

**IOPG – INSTITUTO ODONTOLÓGICO DE PÓS
GRADUAÇÃO**

GIOVANA KUNINARI DA CUNHA

**DIFERENTES TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIE DE
CERÂMICAS E AGENTES DE UNIÃO**

BAURU

2018

GIOVANA KUNINARI DA CUNHA

**DIFERENTES TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIE DE
CERÂMICAS E AGENTES DE UNIÃO**

Monografia apresentada ao curso de Especialização
Lato Sensu do Instituto Odontológico de Pós-Graduação (IOPG),
como requisito parcial para conclusão do Curso de Prótese Dentária.

Área de concentração: Prótese Dentária

Orientador: Prof. Dr. Thiago Amadei Pegoraro

BAURU

2018

Kuninari da Cunha, Giovana.

Diferentes tratamentos de superfície de cerâmicas e agentes de união / Giovana Kuninari da Cunha. – 2018.

41f.; il.

Orientador: Prof. Dr. Thiago Amadei Pegoraro.

Monografia (especialização) – Instituto Odontológico de Pós-Graduação (IOPG) – Bauru, SP - 2018.

1. Tratamento de superfície de cerâmicas. 2. Agentes de união.

I. Título.

II. Pegoraro, Thiago Amadei.

IOPG – INSTITUTO ODONTOLÓGICO DE PÓS-GRADUAÇÃO

Monografia intitulada "Diferentes tratamentos de superfície de cerâmicas e agentes de união" de autoria da aluna Giovana Kuninari da Cunha, aprovada pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

Prof. Dr. Thiago Amadei Pegoraro
Universidade do Sagrado Coração

Prof. Dr. Luiz Fernando Pegoraro
Universidade de São Paulo

Prof. Dr. Pedro Cesar Garcia de Oliveira
Universidade de São Paulo

Bauru, 22 de Maio de 2018.

Dedico ao meu grande exemplo, meu avô Manoel Mictimassa Kuninari, que hoje não está mais presente entre nós, mas que foi e sempre será o minha maior inspiração e o motivo de buscar os meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus que permitiu que tudo isso acontecesse, pelas oportunidades que abriu em meu caminho e por me dar saúde e fé para enfrentar todos os desafios.

Ao Prof. Dr. Luiz Fernando Pegoraro pelo apoio, pela confiança e por me proporcionar grande conhecimento em meu processo de formação profissional. Sua orientação foi fundamental e de grande importância para a conclusão deste curso com excelência.

Ao Prof. Dr. Thiago Amadei Pegoraro, por ter sido tão atencioso e paciente durante todas as etapas do curso e por continuar proporcionando grandes conhecimentos em minha formação profissional.

Ao Prof. Dr. Pedro Cesar Garcia de Oliveira, por aceitar o convite como banca avaliadora, estando presente neste momento tão importante, de forma a acrescentar ainda mais à minha apresentação.

À minha família, por acreditarem no meu potencial e por sempre me incentivarem a buscar novos conhecimentos dentro da Odontologia. Gostaria de agradecer em especial a minha mãe, Marcia Kuninari, por estar presente me incentivando a buscar ser melhor a cada dia. Seu incentivo e amor incondicional tornaram com que tudo fosse possível. Obrigada por sonhar os meus sonhos e ser meu porto seguro.

Ao meu parceiro de clínica Dr. Bruno Lara Zarella por todo o apoio e confiança de todos os dias. Juntos fomos mais longe do que imaginávamos e vivemos um aprendizado diário com nossos pacientes. Obrigada por dividir comigo estes momentos e por me ensinar coisas que vão muito além da Odontologia.

Ao IOPG – Instituto Odontológico de Pós-Graduação, por toda a atenção e cuidado que teve durante estes 20 meses com seus alunos, comemorando nossas conquistas e sempre nos proporcionando oportunidades de crescer profissionalmente.

À todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigada.

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.”

- José de Alencar

RESUMO

Cerâmicas odontológicas são materiais com alto potencial estético devido à possibilidade de reproduzir as cores semelhantes à estrutura dental, entretanto, características como a friabilidade, próprias do vidro cerâmico, resultaram em baixa resistência à tração quando esse material é colocado em função na boca. Assim, o objetivo é discutir os vários fatores envolvidos com o vínculo entre os diferentes tipos de cerâmica com os cimentos de cimentação. Após a revisão de literatura abrangendo diversos tratamentos de superfície constatou que a ligação entre a cerâmica de vidro e cimentos de resina são um dos fatores-chave para o sucesso clínico a longo prazo. Atividade de investigação intensa tem trazido muitas contribuições para a compreensão na cerâmica – resina de ligação nos últimos anos. Baseado em evidências científicas e clínicas, parece ser claro que silanização e aplicação de ácido fosfórico (HF) são necessárias para o tratamento de superfície de restaurações cerâmicas vítreas. No entanto, o procedimento de adesão ideal permanece controverso. São necessárias novas pesquisas para desenvolver um substituto para HF melhorias na resina e, também, dos cimentos. Além disso, testes de laboratório precisa simular melhor o ambiente oral e, conseqüentemente, obter dados mais fiáveis, correlacionados com o desempenho clínico.

Palavras-chaves: Tratamento de superfície de cerâmicas. Agentes de união.

ABSTRACT

Dental ceramics are materials with a high aesthetic potential due to the possibility of reproducing colors similar to dental structure, however, characteristics such as friability, typical of ceramic glass, have resulted in low tensile strength when this material is placed in the mouth. Thus, the objective is to discuss the various factors involved in the bonding between different types of ceramic with cement foundations. After reviewing the literature, covering various surface treatments was founded that the connection between glass pottery and resin cements are one of the key factors for long-term clinical success. Intense research activity has brought many contributions to understanding in pottery - bonding resin in recent years. Based on scientific and clinical evidence, it seems clear that silanization and engraving of phosphoric acid (HF) are necessary for the surface treatment of glass ceramic restorations. However, the ideal adhesion procedure remains controversial. More researches are needed to develop a substitute for HF improvements in resin and the cements. In addition, laboratory-testing needs to better simulate the oral environment and, consequently, obtain more data that are reliable correlated with clinical performance.

Keywords: Surface treatment of ceramics. Luting agents.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	OBJETIVO	13
3	REVISÃO DE LITERATURA	14
4	DISCUSSÃO	33
4.1	CERÂMICAS	33
4.2	TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIE	34
4.2.1	Ácido fluorídrico (HF).....	34
4.2.2	Silanização	35
4.2.3	Jateamento de areia	36
4.2.4	Comparação entre diferentes tratamentos de superfície.....	36
5	CONCLUSÃO	38
	REFERÊNCIAS	39

1 INTRODUÇÃO

Materiais de cerâmica são conhecidos pela habilidade estética de imitar a cor do dente. Desenvolvimentos recentes em técnicas de fabricação de restauração cerâmica surgiu com cerâmicas, possuindo maior resistência e dureza, tornando possível para aplicações mais amplas na odontologia como facetas, inlays/onlays ou implantes dentários (TIAN et al., 2014).

Cerâmicas odontológicas são materiais com alto potencial estético devido à possibilidade de reproduzir as cores semelhantes da estrutura dental (BORGES et al., 2003). Entretanto, características como a friabilidade, próprias do vidro cerâmico, resultaram em baixa resistência à tração quando esse material é colocado em função na boca (JONES et al., 1985).

Nos últimos 20 anos, novos materiais cerâmicos de alta resistência têm sido desenvolvidos para superar os problemas estéticos das coroas metalocerâmicas, como a presença da estrutura metálica, que torna difícil a reprodução da estética natural, principalmente, quando os tecidos moles circundantes apresentam uma espessura fina (WALL; CIPRA, 1992; PJETURSSON et al., 2007). Este desenvolvimento tem permitindo eliminar a coloração acinzentada inerente da estrutura metálica, possibilitando excelentes resultados estéticos (PJETURSSON et al., 2007).

Recentemente, o aumento da demanda por restaurações estéticas, cerâmica pura, tem levado ao desenvolvimento de materiais com propriedades mecânicas otimizadas, como as cerâmicas à base de alumina e zircônia densamente sinterizadas (PICONI; MACCAURO, 1999).

As cerâmicas à base de zircônia possuem elevada resistência, assim como rigidez moderadamente superior as cerâmicas à base de alumina (PICONI; MACCAURO, 1999; VAGKOPOULOU et al., 2009). Dentre aquelas, a zircônia policristalina tetragonal, estabilizada por ítrio (Y-TZP), apresenta melhores propriedades de resistência à fadiga sob ensaio de carregamento cíclico, devido ao menor tamanho de cristais (ZHANG et al., 2004), sendo um dos materiais mais utilizados para confecção de infraestruturas, fazendo com que as restaurações em cerâmica pura, sejam empregadas com maior possibilidade de sucesso (TINSCHERT et al., 2000).

