, cujo significado é argila, e que deu origem ao termo cerâmica. As primeiras evidências da existência da cerâmica foram achadas há cerca de 13 mil anos, em escavações na região do Vale do Rio Nilo, no Egito. Sabe-se, também, que desde o século X, os chineses já dominavam a arte da produção de cerâmica a partir de três componentes básicos: caulim, sílica e feldspato. No ano de 1720, os europeus conseguiram desenvolver um tipo de porcelana fina e translúcida, próxima à porcelana chinesa, composta de feldspato e tendo o óxido de cálcio como agente fundente. Já em 1774, o farmacêutico francês Alexis Duchateau, usuário de próteses totais, estava insatisfeito com a aparência estética e o odor desagradável dos dentes de marfim, decidindo substituí-los por dentes de cerâmica. Duchateau, posteriormente, buscou auxílio do dentista Nicholas Dubois de Chemant, resultando na introdução definitiva das cerâmicas na Odontologia (GOMES et al., 2008).

Atualmente, a cerâmica odontológica ou porcelana dentária é um dos materiais dentários mais desenvolvidos, sendo utilizada na fabricação de dentes, coroas, pontes, facetas, *inlays*, *onlays*, *overlays*, pinos e núcleos intra-canais e até implantes. Apresenta características incomparáveis, tais como estabilidade química, alta resistência à compressão, estética excelente e biocompatibilidade com baixa adesão de placa. Além disso, a porcelana dentária também exibe diversas propriedades físicas com valores muito semelhantes aos do esmalte dentário, beneficiando bastante o prognóstico das restaurações cerâmicas (BONA, 2009).

A zircônia, ou dióxido de zircônio (ZrO_2), é um óxido cristalino do zircônio (MANICONE; IOMMETTI; RAFFAELLI, 2007). Tecnicamente, a zircônia é um material cerâmico insolúvel em água, que não apresenta citotoxicidade e nem contribui para a adesão bacteriana. Esta, através de estudos *in vitro* e *in vivo*, mostrou-se inferior à observada no titânio, por exemplo. O emprego da zircônia (dióxido do zircônio - ZrO_2) como material dentário é assunto que tem despertado bastante interesse em profissionais relacionados à Odontologia, haja vista que tal cerâmica apresenta propriedades mecânicas semelhantes às de metais e coloração similar à dos dentes naturais (RAMESH et al., 2012).

As cerâmicas policristalinas à base de zircônia, de acordo com sua microestrutura, podem ser divididas em três tipos distintos: FSZ (*fully stabilized zirconia*), PSZ (*partially stabilized zirconia*) e TZP (*tetragonal zirconia polycrystals*). Este último, o tipo de cerâmica mais empregado em Odontologia e constituído basicamente pela fase tetragonal, que geralmente é estabilizada com óxido de ítrio (3%-6% em peso), dando origem à Y-TZP (zircônia tetragonal estabilizada com ítria). Outro importante aspecto inerente aos materiais à base de zircônia diz respeito ao aumento da tenacidade por consequência de troca de fase. A zircônia adota três formas cristalinas dependentes diretamente da temperatura: monoclinica (da temperatura ambiente até cerca de 1170°C), tetragonal (de 1170°C a 2370°C) e cúbica (acima de 2370°C até atingir o ponto de fusão) (BELO et al., 2013).

A fim de estabilizar a fase tetragonal à temperatura ambiente, à zircônia pura, são acrescentados óxidos (de cálcio – CaO, magnésio – MgO, ítrio – Y₂O₃ ou cério CeO₂) que, quando o material estabilizado for exposto a tensões, haverá a troca da fase tetragonal para monoclinica. Esta, ocupante de volume 3 a 5% superior àquele verificado na fase tetragonal, resultando na geração de tensões de compressão e nucleação de microtrincas ao redor de possíveis defeitos. Com isso, evita-se que a trinca se propague e o material venha a fraturar. É por causa desse mecanismo que a cerâmica odontológica Y-TZP apresenta as melhores propriedades mecânicas (BELO et al., 2013).

O emprego da zircônia como biomaterial teve início nos anos 1970, quando foi amplamente utilizada como prótese de quadril. Na Odontologia, desde 2004 esse tipo de cerâmica vem sendo utilizado para a fabricação de pontes e coroas (ANUSAVICE et al., 2013). Além disso, a zircônia é utilizada com sucesso na confecção de implantes, sendo alternativa àqueles em titânio (APRATIM et al., 2015). Também em zircônia, pilares customizados de implantes têm levado algumas vantagens em relação aos pilares metálicos, tais como: menores descoloração da mucosa, citotoxicidade praticamente inexistente, quando testados *in vitro* com fibroblastos gengivais humanos (PINTO et al., 2014). A superfície da zircônia, quando comparada às de peças em titânio, possui menor colonização bacteriana e é resistente à corrosão, possibilitando o desenvolvimento de células epiteliais dos tecidos periimplantares (PESQUEIRA et al., 2014).

Outras aplicações da zircônia podem ser observadas na área de Ortodontia, especificamente em bráquetes cerâmicos, que têm a estética apontada como vantagem em relação a componentes similares confeccionados em aço inoxidável (KEITH; KUSY; WHITLEY, 1994). Instrumentos de corte, brocas e fresas também já podem ser encontrados em zircônia. Tais materiais possibilitam, além de corte ideal, suavidade, menor vibração e resistência comprovada à corrosão química (KOUTAYAS et al., 2009).

2 OBJETIVOS

O presente trabalho tem por objetivo analisar, através de uma revisão de literatura, a utilização da zircônia na odontologia clínica reabilitadora. A partir de informações coletadas por meio de levantamento bibliográfico, serão analisados e discutidos diversos fatores referentes ao material cerâmico em questão, tais como: características mecânicas, biocompatibilidade, estética, utilização em reabilitação protética, comercial, limitações, etc. Assim, através de evidências clínicas cientificamente embasadas, se pretende auxiliar o cirurgião-dentista a compreender melhor os diferentes aspectos que envolvem a utilização da zircônia, facilitando sua tomada de decisão acerca dos casos em que este material é o mais indicado.

3 METODOLOGIA

Para a execução deste trabalho, do tipo revisão de literatura, foram utilizadas publicações – livros, revistas e artigos científicos – a partir de 1990 até 2015, nas bases de dados eletrônicas: PubMed, Portal de Periódicos – CAPES/MEC, Elsevier e ResearchGate. Foram consultados materiais escritos nos idiomas inglês, português e espanhol. As palavras-chaves utilizadas foram: zircônia, reabilitação protética, biocompatibilidade, estética, cimentação.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ZIRCÔNIA

4.1.1 Características Mecânicas

A zircônia é um material cerâmico que apresenta boa estabilidade química e dimensional, bem como resistência mecânica, dureza e módulo de Young de valores semelhantes aos do aço inoxidável (ANDREI OULO; GONÇALVES; DIAS, 2011). Aliás, de maneira geral, as propriedades mecânicas da zircônia assemelham-se às do aço inoxidável. A resistência à tração do referido material alcança valores entre 900 e 1200 Mpa e sua resistência à compressão fica em torno de 2000 Mpa. Em relação às tensões cíclicas, testes realizados por Cales e Stefani (1994) mostraram que a zircônia apresenta boa tolerância a estes esforços: aplicando-se força equivalente a 28 KN, foram necessários cerca de 50 bilhões de ciclos para fraturar as amostras, entretanto, quando aplicada força superior a 90 KN, verificou-se a ocorrência de falhas estruturais com apenas 15 ciclos. Tratamentos de superfície são capazes de provocar modificações nas propriedades físicas da zircônia. Quando exposta por tempo prolongado à umidade, pode ocorrer neste material cerâmico um efeito prejudicial conhecido por “envelhecimento da zircônia”. Além disso, a resistência da zircônia pode apresentar diminuição quando há moagem de sua superfície, fenômeno constatado por Kosmac et al. (1999), que verificou menores resistência média e confiabilidade do material, após moagem superficial (RAMESH et al., 2012).

4.1.2 Biocompatibilidade

A zircônia é um material que apresenta elevada biocompatibilidade, não desencadeando efeito citotóxico local ou sistêmico, bem como reações adversas (VOLPATO et al., 2011). De acordo com Vagkopoulou et al. (2009) e Ali et al. (2014), quando comparada a outros materiais, tais como titânio e alumina, estudos *in vitro* revelaram que a zircônia tem menor toxicidade que o primeiro e é semelhante ao segundo elemento químico citado. Além disso, não foram observadas alterações em fibroblastos, células sanguíneas e nem reações

carcinogênicas e/ou mutagênicas relacionadas à utilização de peças em zircônia.

Um aspecto muito importante relacionado à biocompatibilidade da zircônia é a baixa adesão bacteriana. Tal característica contribui para que as restaurações neste material resultam em número bastante pequeno de casos de infiltração marginal, bem como de alterações nos tecidos periodontais adjacentes. Scarano et al. (2004), comparou os níveis de adesão bacteriana na superfície de estruturas semelhantes, porém confeccionadas em materiais diferentes: para a peça em zircônia, o valor encontrado foi 12,1%, ao passo que, para a estrutura de titânio, ficou em 19,3% (MANICONE; IOMMETTI; RAFFAELLI, 2007). Além disso, diversos estudos envolvendo a colocação de implantes em animais mostraram que a zona de contato osso-implante, para peças em zircônia, é semelhante à observada quando utilizados pinos de titânio (BORGONOVO et al., 2015).

4.1.3 Características Estéticas

Por ter propriedades ópticas adequadas, as cerâmicas odontológicas assemelham-se a um dente natural. São materiais de excelente estética e que, por isso, atendem às exigências da sociedade moderna (GOMES et al., 2008). De tais cerâmicas, duas características são esperadas: translucidez e resistência. A translucidez torna possível a reprodução da estética dental, enquanto a resistência faz com que a peça protética consiga suportar esforços mastigatórios. Atualmente, entretanto, não há material cerâmico que reúna ambas as características, principalmente quando nos referimos a próteses fixas. Assim, a solução encontrada consiste na utilização de uma subestrutura, sobre a qual é aplicado um revestimento estético de cerâmica vítrea ou feldspática (VOLPATO et al., 2011).

Em relação à subestrutura, é crescente o uso desta peça confeccionada em zircônia, fato que pode ser explicado pela grande resistência deste material cerâmico (PICONI; RIMONDINI; CERRONI, 2012). Para situações que envolvem necessidade estética, como o mascaramento de substratos policromáticos (presença de núcleos metálicos fundidos, dentes de coloração alterada, etc.), a opacidade da zircônia, bem como sua coloração branca, são bastantes

interessantes para a fabricação de subestruturas, pois tornam mais fácil a obtenção de características semelhantes às de um dente natural (HEFFERNAN et al., 2002).

A zircônia branca (natural) é cerâmica de coloração branca bastante intensa, o que a torna de cor diferente dos dentes naturais. Assim, para este tipo de zircônia, deve-se lançar mão de um revestimento em estrato opaco colorido, a fim de adaptá-la à confecção dos pigmentos existentes nas escalas de referência, principalmente nas situações que envolvem cores de maior intensidade cromática. Já a zircônia colorida, por seu turno, é bastante útil nas situações em que há anatomia desfavorável, bem como presença de espaços residuais insuficientes. Ambos os casos, acabam impossibilitando a utilização de espessura adequada de cerâmica. A zircônia colorida, portanto, facilita o trabalho do técnico nestas ocasiões (PICONI; RIMONDINI; CERRONI, 2012).

4.2 O USO DA ZIRCÔNIA NA REABILITAÇÃO PROTÉTICA

4.2.1 O uso da zircônia em implantodontia

4.2.1.1 Implantes em zircônia

Os implantes dentários têm, cada vez mais, despontado como importantes agentes de melhora da qualidade de vida daqueles que necessitam de reabilitação odontológica. O titânio, bem como suas ligas, são – atualmente – os principais materiais utilizados na fabricação de implantes. Entretanto, tais materiais apresentam algumas características desfavoráveis, tais como coloração cinzenta (que pode interferir no resultado estético do trabalho), reações galvânicas (provocadas pelo contato do implante junto à saliva e ao flúor), resposta inflamatória e até mesmo processos de reabsorção óssea. Como alternativa aos implantes de titânio, foram desenvolvidas peças semelhantes, porém confeccionadas a partir da zircônia. Esta cerâmica vem chamando a atenção de profissionais devido a uma gama de importantes propriedades: potencial de osseointegração, translucidez e cor branca semelhantes às de um dente natural, menor colonização bacteriana – na região de entorno – quando

comparada aos implantes de titânio, radiopacidade semelhante à do titânio e, segundo alguns estudos, melhor biocompatibilidade (APRATIM et al., 2015).