Apesar de as propriedades mecânicas melhoradas serem importantes para o desempenho a longo prazo de um material cerâmico, o sucesso clínico das próteses fixas em cerâmica parece estar fortemente dependente do processo de cimentação (CAVALCANTI et al., 2009a). A cimentação para zircônia tem se tornado um tópico de grande interesse nos últimos anos (THOMPSON et al., 2011).

De acordo com Piwowarczyk et al. (2005), não é possível alcançar uma união durável para a zircônia usando cimento de fosfato de zinco, cimentos de ionômero de vidro convencionais ou modificados por resina.

A cimentação adesiva das próteses é recomendada por promover melhor retenção, adaptação marginal, resistência à fratura e maior longevidade, principalmente em situações clínicas desfavoráveis: dentes com paredes curtas ou cônicas (BLATZ et al., 2003; BORGES et al., 2003; DERANT et al., 2005; ATSU et al., 2006; THOMPSON et al., 2011). No entanto, para se obter uma adesão entre a cerâmica e o cimento resinoso é necessário a realização de pré-tratamento na superfície da cerâmica (WEGNER; KERN, 2000; BORGES et al., 2003; OZCAN; VALLITTU, 2003). O protocolo de cimentação para as cerâmicas à base de sílica é bem descrito na literatura, sendo suscetíveis ao condicionamento com ácido fluorídrico e passíveis de serem silanizadas (BLATZ et al., 2003). Entretanto, a zircônia é um material policristalino, com a fase vítrea reduzida ou eliminada, sendo que o condicionamento com ácido não produz qualquer modificação em sua superfície, enquanto que a aplicação do agente silano sobre a superfície é ineficaz, devido a ausência de sílica na matriz da cerâmica (KERN; WEGNER, 1998; BLATZ et al., 2003).

Blatz et al. (2003) sugeriram que materiais cerâmicos de alta resistência, como a zircônia, requerem técnicas adesivas alternativas para obtenção da união satisfatória aos materiais resinosos. Diversos estudos tem apresentado valores de resistência de união entre cerâmicas à base de óxido de zircônio e cimentos resinosos, submetido a diferentes tratamentos de superfície (BLATZ et al., 2004; ATSU et al., 2006; LÜTHY et al., 2006; YOSHIDA et al., 2006; LEE et al., 2007; WOLFART et al., 2007; LINDGREN et al., 2008; RE et al., 2008; LEHMANN; KERN, 2009; NOTHDURFT et al., 2009; OYAGÜE et al., 2009; MAGNE et al.,

2009; DE SOUZA et al., 2010; YUN et al., 2010; SAHIN; KERN, 2011). Porém, até o momento, não existe um consenso sobre o melhor método de tratamento de superfície para alcançar uma ótima união do cimento à zircônia (QEBLAWI et al., 2010).

O jateamento com partículas de óxido de alumínio tem sido relatado por aumentar, mecanicamente, a resistência de união entre cimento resinoso e a Y-TZP (OZCAN; VALLITTU et al., 2003; BLATZ et al., 2004; AMARAL et al., 2005; RE et al., 2008). Por outro lado, existem evidências que a utilização de materiais com afinidade química aos óxidos metálicos melhora a resistência de união à zircônia (KERN; WEGNER, 1998; ATSU et al., 2006; YOSHIDA et al., 2006; WOLFART et al., 2007).

Alguns estudos têm mostrado que o jateamento com partículas de óxido de alumínio associados a cimento composto de MDP permite uma resistência de união significativa para a zircônia (CAVALCANTI et al., 2009b).

O cimento auto-adesivo recentemente introduzido no mercado, RelyX U100, tem apresentado valores de resistência adesiva elevados quando utilizados na superfície da zircônia jateada (PIWOWARCZYK et al., 2005). Esse cimento resinoso apresenta uma matriz de ácido fosfórico metacrilato que pode reagir com a superfície da zircônia (KUMBULOGLU et al., 2006).

O Metal/Zircônia Primer tem sido comercializado para unir ligas metálicas ou cerâmicas à base de óxido de alumina e zircônia aos cimentos resinosos, mas a literatura tem poucos relatos da utilização desta substância.

Comparado com cimentos tradicionais como ionômero de vidro ou poliacrilato, os cimentos de resinosos foram introduzidos para auxiliar a retenção da restauração cerâmica. Cimentos resinosos não só fornecem mais forte e mais durável da ligação entre a cerâmica e os dentes, mas podem também atingir melhor os resultados estéticos e manter maior resistência cerâmica (TIAN et al., 2014).

Portanto, apesar de as cerâmicas à base de zircônia possuírem elevada resistência à fratura, o sucesso delas também depende da formação de uma união confiável com os agentes de cimentação. Tendo em vista a permanência da preocupação quanto à identificação de uma melhor metodologia de cimentação

para as cerâmicas com elevado conteúdo cristalino, faz-se importante avaliar a influência de tratamentos de superfície na resistência de união entre a zircônia estabilizada por ítrio e os cimentos resinosos.

2 OBJETIVO

O objetivo desta revisão de literatura é discutir os vários fatores envolvidos com o vínculo entre os diferentes tipos de cerâmica com os cimentos de cimentação.

3 REVISÃO DE LITERATURA

As cerâmicas são materiais dentários frequentemente utilizados, pois têm demonstrado propriedades extremamente desejáveis como: biocompatibilidade, estabilidade de cor, baixa condução térmica, baixo acúmulo de placa, resistência à abrasão, além de promover excelente estética (HASELTON et al., 2000). O termo cerâmica é definido como qualquer produto feito essencialmente de material não-metálico pela queima em alta temperatura para alcançar propriedades desejáveis. Já o termo porcelana refere-se à família dos materiais cerâmicos compostos essencialmente por caulim, quartzo e feldspato. Quando sintetizados, os componentes das porcelanas resultam em, basicamente, duas fases: fase vítrea e cristalina (CRAIG; POWERS, 2004).

As restaurações cerâmicas foram introduzidas por Land, em 1903, e apresentavam como principal desvantagem a alta taxa de fratura, dada pela propagação de trincas inerentes a esse material. Esta foi a razão pela qual os metais passaram a ser utilizados como infraestrutura para as porcelanas nos anos 60, por terem alto módulo de elasticidade (rigidez). A união conseguida entre metal-cerâmica impede a flexão e a deformação das cerâmicas, reduzindo a propagação de trincas e assegurando a longevidade das coroas (WALL; CIPRA, 1992).

Procurando uma técnica alternativa ao emprego de ouro como base para restaurações em cerâmica, devido à insatisfação com a estética demonstrada por alguns pacientes, McLean e Hughes (1965) desenvolveram a primeira cerâmica reforçada pela modificação da fase cristalina através da adição de cristais de alumina, a fim de ser empregada como material para infraestrutura. Três materiais (porcelana, porcelana reforçada com 40% de cristais de alumina e vidro) com e sem glaze, e duas velocidades de resfriamento (rápido e lento) foram avaliados em relação à resistência à fratura, em barras e discos. Os resultados evidenciaram que a resistência à fratura da porcelana reforçada foi quase o dobro em relação à porcelana convencional. A máxima tensão suportada pela porcelana reforçada foi de 5:1 em relação à porcelana convencional. Além disso, a porcelana reforçada não dependia da presença do glaze para redução da propagação de trincas. Desde então, o enfoque primário foi de melhorar, principalmente, a resistência à

fratura das infraestruturas cerâmicas e, conseqüentemente sua longevidade clínica. Assim, introduziram-se as cerâmicas policristalinas à base de óxido de zircônio.

Em uma revisão de literatura, Piconi e Maccauro (1999) discorreram sobre o emprego de zircônia como biomaterial. O interesse por este material surgiu devido a propriedades como boa estabilidade química e dimensional, resistência mecânica e módulo de elasticidade similar ao das ligas de aço inoxidável.