Os implantes dentários a partir de zircônia atualmente utilizados são constituídos pela cerâmica do tipo Y-TZP, detentora de elevadas capacidades de resistência à fratura (KIC:~6-10MPa m^{1/2}) e à flexão (aproximadamente 1200 Mpa), bem como um módulo de elasticidade inferior (200 GPa) (ANDREIOTELLI; WENZ; KOHAL, 2009).

Há, hoje, no mínimo, cinco sistemas de implantes em zircônia (Y-TPZ) disponíveis para uso clínico:

- SIGMA (Incermed AS, Lausana);
- Z-look3 (Z-Systems AG, Konstanz, Alemanha);
- White Sky (Bredent GmbH, Senden, Alemanha);
- zit-z (Ziterion GmbH, Uffenheim, Alemanha);
- CeraRoot (oral Iceberg SL, Barcelona).

O primeiro sistema de implantes citado, SIGMA, é o único que utiliza um pino do tipo “munhão” cerâmico, inserido com conexão hexagonal. Os outros quatro, são pinos cuja forma é de parafuso e tipo monobloco (PICONI; RIMONDINI; CERRONI, 2012).

Quando o assunto é a taxa de sobrevivência de implantes em zircônia, diversos autores realizaram estudos abordando o tema. Borgonovo et al. (2015) propuseram-se a avaliar as taxas de sobrevivência e sucesso, bem como a perda óssea marginal, etc. Foram analisados 20 implantes – todos em zircônia – seis meses após a cirurgia e, a partir de então, avaliações clínico-radiográficas passaram a ser realizadas anualmente a fim verificar a saúde dos tecidos periimplantares, bem como perdas ósseas marginais, etc. Neste estudo, os pesquisadores observaram surpreendentes taxas de sobrevivência e sucesso iguais a 100%. Já a perda óssea marginal média, dois anos após procedimento cirúrgico, ficou estimada em 2,1 milímetros.

Noutro estudo, Becker et al. (2015) realizaram trabalho de pesquisa cuja finalidade era analisar o desempenho clínico de implantes em zircônia por um período de dois anos. Como resultado, foi obtida uma taxa de sobrevivência de 95,8%. Além disso, também foi observado aumento – em todos os locais de implantes – do nível da mucosa vestibular e ganho em tecido queratinizado após

dois anos. Roehling et al. (2015) também avaliaram o desempenho clínico de implantes de zircônia de primeira geração. Setenta e um pacientes receberam 161 implantes e, após sete anos, 125 implantes sobreviventes (77,63%) permaneciam em condições satisfatórias. Neste estudo, nenhum dos implantes analisados apresentava histórico de infecção periimplantar. Radiograficamente, a perda óssea média foi de $0,97 \pm 0,07$ mm.

Segundo Payer et al. (2015), que se dedicaram durante dois anos ao estudo comparativo de 31 implantes, sendo 16 de zircônia e 15 de titânio, houve perda óssea marginal significativa ($P < 0,001$) nos dois grupos, sendo Ti: 1,43 (SD $\pm 0,67$) e Zr 1,48 (SD $\pm 1,05$). As taxas de sobrevida global e sucesso foram de 93,3% para as peças de zircônia e 100% para as confeccionadas em titânio. Sendo assim, análises acerca das taxas de sobrevivência e sucesso decorrentes da utilização de implantes em zircônia revelam valores bastante satisfatórios, de acordo com Borgonovo et al. (2015), Becker et al. (2015) e Roehling et al. (2015). Também se é possível perceber a ausência de diferenças significativas quando comparados implantes de zircônia e titânio (PAYER et al., 2015).

4.2.1.2 Pilares de Implantes em zircônia

Atualmente, pilares metálicos são os mais utilizados em reabilitações implanto-suportadas. Tais peças, entretanto, não atendem completamente as exigências estéticas e biológicas necessárias para o êxito de próteses sobre implantes. Com o aumento significativo de exigência estética por parte de pacientes, os pilares cerâmicos vêm cada vez ganhando mais espaço, pois conferem melhores translucidez e biocompatibilidade, quando comparados aos pilares metálicos (OLIVA et al., 2009). Além disso, os pilares de cerâmica conseguem impedir o escurecimento gengival que, em alguns casos, pode ser observado quando um pilar metálico é instalado sob gengiva de pouca espessura, esta, incapaz de bloquear a reflexão de luz proveniente do metal. Outra importante característica dos pilares cerâmicos é sua lisura de superfície, que torna altamente desfavorável o acúmulo de biofilme à peça (ZAMPONI et al., 2011).

O pilar de alumina foi o primeiro pilar cerâmico a ser utilizado em implantodontia, no ano de 1993. Posteriormente, foram desenvolvidos pilares cerâmicos de alumina reforçados com zircônia infiltrada por vidro e, finalmente, o pilar de óxido de zircônia estabilizado por ítrio. Este, duas vezes mais resistente à fratura quando comparado a peças semelhantes confeccionadas em alumina. Tal diferença de resistência pode ser compreendida através de uma análise microestrutural, em que os pilares de zircônia são compostos por partículas menores, têm alta densidade, bem como um mecanismo polimórfico que evita a propagação de trincas (ZAMPONI et al., 2011).

Quando falamos em “pilares personalizados”, referimo-nos àqueles cujo preparo é individual, ou seja, é específico para cada situação. Com a utilização desses componentes, se é possível reduzir problemas de alinhamento e angulação de implantes, conferindo à peça protética melhor perfil de emergência (ORSINI; PROGIANTE; MANETTI, 2015).

Estudo realizado por Sailer et al. (2009), acompanhou por um período de três anos reabilitações unitárias implanto-suportadas. Os pesquisadores observaram haver semelhanças entre as taxas de sobrevivência e os resultados técnicos e biológicos, quando utilizados pilares cerâmicos de zircônia ou pilares de titânio. Os pilares de zircônia também apresentam maior controle na adaptação marginal, de acordo com Yüzügüllü e Avci (2008). Noutro estudo, este realizado por Zembic et al. (2015), foi analisado um total de 31 pilares de implantes de zircônia, em 16 pacientes participantes. Para um período de preservação de 11 anos, observou-se uma taxa de sobrevivência de 100%. Neste trabalho, ocorreu o desprendimento de dois parafusos de coroas, bem como três fraturas de cerâmica de recobrimento coronário, implicando em taxa de sucesso igual a 96,3%.

Já Sicilia et al. (2015), dedicaram-se a avaliar revisões sistemáticas que abordaram estética, biocompatibilidade e comportamento dos pilares de implantes em zircônia. O resultado deste trabalho mostra que tais pilares cerâmicos podem ser utilizados nas regiões anterior e posterior da cavidade oral. Convém citar que, neste estudo, foram identificadas alterações de caráter biológico e que, posteriormente, foram atribuídas a remanescentes de cimentos presentes na região submucosa, e não à peça cerâmica.

4.2.2 O uso da zircônia em próteses fixas unitárias e múltiplas (pontes fixas)

As coroas metalocerâmicas ainda são consideradas “padrão ouro” quando falamos em reabilitação protética. Entretanto, essas coroas provocam algumas características indesejáveis, como – por exemplo – o aspecto escurecido causado a tecidos circundantes menos espessos pela margem metálica da peça protética, bem como citotoxicidade e galvanismo. Assim, as coroas livres de metal, por não apresentarem os inconvenientes relatados, vêm sendo utilizadas de maneira crescente. Inicialmente, foram desenvolvidas coroas cerâmicas de feldspato e leucita; algum tempo depois, visando mesclar boas características ópticas, estabilidade e resistência mecânica, foram desenvolvidas cerâmicas de óxidos, tais como alumina infiltrada com vidro (In Ceram® Vita Zahnfabrik) e alumina densamente sinterizada (Procera® AllCeram, Nobel Biocare, Göteborg, Sweden). (CASTRO-AGUILAR; MATTA-MORALES; ORELLANA-VALDIVIESO, 2014).

Recentemente, a zircônia tetragonal estabilizada com ítrio (Y-TZP) aparece como opção interessante a ser considerada quando se pretende reabilitar as regiões posteriores ou áreas que exigem estética. Para alguns pesquisadores, as altas resistência, biocompatibilidade e estética, assim como características mecânicas superiores, fazem da zircônia do tipo Y-TZP potencial substituta às estruturas metalocerâmicas utilizadas atualmente no fabrico de próteses fixas unitárias e múltiplas (BACHHAV; ARAS, 2011).

Em relação à longevidade clínica, esta é variável para as restaurações cerâmicas. Depende, pois, de diversos fatores: tipo de cerâmica, modo de fabricação, espessura do conector, condições do preparo do dente e cimentação da prótese. De modo geral, estudos realizados têm mostrado resultados animadores relacionados à longevidade de restaurações em cerâmica Y-TPZ. Quando avaliada a longevidade de próteses fixas de acordo com a extensão da peça, observa-se que as coroas unitárias alcançam melhores resultados clínicos quando comparadas às próteses fixas múltiplas. Em estudo de Beuer et al. (2010), foram acompanhadas 18 próteses fixas múltiplas e 50 coroas unitárias com subestrutura em Y-TZP durante três anos. Os resultados mostraram ter havido oito falhas, todas elas nas próteses fixas múltiplas (BELO et al., 2013).

4.2.2.1 Coroas unitárias

Para este tipo de peça, a literatura não oferece muitos resultados, entretanto, de maneira geral, estudos mostram estruturas em zircônia do tipo Y-TZP têm excelente longevidade. Schmitt et al. (2010) realizaram ensaio clínico prospectivo em que, após três anos de acompanhamento, observaram que coroas com subestrutura em zircônia instaladas sobre dentes anteriores severamente destruídos e preparados com término de borda fina, tiveram índice de sobrevida igual a 100%. Noutro estudo, em um período de 20,9 meses, Poggio et al. (2012) realizaram análise retrospectiva envolvendo 102 coroas instaladas sobre dentes anteriores e posteriores preparados com término em lâmina de faca. Ao término do estudo, não foram identificadas fraturas nas subestruturas em zircônia. De maneira semelhante, Örtorp, Kihl e Carlsson (2009), realizaram investigação clínica que, em período de três anos, avaliou 18 pacientes portadores de 25 coroas unitárias com subestrutura em zircônia, e não verificou fraturas e nem lesões de cárie secundária.

4.2.2.2 Próteses Fixas Múltiplas (pontes fixas)

Crisp et al. (2012), em estudo que acompanhou por três anos 34 próteses fixas múltiplas, verificaram alterações em somente duas peças, que apresentaram lascamento no revestimento cerâmico. Sobre as subestruturas em zircônia Y-TZP, todas mantiveram-se intactas. Noutro estudo, Pelaez et al. (2012) e Beuer et al. (2010), em análise prospectiva realizada por examinador calibrado nos períodos de 1 semana, 1, 2 e 3 anos após cimentação da prótese, encontraram resultados semelhantes: sobrevida de 90% para as próteses fixas múltiplas e de 95,2% para as subestruturas em zircônia. Já Sailer et al. (2007), acompanharam durante 5 anos próteses fixas múltiplas e obtiveram um valor de sobrevida de 74% nas próteses fixas de três elementos com subestrutura em zircônia Y-TZP. Em relação às falhas, cárie secundária (21,7%) e lascamento da cerâmica (15,3%) foram os responsáveis identificados pelos pesquisadores.

Tinschert et al. (2008) realizaram estudo que avaliou próteses parciais fixas contendo infraestruturas em zircônia. Neste trabalho, a falha mais comum verificada foi a fratura coesiva da cerâmica (cerca de 15% em período de três

anos). A ocorrência dessas quebras de material está relacionada – provavelmente – a um suporte insuficiente oferecido pela subestrutura à cobertura cerâmica. Tal problema poderia ser solucionado se as infraestruturas fossem mais anatômicas.

4.2.2.3 Tratamentos de Superfície e Cimentação

A utilização de cimentos convencionais – fosfato de zinco ou ionomérico modificados – é suficiente para assegurar adequada fixação clínica. Contudo, a cimentação adesiva é ainda mais vantajosa, uma vez que possibilita melhor retenção e adaptação marginal, conferindo maior resistência à fratura Andreiuolo, Gonçalves e Dias (2011). Sobre a necessidade de realizar ou não um tratamento de superfície na zircônia, ela será definida pela retenção mecânica do preparo (MESQUITA et al., 2015).

O emprego de cimentação convencional está indicado para casos em que os retentores têm substrato de má qualidade para as técnicas adesivas, por exemplo: terminos em cimento radicular, dentina bastante escurecida, terminos intrassulculares profundos, etc. O cimento de fosfato de zinco não possui adesão química a substrato algum, realiza apenas retenção mecânica, sendo muito solúvel e opaco. Já o cimento de ionômero de vidro, por sua vez, realiza adesão às estruturas dentais a partir de ligações iônicas na interface dente/cimento. Em relação aos cimentos autoadesivos, estes têm propriedades que vão além da união aos óxidos de zircônia, tais como: pH próximo à neutralidade decorridas 24 horas (há diminuição da sensibilidade pós-operatória), técnica de fácil realização, dispensa a necessidade de tratamento da superfície do dente, baixa degradação, etc. Por tais propriedades, muitas vezes, o cimento autoadesivo é o de eleição (MESQUITA et al., 2015).