Óxido de zircônio (ZrO_2) ou zircônia é um óxido metálico que foi identificado pelo químico alemão Martin Heinrich Klaproth em 1789. A zircônia é polimórfica na natureza, o que significa que ela exibe diferença de equilíbrio na estrutura cristalina em temperaturas diferentes, sem alterações na química. Ela se apresenta em três formas: monoclinica, estável até cerca de 1170 °C; tetragonal de 1170°C até 2370°C; e cúbica de 2379°C até a temperatura de fusão (2680°C), sendo cada uma estável em determinada faixa de temperatura. Os grãos tetragonais da zircônia, que são estáveis em temperaturas elevadas, podem ser mantidos assim a temperatura ambiente através da adição de óxidos metálicos (PICONI; MACCAURO, 1999; VAGKOPOULOU et al., 2009). O óxido de ítrio (Y_2O_3) é o mais utilizado em biocerâmicas, por permitir uma maior resistência flexural quando comparado aos demais (CaO e MgO), apesar de o seu processo de sinterização ser muito mais difícil (YOSHIMURA et al., 2007). A cerâmica formada dessa adição é chamada de zircônia policristalina tetragonal estabilizada por ítrio (3%Y-TZP) (PICONI; MACCAURO, 1999).

A Y-TZP é uma cerâmica que tem interesse especial por sua propriedade de tenacificação por transformação, fazendo com que quando tensões de tração são aplicadas nas bordas de trincas induzam a uma transformação da fase tetragonal para monoclinica. Essa transformação resulta em tensões compressivas localizadas ao redor e nas bordas da trinca, atuando contra as tensões de tração que levam à fratura (PICONI; MACCAURO, 1999; VAGKOPOULOU et al., 2009).

A tenacidade por transformação é uma característica única da cerâmica Y-TZP, que proporciona propriedade mecânica superior quando comparada a outras

cerâmicas e, por esse motivo, alguns autores se referem a este material como cerâmica-aço (CAVALCANTI et al., 2009).

A evolução da cerâmica Y-TZP introduziu uma nova classe de cerâmica odontológica no mercado. Embora Y-TZP tenha sido usada como um biomaterial cerâmico em aplicações médicas desde final dos anos 60, a sua utilização na odontologia é relativamente recente e ocorreu seguindo os avanços da tecnologia CAD-CAM (projeto assistido por computador/ fabricação assistida por computador) (BLATZ et al., 2004; VAGKOPOULOU et al., 2009). Estes materiais de alta resistência oferecem uma variedade de aplicações clínicas, tais como braquetes ortodônticos, pinos endodônticos, pilares de implantes e infraestrutura de coroas unitárias e próteses fixas (WOLFART et al., 2007).

A literatura é vasta em informações sobre a aplicação da zircônia na odontologia e, apesar de apresentar um desempenho mecânico (resistência, dureza e resistência à fadiga) superior, existem alguns problemas associados à zircônia, como a adesão (THOMPSON et al., 2011).

Recentemente, em um estudo clínico, registrou-se 7% (11 coroas) de complicações relacionadas com a descimentação de coroas unitárias à base de zircônia, na região posterior durante o acompanhamento retrospectivo de 3 anos (ÖRTORP et al., 2009).

Técnicas de cimentação convencional utilizadas com a zircônia não promovem valores de resistência adesiva suficientes (BLATZ et al, 2003; BLATZ et al., 2004). Isto é importante para uma retenção alta, prevenção de micro infiltração e aumento da resistência à fadiga e à fratura (THOMPSON et al., 2011).

O aumento do conteúdo cristalino resultou na redução ou eliminação da fase vítrea, o que modificou as características de adesão entre cerâmica de alta resistência e cimento resinoso. O condicionamento com ácido fosfórico ou ácido fluorídrico são métodos frequentemente recomendados para modificar as superfícies das cerâmicas à base de sílica em superfícies rugosas, o que melhora a molhabilidade e aumenta a área de superfície para união mecânica. Infelizmente, aplicações de ácido fosfórico ou ácido fluorídrico não podem ser usadas efetivamente nas cerâmicas à base de óxido, como zircônia, pois a obtenção de rugosidade para retenção mecânica é difícil. A ausência de sílica

também impede a ligação química entre sílica-silano, necessária para silanização (KERN, WEGNER 1998; BLATZ et al, 2003).

Até o momento, não existe um consenso sobre o melhor método de tratamento de superfície a fim de alcançar uma ótima união de cimentos resinosos à zircônia (QEBLAWI et al, 2010). Vários estudos têm apresentado valores de resistência para a zircônia submetida a diferentes tratamentos de superfície. Uma grande quantidade de publicações recentes demonstra estratégias inovadoras de adesão combinando novos procedimentos de rugosidade de superfície, tratamentos com laser e união química.

Por esta razão, muitos pesquisadores e fabricantes têm despendido esforços para modificar as propriedades da superfície da zircônia, mecânica ou quimicamente, por diversos tratamentos de superfície (YUN et al., 2010).

Kern e Thompson (1995) avaliaram diferentes métodos adesivos na resistência de uma cerâmica à base de alumina infiltrada por vidro, bem como sua estabilidade em longo prazo e, determinaram os modos de fratura através de microscopia eletrônica de varredura. Todas as amostras de cerâmica foram jateadas com óxido de alumínio 110 μ m e divididas em seis grupos, de acordo com os métodos propostos de adesão: 1. Cimentação com cimento à base de BIS-GMA (Twinlook); 2. Aplicação de silano para cerâmica (ESPE-Sil) e o cimento à base de BIS-GMA; 3. Silicatização (Sistema Rocatec), silanização e cimento a base de BIS-GMA; 4. Silicatização térmica (Sistema Silicoater MD), silanização e cimento à base de BIS-GMA; 5. e 6. Ambos foram cimentados com cimento resinoso contendo MDP, um grupo cimentado como Panavia EX e o outro com o Panavia TPN-S. Após os procedimentos de cimentação, cada grupo foi subdividido em 3 grupos de acordo com o tempo de armazenagem e os ciclos de termociclagem: 24 horas imergidos em saliva artificial a 37°C, 30 dias em saliva artificial e termociclagem totalizando 7500 ciclos e, 150 dias de termociclagem com os corpos imergidos em saliva artificial, totalizando 37500 ciclos. O grupo jateado e cimentado com o cimento à base de BIS-GMA foi o que apresentou os menores valores, independentemente do tempo analisado (26,75 MPa/1 dia; 2,34MPa/30 dias; 0,0 MPa/150 dias). A adição do agente silano a esse grupo aumentou a resistência inicial, sendo reduzido drasticamente após a

termociclagem. O sistema de silicatização, juntamente com a silanização, aumentou a resistência adesiva (48,35 MPa/1 dia; 49,49 MPa/30 dias) e esta permaneceu estatisticamente semelhante após 150 dias (49,85 MPa/150 dias). A silicatização térmica também promoveu aumento nos valores de resistência iniciais, mas houve uma grande redução após 150 dias (49,85 MPa/1 dia; 46,86 MPa/30 dias; 1,97 MPa/150 dias). Os cimentos que apresentam MDP em sua composição obtiveram os maiores valores de resistência (Panavia Ex 54,09 MPa/1 dia; 48,19 MPa/30 dias; 41,67 MPa/150 dias) (Panavia TPN-S 59,67 MPa/1 dia; 38,54 MPa/30 dias; 35,75 MPa/150 dias), não havendo diferença estatisticamente significativa entre eles. Na microscopia eletrônica de varredura foi possível observar que os grupos que obtiveram valores mais baixos de resistência sofreram falha do tipo adesiva, enquanto que os grupos que resultaram em valores mais altos sofreram falha do tipo coesiva ou mista.

Com o objetivo de determinar se a resistência de união é dependente do tratamento de superfície para cerâmicas de elevado conteúdo cristalino, Derand e Derand (2000) avaliaram a resistência ao cisalhamento entre agentes cimentantes e cerâmica à base de zircônia, submetida a cinco diferentes tratamentos: jateamento com óxido de alumínio com partículas de 250 μ m, jateamento com óxido de alumínio com partículas de 50 μ m, jateamento com óxido de alumínio (50 μ m) associado condicionamento com ácido fluorídrico (38%), asperização com ponta diamantada, e sem tratamento. As superfícies foram tratadas com silano e cimentadas com 3 sistemas de fixação: Panavia 21 (Kuraray), Twinlook (Kulzer) e Superbond C&B (Sun Medical). As amostras foram avaliadas após diferentes condições de armazenagem: 5 horas em ambiente seco, 1 dia, 1 semana e 2 meses em água destilada (35°C). O ensaio de cisalhamento foi conduzido à velocidade de 5mm/min e a análise das amostras mostrou que todas falharam na interface cerâmica/cimento. A rugosidade causada pela ponta diamantada resultou em maior valor de resistência de união para o cimento Superbond. O condicionamento com ácido fluorídrico não aumentou os valores de maneira significativa. A armazenagem por uma semana em água aumentou os valores de adesão em cerca de 20% em relação aos demais grupos. Os maiores valores de resistência de união foram apresentados pelo cimento Superbond. Os autores

observaram que ainda não foi possível estabelecer um tratamento padrão para cerâmicas de elevado conteúdo cristalino e, por apresentarem redução da fase vítrea, são ácido-resistentes.

A resistência à tração entre agentes cimentantes e zircônia foi avaliada por Wegner e Kern (2000). Todas as amostras foram jateadas com partículas de óxido de alumínio. Foram empregados dois cimentos contendo MDP e um à base de Bis-GMA. Um grupo recebeu tratamento com sistema Rocatec. Silano também foi associado ao grupo do cimento contendo Bis-GMA. As amostras foram testadas em dois períodos: após 3 dias e após termociclagem (37500 ciclos). Os melhores valores foram apresentados quando cimento contendo MDP foi empregado, em ambos os tempos avaliados. Os autores concluíram que o silano não pode se unir à zircônia devido à ausência de fase vítrea e que o emprego do monômero MDP produz uma união química à superfície da zircônia jateada.

Blatz et al. (2003) realizaram uma revisão de literatura sobre procedimentos de adesão entre cerâmicas e agentes de cimentação. Embora a união dos cimentos à cerâmicas à base de sílica estar bem estabelecida, a disponibilidade de trabalhos avaliando adesão à cerâmicas de alto conteúdo cristalino é reduzida. Os dados sugeriram que a adesão a esses materiais é menos previsível e requer métodos de união alternativos para obtenção de uma união forte e duradoura. Além disso, mais estudos devem ser conduzidos para se conhecer com maior segurança o desempenho clínico de tais restaurações.

Ozcan e Vallittu (2003) estudaram a influência de três diferentes tratamentos de superfície (condicionamento com ácido fluorídrico, jateamento abrasivo com óxido de alumínio 110 μ m e tratamento triboquímico - Sistema Rocatec), em diferentes tipos de cerâmica: reforçada por leucita (Finesse – Ceram), zircônia infiltrada por vidro (Zirkonia Blank – Vita), dissilicato de lítio (IPS-Empress – Ivoclar), alumina infiltrada por vidro (In-Ceram – Vita), alumina a 99,9% (Proceram AllCeram – Nobel Biocare) e alumina experimental (99,7%), sobre a resistência de união de um cimento resinoso à base de Bis-GMA (Variolink II). Após a cimentação, metade dos espécimes foi mantida seca à temperatura ambiente por 24 horas e a outra metade foi submetida a 6000 ciclos de termociclagem. As amostras foram submetidas a teste de cisalhamento.

Observaram que o ácido fluorídrico foi capaz de criar rugosidades e microretenções nas cerâmicas reforçadas por leucita e de dissilicato de lítio, mas foi sem efetividade nas cerâmicas à base de alumina e zircônia. O condicionamento age dissolvendo a fase vítrea das cerâmicas, facilitando a penetração da resina fluída através das micro retenções. Os autores concluíram ainda que, o tratamento triboquímico aumenta o conteúdo de sílica em cerâmicas com elevado conteúdo cristalino, favorecendo o emprego de um agente silano e, podendo, portanto, ser uma alternativa para adesão a novos materiais à base de alumina. A resistência de união dos tratamentos empregados variou de acordo com o tipo de cerâmica.

Com o objetivo de avaliar e comparar a resistência de união de diferentes silanos e cimentos para a zircônia, Blatz et al. (2004) jatearam todas as amostras de zircônia (Procera AllZirkon) com partículas de óxido de alumínio 50µm e dividiram em 4 grupos: 1. Clearfil SE Bond/Porcelain Bond Ativador com cimento Panavia F, 2. Clearfil SE Bond/Porcelain Bond Ativador com cimento RelyX ARC, 3. Ceramic primer/ Single Bond com cimento RelyX ARC e 4. Cimento Panavia F sem aplicação de agente silano. Os espécimes foram armazenados em água destilada por 3 ou 180 dias antes do teste de cisalhamento. As amostras de 180 dias foram termocicladas por 12.000 ciclos. Os autores observaram que o envelhecimento artificial reduz significativamente a resistência de união e que, o agente silano que contém o monômero fosfato em sua composição proporciona uma adesão superior para qualquer um dos dois cimentos.

Considerando a ocorrência de fratura da cerâmica de revestimento nas restaurações em cerâmica pura, Kim et al. (2005) objetivaram avaliar a resistência à tração de três sistemas cerâmicos, após a aplicação de vários tratamentos de superfície. Para estudo utilizaram espécimes de 3 sistemas cerâmicos: dissilicato de lítio (IPS Empress 2 – Ivoclar Vivadent), alumina (In-Ceram Alumina – Vita) e zircônia (Zi-Ceram – Dental Graphics Co.). Como grupo controle foi utilizado uma cerâmica feldspática (Duceram – Dentsply Ceramco). Cada material foi dividido em grupos (n=10), de acordo com o tratamento: jateamento com óxido de alumínio 50µm, jateamento com óxido de alumínio 50µm + condicionamento com ácido fluorídrico 4% e jateamento com partículas de óxido de alumínio de 30µm modificadas por sílica. Todos os grupos receberam aplicação de um agente silano

(ESPE Sil – 3M ESPE). Após o tratamento de superfície, cilindros de resina composta (Z100 – 3M ESPE) foram polimerizados sobre os espécimes de cerâmica. Os espécimes foram armazenados a 37°C por 72h antes do teste de tração. Concluíram que espécimes de zircônia e alumina tratadas com partículas de óxido de alumínio modificadas por sílica e cerâmica à base de dissilicato de lítio tratadas com jateamento e condicionamento ácido apresentaram os maiores valores de resistência à tração para a resina composta.

Amaral et al. (2006) avaliaram três jateamentos como tratamento superficial de zircônia (In-Ceram Zirconia), sendo um à base de óxido de alumínio com partículas de 110µm (Korox, Bebo, Bremen) e os outros dois com partículas revestidas por sílica com dimensões diferentes: 110µm (Sistema Rocatec - 3M ESPE) e 30µm (CoJet-Sand - 3M ESPE). As amostras de cerâmica foram polidas e limpas por 10 minutos em ultrassom com solução de acetato. Após o tratamento de superfície, todos foram silanizados e cimentados em blocos de resina utilizando um cimento resinoso contendo MDP (Panavia F). Os espécimes foram armazenados em água destilada a 37°C por 7 dias. O conjunto resina composta + cerâmica foi cortado e as fatias obtidas submetidas a teste de micro tração. Concluiu-se que ambos os sistemas de silicatização (Rocatec 24,6 MPa e CoJet 26,7 MPa) foram superiores ao de óxido de alumínio (20,5 MPa), não havendo diferença estatisticamente significativa entre as dimensões das partículas utilizadas. No entanto, discutiu-se a possível perda de material em detrimento do tratamento de superfície, o que pode resultar em falhas na margem da prótese, principalmente quando partículas maiores são utilizadas. Como a zircônia utilizada nesse estudo é infiltrada por vidro e houve a incorporação de partículas de sílica devido ao jateamento na superfície da cerâmica, propuseram que o agente silano seria capaz de promover interações químicas entre o componente resinoso e a cerâmica. O teste de micro tração foi utilizado por haver uma distribuição de força mais homogênea sobre a interface adesiva. Ainda assim, os resultados encontrados estão de acordo com experimentos que utilizaram o teste de cisalhamento.

Considerando que cimentos resinosos requerem tratamentos de superfície prévios à cimentação, Atsu et al. (2006) tiveram por finalidade testar a hipótese de

que o jateamento com partículas revestidas por sílica (CoJet – 3M ESPE), juntamente com a aplicação de silano (Clearfil Porcelain Bond Activator) e adesivo (Clearfil Liner Bond 2V) que contém MDP aumenta a força adesiva entre a cerâmica de óxido de zircônia e um cimento à base de MDP (Panavia F), através de teste de cisalhamento. Amostras de cerâmica de zircônia (Cercon) sofreram jateamento com partículas de 125 μm de Al_2O_3 e, posteriormente, foram limpas em ultrassom com álcool isopropílico a 96% por 3 minutos. Passaram, então, por diferentes tratamentos de superfície, formando 6 grupos: o grupo 1 não apresentou qualquer outro tratamento de superfície; o grupo 2 aplicação de silano; no grupo 3 foi aplicado o agente adesivo e silano; o grupo 4 sofreu apenas a silicatização; o grupo 5 foi silicatizado, seguido da aplicação de silano; e o grupo 6 foi silicatizado seguido pela aplicação de agente adesivo e silano. Cilindros de resina composta (3 mm de diâmetro) foram cimentados nas amostras de zircônia com o Panavia F e submetidos a teste de cisalhamento, após serem armazenados em água destilada a 37°C por 24 horas. As médias (MPa) obtidas para os grupos 1, 2, 3, 4, 4 e 5 foram, respectivamente, 15,7; 16,5; 18,8; 21,6; 21,9; 22,9. Observou-se que quando da aplicação do CoJet houve um aumento significativo nos valores de resistência e isto foi explicado devido a ligação química entre as partículas de sílica na superfície da cerâmica e o agente silano. Dessa forma, obteve-se o maior valor quando se associou o sistema de silicatização aos agentes adesivos e ao silano, confirmando a hipótese testada. Os grupos que obtiveram os menores valores apresentaram falha do tipo adesiva (na interface), enquanto os grupos com maior resistência apresentaram falhas mistas ou coesivas no cimento.