Quando necessário, o tratamento de superfície da zircônia dá-se a partir de retenção física, através de jateamentos e ligação química cerâmica/substrato, por meio de silanos e/ou *primer*. O jateamento de partículas de óxido de alumínio aumenta a rugosidade da zircônia, elevando a área de superfície e tornando mais fácil o embricamento micromecânico da resina à zircônia. Realizado o jateamento, pode-se ainda, através da utilização de *primer* com monômeros fosfatados – como 10 MDP (10-meta-crilóiloxidecil diidrogenofosfato) – promover

união química. Esta, ocorre porque as moléculas do monômero são bifuncionais, ou seja, unem uma de suas extremidades aos óxidos metálicos da cerâmica e, a outra, à matriz resinosa dos cimentos. Realizados o jateamento e a aplicação do *primers*, procede-se a cimentação a partir de cimento resinoso (ANDREIOULO; GONÇALVES; DIAS, 2011).

Se quisermos diminuir as etapas clínicas, uma alternativa a ser considerada consiste na utilização de cimentos contendo monômeros com afinidade pelos óxidos metálicos, como o dióxido zircônio. Outra opção interessante é a silicatização: jateamento superficial da cerâmica com pó de óxido de alumínio coberto por sílica. O choque das partículas do pó contra a superfície da zircônia gera irregularidades e eleva a temperatura promovendo a fusão da sílica, que forma uma delicada camada na superfície cerâmica. Assim, torna-se possível a união química através dos silanos. Estes, elevam a energia de superfície da cerâmica, melhoram o molhamento e tornam possível a adesão de materiais hidrofóbicos, como a resina, a superfícies hidrofílicas, como a das cerâmicas (ANDREIOULO; GONÇALVES; DIAS, 2011).

Piwowarczky, Lauer e Sorensen (2004), avaliaram a retenção proporcionada pelos cimentos dos tipos convencional, ionomérico, ionomérico modificado por resina, resinoso e autoadesivo quando aplicados em substratos cerâmicos variados. Os referidos cimentos apresentaram valores distintos de resistência ao cisalhamento, entretanto, só o do tipo autoadesivo mostrou elevado valor de união – a todos os substratos cerâmicos testados – após duas semanas de armazenagem em água e termociclagem.

Alguns estudos foram realizados no intuito de analisar a relação existente entre tratamento de superfície, sistema cerâmico e agente cimentante, na zona de interface cerâmica-cimento-dente. Raposo e Saito (2000), em seu estudo, constataram que, de acordo com o tratamento superficial a que era submetida a porcelana e o cimento utilizado, havia variações nos resultados obtidos nos testes de resistência à tração. O tipo de material cerâmico utilizado também deve ser levado em consideração quando se busca uma efetiva adesão. Noutro estudo, Stewart, Jain e Hodges (2002), avaliaram quatro cimentos resinosos e concluíram que a resistência da união à cerâmica depende muito do tipo de tratamento de superfície realizado. Para Kato et al. (2001), entretanto, a

resistência de união é muito mais influenciada pelo sistema condicionante utilizado do que pelo agente cimentante empregado.

5 DISCUSSÃO

As porcelanas estão entre os materiais mais evoluídos e empregados na Odontologia atual. Tal fato, sem dúvida, deve-se a uma série de características inerentes a estes materiais e que as colocam em posição de destaque: alta resistência à compressão, excelentes estética e biocompatibilidade, baixa adesão de placa, propriedades físicas semelhantes às do esmalte dentário, são apenas alguns dos atributos das cerâmicas odontológicas (BONA, 2009). Em relação à zircônia, tema deste trabalho, além das características citadas anteriormente, esta cerâmica comprovadamente não é citotóxica, tem taxa de adesão bacteriana inferior à do titânio e propriedades mecânicas semelhantes às de metais, etc. (RAMESH et al., 2012).

Quando falamos em reabilitação odontológica por implantes, o titânio ainda é o material mais lembrado. Contudo, algumas características do titânio – coloração cinzenta, reações galvânicas, etc. – levaram pesquisadores a buscar um material alternativo. É neste contexto que passam a ser desenvolvidos componentes de implantodontia em zircônia. Os implantes em zircônia têm capacidade de osseointegração, menor colonização bacteriana, radiopacidade e melhor biocompatibilidade (APRATIM et al., 2015).

A taxa de sobrevivência dos implantes em zircônia é assunto norteador de diversos estudos. Nestes, de modo geral, a eficiência da reabilitação a partir de pinos em zircônia pode ser comprovada pelos elevados valores das taxas de sobrevivência: Borgonovo et al. (2015) - 100%, Becker et al. (2015) - 95,8% e Payer et al. (2015) - 93,3%. Em alguns desses estudos citados, também foram analisadas características periodontais, tais como perda óssea marginal, etc. Borgonovo et al. (2015) registraram, em média, 2,1 mm de perda óssea marginal; Becker et al. (2015), por sua vez, observaram aumento dos níveis da mucosa vestibular, bem como ganho de tecido queratinizado; já Payer et al. (2015), compararam a perda óssea marginal entre implantes de zircônia e titânio, obtendo os valores 1,43 e 1,48, respectivamente. Noutro estudo, Roehling et al. (2015) determinaram perda óssea média radiográfica de 0,07 mm.

O sucesso clínico das reabilitações por implantes está intimamente relacionado à osseointegração. Assim, em alguns dos estudos citados no parágrafo anterior, Borgonovo et al. (2015), Payer et al. (2015) e Roehling et al.

(2015), as taxas de perda óssea marginal foram calculadas a fim de determinar a qualidade da osseointegração, sendo que todos os pesquisadores obtiveram valores estáveis estatisticamente e praticamente semelhantes, para implantes de titânio e zircônia. Índices periodontais também foram analisados, não sendo encontradas diferenças significativas entre implantes em zircônia e dentes naturais, mostraram os trabalhos de Borgonovo et al. (2015) e Payer et al. (2015).

Ainda sobre a utilização da zircônia em implantodontia, merecem destaque os pilares de implante. Tais peças vão de encontro às crescentes exigências estéticas atuais, pois além da translucidez, impedem o escurecimento gengival, mesmo nos casos de gengiva fina. Outros atributos citados pelos autores são a biocompatibilidade, translucidez e baixa adesão de bactérias. Esta última característica, devido à alta lisura superficial da cerâmica (OLIVA et al., 2009).