Para avaliar a resistência adesiva de diferentes cimentos a uma zircônia estabilizada por ítrio (Cercon Smart Ceramics), Lüthy et al. (2006) utilizaram um cimento de ionômero de vidro (Ketac-Cem - 3M ESPE), um cimento resinoso à base de Bis-GMA (Nexus - Kerr), um resinoso à base de 4-META (Superbond C&B, Sun Medical) e três cimentos resinosos à base de monômero ácido fosfórico (Panavia 21- Kuraray, Panavia F-Kuraray, Rely X Unicem - 3M ESPE). Todas as superfícies cerâmicas foram jateadas com partículas de 110 μm de óxido de alumínio e, para o cimento Nexus, foi formado outro grupo, utilizando como

tratamento a silicatização (Sistema Rocatec - 3M ESPE). Antes da realização do ensaio de cisalhamento, os espécimes foram mantidos em água destilada a 37°C por 48 horas e metade foi submetida à termociclagem de 10000. Relataram que o cimento de ionômero de vidro (6,5 MPa/33 horas e 1,4 MPa/333 horas) e o resinoso à base de Bis-GMA (7,3 MPa/33 horas e 2,5 MPa/333 horas) apresentaram os menores valores de resistência. Não houve diferença estatisticamente significativa entre o adesivo Superbond (44,5 MPa/33 horas e 29,4 MPa/333 horas) e o cimento Rely X Unicem (39,2 MPa/33 horas e 36,7 MPa/333 horas), e a termociclagem diminuiu a resistência de ambos. Em relação aos cimentos Panavia, ambos sofreram aumento na resistência após termociclagem (Panavia F 52,4 MPa/3h e 55,7 MPa/333h e Panavia 21 63,4 MPa/3h e 73,8 MPa/333h), provavelmente devido ao pouco tempo de envelhecimento por meio de termociclagem (aproximadamente 14 dias). Ainda assim, foram os que obtiveram os maiores valores de resistência, sendo o Panavia 21 o cimento com maior valor de resistência adesiva.

Considerando ser difícil o estabelecimento de uma união estável e duradoura entre a zircônia e agentes resinosos, por meio de métodos de tratamento de superfície convencionais, Aboushelib et al., 2007, avaliaram a resistência adesiva através da micro tração de uma cerâmica Y-TZP (Cercon Base – DeguDent) submetida à maturação térmica e à asperização (infiltração) seletiva da superfície. Em um dos grupos os espécimes foram submetidos a estresse térmico (aquecidos até 750°C, resfriados a 650°C por um minuto, reaquentados a 750°C por um minuto e deixados para resfriar à temperatura ambiente) e cimentados com cimento contendo MDP (Panavia F 2.0 – Kurakay). Nos outros três grupos as amostras de zircônia foram jateadas com partículas de óxido de alumínio de 110µm e cimentadas com três cimentos resinosos: Panavia F2.0, RelyX ARC (3M ESPE) e Bistite II DC (J Morita). O grupo que foi tratado com infiltração seletiva obteve o maior valor de resistência adesiva. Existiu uma interação significativa entre o tempo de armazenagem e a técnica de cimentação, apresentando redução de valores de união com o passar do tempo, exceto para os grupos cimentados com o Panavia F 2.0 (jateados e infiltração seletiva). As fraturas foram coesivas para todos os grupos no período inicial do teste,

permanecendo, assim, apenas para o grupo da maturação térmica após armazenamento em água. Os autores concluíram que a infiltração seletiva da superfície é um método confiável por ter estabelecido uma união resistente.

Com o objetivo de determinar a resistência à tração e ao cisalhamento de uma cerâmica à base de alumina infiltrada por vidro reforçada por zircônia, Della Bona et al. (2007) testaram a hipótese de que o sistema de silicatização resulta em maiores valores de resistência adesiva do que outros tratamentos de superfície. Três tratamentos de superfície foram avaliados: condicionamento com ácido fluorídrico a 9,5% (Ultradent Dental Products), jateamento com partícula de óxido de alumínio de 25 μ m (Hanbiblaster – Chameleon Dental Products) e silicatização com sistema Cojet (3M ESPE). Aplicou-se um agente silano e um adesivo em todos os corpos de prova. Cilindros de resina composta com 3,5mm de diâmetro foram construídos sobre a superfície tratada da cerâmica. Houve diferença estatística entre os três tratamentos de superfície, sendo que o jateamento com óxido de alumínio revelou valores significativamente maiores (7,6 MPa para tração e 13,9 para cisalhamento) que o condicionamento ácido 3,5 MPa para tração e 10,4 MPa para cisalhamento), já os valores do sistema de silicatização atingiu os maiores valores (10,4 MPa para tração e 21,6 MPa para cisalhamento), em ambos os testes. A análise em microscopia de luz demonstrou que todos os espécimes fraturaram na interface adesiva, independentemente do teste utilizado. Os autores chegaram à conclusão de que a silicatização aumenta a resistência adesiva em ambos os testes e que, apesar dos valores obtidos serem diferentes para cada um, a média entre os valores é similar para os dois testes.

Tendo em vista compreender se a resistência de união da zircônia é influenciada por diferentes métodos de condicionamento de superfície e por condições de armazenamento, Wolfart et al. (2007) avaliaram 6 grupos (n=120), dependendo do cimento e do tratamento de superfície. Para unir o substrato resinoso à zircônia metade dos espécimes foram cimentados com cimento resinoso convencional (Variolink II) e a outra, com cimento resinoso (Panavia F) contendo um monômero fosfatado (MDP). Para cada cimento (n=60) foram utilizados três diferentes tratamentos na superfície cerâmica: 1. Sem tratamento superficial, aplicação direta do cimento; 2. Limpa por 15 segundos com jato de

hidrocarboneto de sódio; 3. Jateamento com Al_2O_3 de $50\mu\text{m}$. Antes do ensaio de micro tração, cada grupo foi dividido em 2 subgrupos de 10 amostras que foram armazenados em água destilada (37°C), por 3 ou 150 dias. Além disso, as amostras de 150 dias foram termocicladas por 37.500 ciclos. Os autores concluíram que a resistência de união é influenciada tanto pelo tratamento de superfície como pelas condições de armazenagem. Ressaltaram que não só a limpeza, mas rugosidade e ativação da superfície por jateamento com partículas de Al_2O_3 antes da união adesiva e o uso de um cimento resinoso contendo MDP é necessário para alcançar uma adesão duradoura à zircônia.

A fim de observar o desempenho de tratamentos de superfície e do armazenamento em água sobre a resistência ao cisalhamento de uma zircônia parcialmente estabilizada por ítrio (Denzir), Lindgren et al. (2008) avaliaram três grupos: 1. Aplicação do cimento RelyX Unicem, sem nenhum tratamento na superfície da cerâmica; 2. Aplicação de um primer para metal (Metal Primer II) e o mesmo cimento; 3. Aplicação de um primer cerâmico (Ceramic Primer) e o cimento RelyX Unicem. Após a cimentação, espécimes foram mantidos em água destilada a 37°C por 24 horas, previamente ao teste de cisalhamento. Seguidos ao teste, os espécimes foram submetidos ao jateamento com partículas de óxido de alumínio de $110\mu\text{m}$, repetindo-se a cimentação e o teste. Para assegurar que todo o cimento havia sido removido com o jateamento, os espécimes foram observados em microscopia de luz. Estes espécimes foram mantidos em água destilada a 37°C por 180 dias antes do teste. Para os espécimes mantidos apenas 24h em água, não houve diferença estatisticamente significativa dentre os grupos antes ou depois do jateamento. No entanto, os grupos que sofreram jateamento e utilizaram primer, tanto metálico quanto cerâmico, obtiveram valores de resistência maiores do que dos grupos não tratados. Após 180 dias, o grupo em que foi aplicado o primer metálico teve uma resistência maior do que o grupo do primer cerâmico e do grupo sem primer. Adicionalmente, não houve diferença estatística entre a resistência de 24 horas e 180 dias para o grupo jateado e com primer metálico. Os autores compreenderam que o jateamento e o tratamento superficial com um primer metálico é um método eficiente para aumentar a resistência adesiva em superfícies cerâmicas à base de zircônia.

A zircônia, por ser um material completamente bioinerte, possui uma superfície apolar com alta resistência à corrosão, mas também sem potencial de adesão química. Com objetivo de avaliar a hidroxilação da superfície da zircônia como um pré-tratamento para cimentos resinosos, Lohbauer et al. (2008) compararam a hidroxilação da zircônia (YZ Cubes - VITA) por meio de seis métodos químicos com superfícies não tratadas e tratadas mecanicamente. Foram utilizados cinco tratamentos ácidos (H_3PO_4 5mol; $\text{H}_2\text{SO}_4:\text{H}_2\text{O}_2 = 3:1$; $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4:\text{HCl} = 4:1$; e $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4:\text{HCl} + \text{Silano}$) e um alcalino (NaOH a 15mol) nas superfícies da zircônia que já estavam pré-tratadas a partir de jateamento com partículas de óxido de alumínio de $110\mu\text{m}$. As amostras foram cimentadas com cimento resinoso dual Panavia F 2.0 (Kurakay) ou Multilink (Ivoclar Vivadent). A hidroxilação com solução de $\text{H}_2\text{SO}_4/\text{H}_2\text{O}_2$ associado ao cimento Multilink atingiu uma resistência média de 12,47MPa. O tratamento triboquímico (Sistema Rocatec - 3M ESPE) e cimentação com Multilink obteve a maior resistência (19,33 MPa). O cimento Panavia F não obteve valores estatisticamente diferentes para as superfícies sem tratamento (11,60 MPa) e hidroxiladas (12,43 MPa). Além disso, a cimentação com Multilink pode ter sua resistência aumentada através do uso de silano e solução de $\text{H}_2\text{SO}_4/\text{H}_2\text{O}_2$, sendo que a utilização desta deve ser discutida pelo seu potencial corrosivo. A substância alcalina não apresentou hidroxilação efetiva. Também puderam concluir que a cimentação com Panavia F não é afetada pela hidroxilação, o potencial de união química deste cimento está relacionado com monômero fosfato presente em sua composição.

Re et al. (2008) avaliaram a resistência ao cisalhamento de dois cimentos resinosos contendo monômero fosfatado (RelyX UniCem – 3M ESPE e Panavia F 2.0 - Kuraray) para superfícies de zircônia de dois fabricantes submetidas a três tratamentos de superfície. Quarenta espécimes de zircônia para um fabricante (Lava – 3M ESPE) e quarenta para outro (Cercon – Dentsply) foram submetidas a 4 grupos de tratamento: sem nenhum tratamento, jateamento com partículas de óxido de alumínio de $50\mu\text{m}$, jateamento com partículas de óxido de alumínio de $110\mu\text{m}$ e silicatização (Sistema Rocatec – 3M ESPE) associado a silanização (ESPE Sil – 3M ESPE). Os dois cimentos foram depositados na superfície cerâmica com auxílio de uma matriz metálica. Até o teste, as amostras foram

armazenadas em água destilada por 7 dias. Contudo, pode-se concluir que a rugosidade da superfície dada por jateamento aumenta a resistência de união dos cimentos para a zircônia, sendo que, o Panavia F 2.0 foi menos influenciado pelos tratamentos que o RelyX Unicem.

Um novo procedimento para aumentar a resistência da cimentação adesiva da zircônia tem sido testado por Aboushelib et al. (2009), que é a infiltração seletiva da superfície, capaz de criar uma superfície retentiva na qual o cimento resinoso pode infiltrar-se. O objetivo desse estudo foi avaliar a resistência em longo prazo da cimentação adesiva da zircônia, utilizando a infiltração seletiva como tratamento de superfície e quatro novos primers. Quarenta discos de zircônia sofreram infiltração seletiva e foram separados em quatro grupos, sendo que em cada grupo foi aplicado um primer fabricado pelos autores. As amostras foram submetidas ao teste de micro tração, imediatamente após a cimentação e após 90 dias de armazenamento em água. A ativação dos primers e o tipo de fratura foram analisados em espectroscopia de infravermelho. O armazenamento em água resultou em diminuição da resistência adesiva para todos os primers testados além de aumentar as fraturas adesivas (na interface). A espectroscopia mostrou que todos os primers haviam sido devidamente ativados previamente à sua utilização. Os autores puderam concluir que a resistência em longo prazo da cimentação adesiva da zircônia está diretamente relacionada aos aspectos químicos dos materiais utilizados, e, que materiais mais hidrofóbicos deveriam ser pesquisados e produzidos para resistir aos efeitos prejudiciais da hidrólise.

Cavalcanti et al. (2009) realizaram uma revisão de literatura com o objetivo de apresentar conceitos fundamentais para a aplicação clínica da zircônia (Y-TZP). Os autores compreenderam que: jateamento com partículas de óxido de alumínio (silanizados ou não) apresenta-se como o tratamento de superfície mais frequentemente indicado para melhorar a união entre os cimentos resinosos à Y-TZP. Embora estudos tenham indicado que alguns tratamentos de superfície podem reduzir as propriedades mecânicas da Y-TZP, este efeito pode estar relacionado com a técnica de jateamento. O uso de monômeros funcionais especiais podem unir quimicamente ao dióxido de zircônio, parecendo melhorar a qualidade da união entre cimento resinoso e cerâmica. Esses monômeros são

encontrados tanto em cimento resinoso e primer. Apesar de vários estudos científicos disponíveis, estudos clínicos são necessários para avaliar o comportamento em longo prazo das restaurações Y-TZP e estabelecer quais materiais e técnicas devam ser recomendados para cimentação dessas restaurações.

Lehmann e Kern (2009) realizaram ensaio de tração para avaliar resistência de união na zircônia, utilizando diferentes primers. As amostras de zircônia (Cercon- Degudent) foram jateadas com partículas de óxido de alumínio de 50µm e divididas em quatro grupos: 1. Cimento Multilink Automix (Ivoclar Vivadent), sem aplicação de primer; 2. Cimento Multilink Automix, usado depois da aplicação do Metal/Zircônia Primer (Ivoclar Vivadent); 3. Cimento Multilink Automix, usado depois da aplicação do Alloy Primer (Kuraray); 4. Cimento Panavia F, sem utilizar primer. Cada grupo foi dividido em dois subgrupos, de acordo com o envelhecimento: 3 dias em água destilada ou 150 dias mais termociclagem (37.500 ciclos). Os autores puderam observar que a aplicação de primers para o cimento Multilink Automix melhorou significativamente a resistência de união, quando comparados ao grupo sem aplicação de primer; após o envelhecimento, no grupo do Multilink Automix sem primer, os espécimes desuniram espontaneamente; o grupo que foi aplicado o Alloy Primer não mostrou diferença estatisticamente significativa em relação ao grupo do Panavia F. Concluíram que o uso de primers na superfície jateada da zircônia melhora a resistência de união.

Oyagüe et al. (2009) avaliaram a influência do condicionamento de superfície e da seleção do cimento resinoso na resistência à micro tração da zircônia. Para isso, 18 blocos de zircônia (Cercon) foram divididos em três grupos (n=6) de acordo com o tratamento: 1. Jateamento com partículas de óxido de alumínio de 125µm; 2. Tratamento triboquímico usando partículas de Al₂O₃ modificadas por sílica; 3. Não receberam nenhum tratamento. Os cilindros de compósito foram unidos à cerâmica usando: 1. Calibra; 2. Clearfil Esthetic Cement; 3. Relyx Unicem. Após a cimentação, as amostras foram armazenadas por 24 horas, em seguida, foram seccionadas em palitos para posterior ensaio de micro tração. Observaram por meio de microscopia de força atômica a topografia da superfície e a rugosidade média das superfícies cerâmicas. Os autores

perceberam que o cimento Clearfil Esthetic Cement apresentou valores de união estatisticamente superior aos outros cimentos. Relacionaram o fato à presença do monômero fosfatado (MDP) no sistema silano/cimento, mostrando a capacidade do monômero ácido funcional de reagir com o substrato. Desse modo, a seleção do cimento pareceu ser um fator relevante para adesão das cerâmicas de óxido de zircônio.