Sailer et al. (2009) e Zembic et al. (2015), em seus estudos, dedicaram-se ao acompanhamento de pilares cerâmicos de zircônia. No trabalho de 2009, os pesquisadores observaram semelhanças entre as taxas de sobrevivência de implantes em zircônia e em titânio, ambos com 100% em período de um ano. No outro estudo, datado de 2015, os pesquisadores – após 11 anos de preservação – verificaram novamente taxa de sobrevivência de 100%. Nesses trabalhos, também foram realizados testes de avaliação dos índices periodontais, que mostraram ter havido biocompatibilidade entre peças e tecidos periimplantares. Também comparando pilares de zircônia e titânio, Yüzügüllü e Avci (2008) concluíram que os pilares em zircônia têm melhor controle na adaptação marginal. Por fim, Sicilia et al. (2015), observaram que pilares de implantes em zircônia podem ser utilizados em regiões anterior e posterior da boca.

Também foram realizadas, tanto por Zembic et al. (2015) quanto por Sicilia et al. (2015), avaliações comparativas entre pilares de implantes em zircônia e dentes naturais remanescentes, não sendo constatadas diferenças significativas nos índices periodontais. Os dois autores citados neste parágrafo, em seus estudos, também observaram que a fratura do recobrimento cerâmico – e não da subestrutura de zircônia – foi a falha primária mais recorrente. É importante citar que quebras na porção de recobrimento das peças protéticas não trazem consequências funcionais aos pilares de zircônia e, assim, não alteram as taxas

de sobrevivência. Conclui-se, portanto, que o emprego de zircônia na fabricação e utilização de pilares de implantes é vista com bons olhos pelos autores Zembic et al. (2015) e Sicilia et al. (2015).

Atualmente, as coroas em metal e porcelana são as mais utilizadas em reabilitações protéticas fixas. Contudo, este tipo de prótese apresenta alguns inconvenientes, como o aspecto escurecido que dá aos tecidos circundantes menos espessos, bem como galvanismo e citotoxicidade (CASTRO-AGUILAR; MATTA-MORALES; ORELLANA-VALDIVIESO, 2014). Por consequência de inconvenientes como os anteriormente citados, as coroas livres de metal passaram a ganhar, cada vez mais, espaço em trabalhos de reabilitação oral. As peças em zircônia Y-TZP, especificamente, têm alta resistência, biocompatibilidade e estética (BACHHAV; ARAS, 2011). Em relação à longevidade clínica, Beuer et al. (2009) compararam próteses fixas múltiplas e coroas unitárias por período de três anos. Algumas falhas foram detectadas, todas elas na cerâmica de revestimento das próteses múltiplas. Tal fato, foi atribuído pelos pesquisadores ao processo de queima da porcelana, semelhante para as estruturas múltiplas e unitárias utilizadas no estudo. Assim, sugere-se alteração nesta etapa de fabricação das próteses fixas múltiplas.

Em relação às restaurações fixas unitárias em Y-TZP, não há muitos resultados disponíveis. Schimitt et al. (2010) acompanharam durante três anos coroas unitárias em zircônia instaladas na região anterior da cavidade oral e obtiveram índice de sobrevida igual a 100%. Poggio et al. (2012), avaliaram coroas unitárias anteriores e posteriores (102 peças, no total), em zircônia e também encontraram resultados semelhantes (100% de sobrevida), em análise que durou 20,9 meses. Por fim, para corroborar com os resultados apresentados, Örtorp, Kihl e Carlsson (2009), durante três anos, avaliaram 25 coroas unitárias em zircônia sem encontrar qualquer tipo de falha (fraturas, lesões de cárie secundária, etc.). Assim, se é possível perceber que restaurações unitárias fixas em zircônia do tipo Y-TZP apresentam excelente longevidade, independente da região onde são instaladas, segundo os trabalhos de Schimitt et al. (2010), Poggio et al. (2012) e Örtorp, Kihl e Carlsson (2009).

Para próteses fixas múltiplas em zircônia Y-TZP, mais estudos estão disponíveis. Crisp et al. (2012) avaliaram por três anos próteses fixas múltiplas e observaram apenas lascamento no revestimento cerâmico de duas, das 34

peças. Noutros dois estudos, tanto Pelaez et al. (2012) quanto Beuer et al. (2009), encontraram resultados semelhantes, com valores de sobrevida de 90% para as próteses fixas múltiplas (cerâmica de cobertura e subestrutura) e de 95,2% para as subestruturas. Para Sailer et al. (2009), que acompanharam próteses fixas múltiplas durante 5 anos, a taxa de sobrevida ficou em 74%, sendo cárie secundária (21,7%) e lascamento da cerâmica de cobertura (15,3%) as falhas identificadas. A partir dos estudos clínicos apresentados, entende-se que a zircônia Y-TZP é adequada para a fabricação de subestruturas de próteses fixas múltiplas. O número de fraturas verificado nas subestruturas não é significativo e os tipos de falhas mais presentes foram cárie secundária e lascamento da camada de porcelana, mostraram Crisp et al. (2012), Pelaez et al. (2012), Beuer et al. (2009) e Sailer et al. (2009). Assim, são necessários estudos com maior período de acompanhamento para que haja melhor compreensão do comportamento da cerâmica Y-TZP.

Sobre a cimentação de próteses fixas em zircônia, cimentos convencionais – fosfato de zinco ou ionomérico modificados – são suficientes para uma fixação adequada. Também se é possível realizar cimentação adesiva, que é ainda mais vantajosa, pois confere melhor retenção e adaptação marginal (ANDREIOULO; GONÇALVES; DIAS, 2011). O tratamento de superfície, por seu turno, é recurso que poderá ou não ser empregado, dependendo da retenção mecânica do preparo (MESQUITA et al., 2015).

Piwowarczky, Lauer e Sorensen (2004) realizaram interessante estudo em que compararam a eficácia dos cimentos convencional, ionomérico, ionomérico modificado por resina, resinoso e autoadesivo aplicados sobre diferentes substratos cerâmicos. Foram observados diferentes valores de resistência ao cisalhamento, sendo o cimento autoadesivo o de valor de união mais elevado. Já Raposo e Saito (2000), em seu trabalho de pesquisa, constataram que a resistência à tração é dependente dos seguintes fatores: tratamento superficial dado à cerâmica, tipos de cerâmica e cimento utilizados. Stewart, Jain e Hodges (2002), por sua vez, analisaram quatro cimentos resinosos diferentes, concluindo que o tipo de tratamento de superfície realizado está relacionado à resistência da união. Nota-se, portanto, que a resistência de uma retenção é variável e está condicionada a diversos fatores, tais como os tipos cimento utilizado e de material cerâmico, de acordo com Piwowarczky,

Lauer e Sorensen (2004) e Raposo e Saito (2000), bem como à realização ou não de tratamento de superfície, segundo Raposo e Saito (2000) e Stewart, Jain e Hodges (2002). Piwowarczky, Lauer e Sorensen (2004) também constataram que os cimentos autoadesivos são os que oferecem melhor retenção.