Considerando que o jateamento causa danos na superfície cerâmica, uma técnica de união para zircônia seria através de interação química entre a zircônia e os sistemas de cimentação. De Souza et al. (2010) analisaram o efeito de primers, sistemas de cimentação e envelhecimento na resistência adesiva da zircônia. As amostras de zircônia (Lava Frame) foram tratadas quimicamente, ou com Alloy Primer (Kuraray), ou com Epiguard Primer (Kuraray), ambos contendo o monômero ácido funcional (MDP), sendo que o primeiro possui outro monômero (VBATDT) em sua composição, o qual apresenta uma ligação direta com metais nobres. O grupo controle não recebeu nenhum tratamento. As espécimes foram cimentadas com RelyX UniCem (3M ESPE) ou com o Panavia 21 (Kuraray). Os ensaios de micro tração foram realizados em dois tempos, 24h ou 60 dias mais termociclagem (5000 ciclos), após a cimentação. Os autores observaram que os grupos tratados com o Alloy Primer apresentaram valor de união mais alto que os grupos tratados com o Epiguard Primer e que os grupos controles tiveram os valores de união menor. Quanto ao agente de cimentação, o RelyX Unicem promoveu resistência de união maior quando comparado com o Panavia 21. A média de resistência de união diminuiu após o processo de envelhecimento. Relataram, ainda, que a aplicação de primer contendo MDP pode aumentar a resistência de união entre a zircônia e o sistema de cimentação, sem nenhum tratamento mecânico, dependendo do sistema de cimentação utilizado. O tratamento químico pode resultar em uma alternativa confiável para alcançar resistência de união.

Com o objetivo de avaliar e comparar a influência de diferentes primers e cimentos resinosos na resistência à tração para cerâmica à base de sílica (GN-1 Ceramic Block - GC) e zircônia (Cercon – Degudent), Kitayama et al. (2010) jatearam todos os espécimes de ambas as cerâmicas com partículas de óxido de

alumínio de 70µm e, para cada agente cimentante, existia um grupo sem utilização de primer e o outro com a aplicação de primer do mesmo fabricante do cimento, da seguinte forma: Bistite II/ Tokuso Ceramic Primer (Tokuyama Dental), Linkmax/ CG Ceramic Primer (GC), RelyX ARC/RelyX Ceramic Primer (3M ESPE)), Panavia F 2.0/ Clearfil Ceramic Primer (Kuraray) e Resicem/ Shofu Porcelain Primer ou AZ Primer (Shofu). Realizada a cimentação, os corpos de prova foram armazenados 24h a 37°C até o ensaio de tração. Os autores observaram que os primers contendo agente silano são efetivos para cerâmica à base de sílica e que os primers contendo monômero de ácido fosfato (MDP) e monômero éster fosfato aumentam à resistência de união dos cimentos resinosos a zircônia, fato que pode ser explicado devido ao jateamento prévio na superfície da zircônia.

Qeblawi et al. (2010) observaram a influência do tratamento mecânico na resistência à flexão da zircônia (Y-TZP) e o efeito de tratamentos mecânicos e químicos na resistência de união entre a zircônia e um cimento resinoso. Para avaliar a resistência à flexão, os espécimes de zircônia (IPS e.max ZirCAD – Ivoclar Vivadent) foram divididos em 4 grupos (n=16): sem tratamento, jateamento com partículas de óxido de alumínio de 50 µm, silicatização (partículas de óxido de alumínio de 30µm modificadas por sílica) e abrasão manual com instrumento rotário sob irrigação. O teste de resistência à flexão foi realizado 24h após armazenamento das amostras em água a 37°C. Para avaliar a resistência ao cisalhamento, amostras de zircônia foram divididas em 16 grupos (=12). Cada grupo foi submetido à combinação de tratamentos químicos (controle - sem tratamento, condicionamento com ácido fluorídrico e silanização, apenas silanização, aplicação de primer para zircônia) e mecânicos (sem tratamento, jateamento com partículas de óxido de alumínio de 50 µm, silicatização e abrasão manual com instrumento rotário sob irrigação), de modo que todos foram cimentados com o cimento resinoso Multilink Automix (Ivoclar-Vivadent). Concluída a armazenagem, as amostras foram submetidas ao ensaio de cisalhamento. Para analisar o envelhecimento artificial, os grupos que obtiveram os maiores valores foram duplicados, armazenados por 90 dias e termociclados (6000 ciclos). Os autores identificaram que o jateamento com óxido de alumínio e abrasão manual aumenta significativamente a resistência à flexão. Quanto ao

teste de cisalhamento, os valores de resistência que foram encontrados: silicatização + silanização > abrasão manual + zircônia primer > jateamento + silanização > zircônia primer > jateamento + zircônia primer. O envelhecimento artificial resultou em diminuição significativa na resistência de união. Concluíram que a modificação mecânica na superfície da zircônia aumenta a resistência à flexão, tratamentos de superfície melhoraram a união do cimento resinoso à zircônia, e, que a combinação de condicionamentos químicos e mecânicos são essenciais para uma união duradoura entre a cerâmica e cimento resinoso.

Shahin e Kern (2010) avaliaram a retenção de coroas de zircônia cimentadas com dois cimentos convencionais (cimento de ionômero de vidro e cimento de fosfato de zinco) e um cimento resinoso, antes e após o envelhecimento. As coroas de zircônia foram divididas em três grupos (n=32) de acordo com o cimento (cimento de ionômero de vidro – Ketac Cem Maxicap/ 3M ESPE; cimento de fosfato de zinco - Hoffmann Quick Setting/Hoffmann; cimento resinoso - Panavia 21/ Kuraray) e cada grupo foi subdividido em dois grupos: jateamento com partículas de óxido de alumínio de 50µm e sem jateamento. Antes do ensaio de tração, as amostras foram armazenadas em água destilada 37°C em dois tempos: 3 dias ou 150 dias + termociclagem (37.500 ciclos) + ciclagem dinâmica (300.000 ciclos). Os autores observaram que o jateamento aumentou a retenção da coroa, enquanto que o envelhecimento diminuiu, bem como perceberam, também, que o cimento resinoso apresentou valores de retenção estatisticamente maior quando comparados aos cimentos convencionais. Relataram, ainda, que a utilização de cimentos resinosos contendo monômeros fosfatados (MDP) em superfícies cerâmicas jateadas podem ser recomendados como o método de cimentação mais retentivo.

Considerando as cerâmicas à base de zircônia um tema de grande interesse na odontologia e que um problema clínico do uso desse material é a dificuldade em se conseguir uma adesão adequada com os substratos, pois métodos de adesivos tradicionais para cerâmicas à base de sílica não são eficientes, Thompson et al. (2011) realizaram uma revisão de literatura sobre adesão e cimentação para zircônia. Encontraram que várias tecnologias estão sendo utilizadas para resolver esse problema e outras abordagens estão sob

investigação. A maioria das técnicas incide sobre a modificação da superfície inerte das cerâmicas de alta resistência. Os autores concluíram que embora a ciência e a tecnologia aplicadas à adesão da ZrO₂ tenham melhorado, ainda há muito a ser estudado para tornar este um comportamento previsível para o uso clínico.

4 DISCUSSÃO

A morfologia e as propriedades químicas da superfície cerâmica são fatores muito importantes para a ligação cerâmica-resina. Estas propriedades podem ser conseguidas pela aplicação de agentes de condicionamento químico e/ou tratamentos mecânicos criando uma ligação micromecânica e/ou química ao cimento da resina.

4.1 CERÂMICAS

Cerâmicas de vidro, também denominadas cerâmicas baseadas em sílica (BLATZ, et al. 2003; LUNGCY, 2012.), são um grupo de materiais que foram amplamente utilizados para restaurações de cerâmica desde a década de 1970. Estes podem ser classificados como feldspática, leucita-reforçado, vidro de fluorita ou cerâmica de dissilicato do lítio. O condicionamento com Ácido Fluorídrico tem um efeito característico na superfície destas cerâmicas, criando uma superfície uniformemente porosa (DELLABONA, et al., 2007).

Apesar da cerâmica de vidro que exibir menor resistência mecânica do que a cerâmica de óxido, a resistência à fratura tem sido aumentada com a cimentação resinosa (JENSEN, et al., 1989; PAGNIANO, et al. 2005). Um estudo sugeriu que o uso de uma camada relativamente fina (aproximadamente 100 μ m) de cimento resinoso ligado a cerâmica de dissilicato leucita e de lítio em superfícies tratadas HF e silanização poderia aumentar significativamente a força flexural biaxial em comparação com a cerâmica com as mesmas preparações de superfície, mas sem aplicação cimento resina (PAGNIANO, et al. 2005).