6 CONCLUSÃO

A partir das informações contidas neste trabalho, algumas conclusões importantes podem ser feitas. São elas:

- A melhor compreensão acerca da utilização e das limitações das cerâmicas de zircônia está relacionada ao conhecimento de importantes características do material, como: alta resistência à compressão, excelentes biocompatibilidade e estética, baixa adesão de placa e características mecânicas comparáveis às dos metais;
- A zircônia, em reabilitação oral, é utilizada principalmente na confecção de próteses fixas, como implantes e componentes de implantes, bem como subestruturas de restaurações unitárias e múltiplas;
- Quando a zircônia Y-TZP é utilizada em coroas unitárias e próteses fixas múltiplas, uma das principais limitações das peças protéticas é a fratura da cerâmica de recobrimento, principalmente nas restaurações múltiplas. Não foram observadas fraturas nas subestruturas de zircônia avaliadas;
- De acordo com os estudos revisados, o uso de estruturas em zircônia e em metais na reabilitação protética apresenta resultados bastantes parecidos. A zircônia, entretanto, apresenta melhor estética e biocompatibilidade, embora envolva um processo mais complexo de fabricação;
- Para que haja aumento da gama de indicações da zircônia em reabilitação oral, faz-se necessária, também, a realização de mais estudos acerca do referido material.

REFERÊNCIAS

- ALI, S. A. et al. Properties and Application. **Pak. Oral Dent. J.**, Islamabad, v. 34, no. 1, p. 178-183, Mar. 2014.
- ANDREIOTELLI, M.; WENZ, H. J.; KOHAL, R. J. Are ceramic implants a viable alternative to titanium implants? A systematic literature review. **Clin. Oral Implants Res.**, Copenhagen, v. 20, no. s4, p. 32-47, Sept. 2009.
- ANDREIUOLO, R.; GONÇALVES, S. A.; DIAS, K. R. H. C. A Zircônia na Odontologia Restauradora. **Rev. Bras. Odontol.**, Rio de Janeiro, v. 68, n. 1, p. 49-53, 2011.
- ANUSAVICE, K.J.; SHEN, C.; RAWLS, H.R. **Phillips materiais dentários**. 12. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013. 592 p.
- APRATIM, A. et al. Zirconia in dental implantology: a review. **J. Int. Soc. Prev. Community Dent.**, Mumbai, v. 5, no. 3, p. 147-156, May/June 2015.
- BACHHAV, V. C.; ARAS, M. A. Zirconia-based fixed partial dentures: a clinical review. **Quintessence Int.**, Berlin, v. 42, no. 2, p. 173-187, Feb. 2011.
- BECKER, J. et al. Clinical performance of two-piece zirconia implants in the posterior mandible and maxilla: a prospective cohort study over 2 years. **Clin Oral Implants Res.**, Copenhagen, p. 1-7, May 2015.
- BELO, Y. D. et al. Zircônia tetragonal estabilizada por ítria: comportamento mecânico, adesão e longevidade clínica. **Cerâmica**, São Paulo, v. 59, n. 352, p. 633-639, Dez. 2013.
- BEUER, F. et al. A. Three-year clinical prospective evaluation of zirconia-based posterior fixed dental prostheses (FDPs). **Clin. Oral Investig.**, Berlin, v. 13, no. 4, p. 445-451, Dec. 2009.
- BEUER, F. et al. Prospective study of zirconia-based restorations: 3-year clinical results. **Quintessence Int.**, Berlin, v. 41, no. 8, p. 631-637, Sept. 2010.
- BONA, A. D. **Adesão às Cerâmicas: evidências científicas para o uso clínico**. São Paulo: Artes Médicas, 2009. p. 5, 14.
- BORGONOVO, E. A. et al. Zirconia implants in esthetic areas: 4-year follow-up evaluation study. **Int. J. Dent.**, Recife, v. 2015, p. 1-8, 2015.
- CALES, B.; STEFANI, Y.; Mechanical properties and surface of retrieved zirconia femoral hip joint heads after na implantation time of two three years. **J. Mater. Sci. Mater. Med.**, Norwell, v. 5, no. 6, p. 376-380, 1994.
- CASTRO-AGUILAR, E. G.; MATTA-MORALES, C. O.; ORELLANA-VALDIVIESO, O. Consideraciones actuales en la utilización de coronas unitárias libres de metal en el sector posterior. **Rev. Estomatol. Herediana**, Lima, v. 24, n. 4, p. 278 – 286, Oct./Dec. 2014.

CRISP, R. J. et al. A clinical evaluation of all-ceramic bridges placed in patients attending UK general dental practices: Three-year results. **Dent. Mater.**, Tokyo, v. 28, no. 3, p. 229-236, Mar. 2012.

GOMES, E. A. et al. Cerâmicas odontológicas: o estado atual. Ceramic in dentistry: current situation. **Cerâmica**, São Paulo, v. 54, n. 331, p. 319-325, set. 2008.

HEFFERNAN, M. J. et al. Relative translucency of six all-ceramic systems. Part I: Core materials. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 88, no. 1, p. 4-9, July 2002.

KATO, H. et al. Improved bonding of adhesive resin to sintered porcelain with the combination of acid etching and a two-liquid silane conditioner.

J. Oral Rehabil., Oxford, v. 28, no. 1, p. 102-108, Jan. 2001.

KEITH, O.; KUSY, R.; WHITLEY, J. Q. Zirconia brackets: an evaluation of morphology and coefficients of friction. **Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.**, St. Louis, v. 106, no. 6, p. 605-614, Dec. 1994.

KOSMAC, T. et al. The effect of surface grinding and sandblasting on flexural strength and reliability of YTPZ zirconia ceramic. **Dent. Mater.**, Tokyo, v. 15, no. 6, p. 426-433, 1999.

KOUTAYAS, S. O. et al. Zirconia in dentistry: Part 2. Evidence-based clinical breakthrough. **Eur. J. Esthet. Dent.**, Berlin, v. 4, no. 4, p. 348-380, Dec. 2009.

MANICONE, P.F.; IOMMETTI, P.R.; RAFFAELLI, L. An overview of zirconia ceramics: basic properties and clinical applications. **J. Dent.**, Cardiff, v. 35, no. 11, p. 819-826, Nov. 2007.

MESQUITA, A. M. M. et al. J. A. A tecnologia CAD/CAM e a zircônia a serviço da prótese sobre implante. **PróteseNews**, São Paulo, v. 2, n. 3a, jul./set. 2015.

OLIVA, E. A. et al. Pilar personalizado em zircônia: relato de caso clínico. **Innov. Implant J., Biomater. Esthet.**, São Paulo, v.4, n. 2, p. 70-75, maio/ago. 2009.

ORSINI, C. A.; PROGIANTE, P. S.; MANETTI, L. P. A utilização de pilar de zircônia na reabilitação oral: aspectos protéticos e periodontais em um relato de caso. **Rev. Uningá Review**, Maringá, v. 24, n. 2, p. 34-38, out./dez. 2015.

ÖRTORP, A.; KIHLE, M. L.; CARLSSON, G. E. A 3-year retrospective and clinical follow-up study of zirconia single crowns performed in a private practice. **J. Dent.**, Cardiff, v. 37, no. 9, p. 731-736, Sept. 2009.

PAYER, M. et al. All-ceramic restoration of zirconia two-piece implants – a randomized controlled clinical trial. **Clin. Oral Implants Res.**, Copenhagen, v. 26, no. 4, p. 371-376, Apr. 2015.

PELÁEZ, J. et al. A prospective evaluation of zirconia posterior fixed dental prostheses: Three-year clinical results. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 107, no. 6, p. 373-379, June 2012.

PESQUEIRA, A. A. et al. A utilização de abutment de zircônia na reabilitação oral: aspectos protéticos e periodontais. **Rev. Odontol. Araç.**, Araçatuba, v. 35, no. 1, p. 18-21, jan./jul. 2014.

PICONI, C.; RIMONDINI, L.; CERRONI, L. **Aplicações da Zircônia em Odontologia**, Rio de Janeiro: Amolca, 2012. p.136, 178-179, 188.

PINTO, F. R. et al. Enxerto de tecido conjuntivo em paciente com implante dentário na região anterior - caso clínico. **Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent.**, São Paulo, v. 68, n. 2, p. 75-78, abr./jun. 2014.

PIWOWARCZYK, A.; LAUER, H. C.; SORENSEN, A. A. In vitro shear bond strength of cementing agents to fixed prosthodontic restorative materials. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 92, no. 3, p. 265-273, Sept. 2004.

POGGIO, C. E.; DOSOLI, R.; ERCOLI, C. A retrospective analysis of 102 zirconia single crowns with knife-edge margins. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 107, no. 5, p. 316-321, May 2012.

RAMESH T. R. et al. Zirconia ceramics as a dental biomaterial – An over view. **Trends Biomater. Artif. Organs.**, Thiruvananthapuram, v. 26, no. 3, p. 154-160, July 2012.

RAPOSO, C. A. M.; SAITO, T. Influência do tratamento superficial da porcelana, do tipo de cimento resinoso e da termociclagem na resistência à tração da interface porcelana/dentina. **RPG – Rev. Pós. Grad.**, São Paulo, v. 7, n. 3. p. 240-244, jul./set. 2000.

ROEHLING, S. et al. Retrospective clinical study with regard to survival and success rates of zirconia implants up to and after 7 years of loading. **Clin. Implant Dent. Relat. Res.**, Malden, v. 18, no. 3, p. 545-558, Mar. 2015.

SAILER, I. et al. Five-year clinical results of zirconia frameworks for posterior fixed partial dentures. **Int. J. Prosthodont.**, Chicago, v. 20, no. 4, p. 383-388, July/Aug. 2007.

SAILER, I. et al. Randomized controlled clinical trial of customized zirconia and titanium implant abutments for canine and posterior single-tooth implant reconstructions: preliminary results at 1 year of function. **Clin. Oral Implants Res.**, Copenhagen, v. 20, no. 3, p. 219-225, Apr. 2009.

SCARANO, A. et al. Bacterial adhesion on commercially pure titanium and zirconium oxide disks: an in vivo human study. **J. Periodontol.**, Chicago, v. 75 no. 2, p. 292-296. Feb. 2004.

SCHMITT, J. et al. Restoring severely compromised anterior teeth with zirconia crowns and feather-edged margin preparations: A 3-year follow-up of a prospective clinical trial. **Int. J. Prosthodont.**, Chicago, v. 23, no. 2, p. 107-109, Mar. 2010.

SICILIA, A. et al. Long-term stability of peri-implant tissues after bone or soft tissue augmentation. Effect of zirconia or titanium abutments on peri-implant soft tissues. Summary and consensus statements. The 4th EAO Consensus

Conference 2015. **Clin. Oral Implants Res.**, Copenhagen, v. 26, no. S11, p. 148-152, Sept. 2015.

STEWART, G. P.; JAIN, P.; HODGES, J. Shear bond strength of resin cements to both ceramic and dentin. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 88, no. 3, p. 277-284, Sept. 2002.

TINSCHERT, J. et al. Clinical behavior of zirconia-based fixed partial dentures made of dc-zirkon: 3-year results. **Int. J. Prosthodont.**, Chicago, v. 21, no. 3, p. 217-222, May/June 2008.

VAGKOPOULOU, T. et al. Zirconia in dentistry: Part 1. Discovering the nature of an upcoming bioceramic. **Eur. J. Esthet. Dent.**, Berlin, v. 4, no. 2, p. 130-151, Dec. 2009.

VOLPATO, C. A. M. et al. Application of zirconia in dentistry: biological, mechanical and optical considerations. In: Sikalidis, C. (Ed). **Advances in Ceramics - electric and magnetic ceramics, bioceramics, ceramics and environment.** [S.l.]: InTech, 2011. Cap. 17.

YÜZÜGÜLLÜ, B.; AVCI, M. The implant-abutment interface of alumina and zirconia abutments. **Clin. Implant. Dent. Relat. Res. Title**, Malden, v. 10, no. 2, p. 113-121, Jan. 2008.

ZAMPONI, M. et al. Pilares estéticos de zircônia para próteses sobre implantes. **Innov. Implant J. Biomater. Esthet.**, São Paulo, v. 6, n. 3, p. 50-60, Sept./Dec. 2011.

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.**, Malden, v. 17, no. S2, p. e417-e426, Oct. 2015.