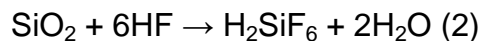
Vários estudos sugerem que vários tipos de cerâmicas de vidro podem produzir diferentes microestruturas após diferentes tratamentos superficiais, o que pode afetar a força de ligação entre o cimento cerâmico e a resina [17 – 22]. Demonstrou-se que uma cerâmica feldspática exibiu uma significativa maior força de ligação de cisalhamento do que uma cerâmica reforçada leucita quando cimentada com o mesmo cimento de resina após 20.000 ciclos térmicos [21]. Ao comparar o leucita-reforçado e o dissilicato cerâmico do lítio, um estudo [22] mostrou um cimento de resina que cimentado a uma cerâmica leucita-reforçada

teve uma dureza Vickers mais elevada. Os autores atribuíram a divergência à variação da microestrutura nos dois tipos cerâmicos.

4.2 TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIE

4.2.1 Ácido fluorídrico (HF)

O ácido fluorídrico é uma solução aquosa de fluoreto de hidrogênio. É um ácido fraco porque a sua ligação H F é relativamente mais estável do que a ligação de outros ácidos fortes (MASTERTON, et al., 2011). HF pode ser usado para a dissolução da superfície de vidro cerâmico da fase reagindo com dióxido de silício. Isto aumenta a aspereza da superfície cerâmica e, conseqüentemente, cria um bloqueio micro mecânico entre o cimento de cerâmica e resina. O processo de reação é mostrado como:



É de salientar que o processo de dissolução não depende da propriedade "ácida" de HF, mas a substituição de flúor ao oxigênio devido a eletronegatividade em vidro.

HF tem uma longa história no pré-tratamento de cerâmica à base de sílica. Esta foi descrita pela primeira vez por Horn et al. que mostrou um aumento bem-sucedido na força de ligação entre uma fina camada de porcelana e resina pela aplicação de HF, para obter uma força de ligação elástica de 7,5 MPa (HORN, 1983; SIMONSEN, et al., 1983). A partir do início dos anos 1990, foram realizados novos estudos para analisar o efeito da concentração e do tempo de gravação de HF sobre a força de ligação entre cerâmica e cimentos resinosos (WOLF, et al., 1993; CHEN, et al., 1998; YU, et al., 1999; BARGHI, et al., 2006; NAVES, et al., 2010; PATTANAIK, 2011). Foi relatado, onde combinações de concentrações de HF (2,5%, 5,0%, 7,5%, 10%, 15%) e os tempos de gravura (0,5 min, 1 min, 2,5 min, 5,0 min, 7,5 min, 10 min) foram examinados em cerâmica feldspática, que

nenhuma correlação direta e óbvia foi encontrada entre a concentração de período e de condicionamento. Os melhores períodos de condicionamento para 2,5%, 5,0%, 7,5%, 10%, 15% HF foram 5 min, 7,5 min, 10 min, 1,0 min, 0,5 min respectivamente (YU, et al., 1999). Em outro estudo que avaliou o efeito de 5% de gel HF tempo de gravura na superfície de uma cerâmica feldspática mostrou um resultado diferente. Este estudo descobriu que, com um aumento no tempo de condicionamento, a força de ligação de cisalhamento também aumentou. A maior força de ligação foi alcançada quando a superfície cerâmica foi condicionada por 2 min, e além deste tempo de condicionamento, foi observada uma redução da força de ligação de cisalhamento (CHEN, et al., 1998). Este fenômeno poderia ser explicado pelo excesso de condicionamento da superfície cerâmica de vidro e afetando negativamente a força (CHEN, et al., 1998).

Alguns procedimentos adicionais foram tentados após o HF foi enxaguado com água, a fim de melhorar a ligação de resina cerâmica, eliminando o excesso de ácido. Um estudo avaliou a aplicação de um pó neutralizante na superfície cerâmica gravada em HF. Não foi um procedimento recomendado para tratamentos superficiais de óxidos cerâmicos porque foi encontrada uma redução significativa da força de ligação microelástica no grupo de neutralização (SAAVEDRA, et al., 2009).

4.2.2 Silanização

Os agentes de acoplamento de silano fornecem uma ligação química entre a resina e a cerâmica de vidro. Silanos têm um grupo inorgânico que reage com si na superfície cerâmica por uma reação de condensação. Eles também têm um grupo orgânico que pode se relacionar quimicamente com resinas baseadas em metacrilato (KERN, 2009).

O silano mais comumente usado em Odontologia para ligação cerâmica-resina é 3-methacryloxypropyltrimethoxysilane (ou-methacryloxypropyltrimethoxysilane).

As abreviaturas deste silano foram publicadas como MPS, MPTS ou MTS (SAKAI, et al. 2011).

A camada de silano é normalmente cerca de 10 – 50nm. Descobriu-se que a destruição coesa de camadas ocorre quando um número sucessivo de camadas de silano são aplicados na superfície (MATINLINNA, 2007). Assim, recomenda-se que um revestimento fino de silano na superfície cerâmica deva ocorrer a fim conseguir a ligação satisfatória. Por outro lado, o tratamento térmico do silano é outro método para reduzir a espessura do revestimento de silano (KERN, 2011). Um aumento significativo da força de ligação microelástica entre o cimento cerâmico e de resina reforçado leucita ocorreu após a secagem do silano (MPS) com um fluxo de ar morno de 100 ° C (FABIANELLI, et al., 2010). No entanto, alguns estudos demonstraram que o tratamento térmico não poderia melhorar a força de ligação de cisalhamento do promotor de adesão MPS entre um cimento de resina e cerâmica reforçada leucita, mas reforçou o desempenho da ligação para 3-methacryloxypropylmethyldimethoxys (MDS), 3-methacryloxypropyltriethoxysilane (MTES). Assim, a composição química da cartilha de silano desempenha um papel mais importante do que o tratamento térmico para otimizar a ligação entre resina e cerâmica reforçada leucita (SAKAI, et al., 2011). Outro estudo mostrou que o tratamento térmico do silano não melhorou a força de ligação (DE CARVALHO, et al., 2011).

4.2.3 Jateamento de areia

É um método de condicionamento mecânico, onde ocorre um processo para asperizar a superfície cerâmica por jateamento com partículas de alumina (AL₂O₃). O pó de alumina de 25 a 50 m é comumente usado em cerâmica de vidro a uma pressão de 0,28 MPa (KARA, et al., 2011; SHIMAKURA, et al., 2007).

4.2.4 Comparação entre diferentes tratamentos de superfície

A comparação das forças de ligação de várias superfícies tratadas mostrou que o condicionamento ácido HF na cerâmica pode criar aspereza de superfície mais elevada e conseqüentemente uma força mais elevada da ligação do que outros métodos (DELLABONA, 2000; DELLABONA, et al., 2002; ROULET, et al., 1995; STEWART, et al. 2002).

Della Bona et al. (DELLABONA, et al., 2002) constataram que a cerâmica tratada com HF mostrou valores de força de ligação de elasticidade significativamente mais elevados do que o fluoreto de fosfato de acidulado e o tratamento de bifluoreto de amônio.

Observou-se também que os pontos fortes da ligação microelástica em cerâmicas de vidro leucita foram obtidos quando tratados com gravura em HF em comparação com ácido fosfórico (PEUMANS, et al., 2007). Resultados semelhantes foram mostrados em outro estudo confirmando que o condicionamento ácido HF foi um tratamento de superfície mais eficaz do que o ácido fosfórico (SHIMADA, et al. 2002).

O condicionamento de ácido HF em uma superfície cerâmica feldspática também mostrou uma maior força de ligação de cisalhamento do que qualquer jateamento ou quando armazenado por 24h ou 6 meses (STEWART, et al., 2002).

Apesar do procedimento comum para a cerâmica, a preparação de rugosidade de superfície, incluindo a aplicação de polimento, jateamento e ácido fosfórico, são consideradas como um processo básico de preparação da cerâmica para obtenção de aderência consistente.

5 CONCLUSÃO

Constatou que a ligação entre a cerâmica de vidro e cimentos de resina são um dos fatores-chave para o sucesso clínico a longo prazo. Atividade de investigação intensa tem trazido muitas contribuições para a compreensão na cerâmica – resina de ligação nos últimos anos. Baseado em evidências científicas e clínicas, parece ser claro que silanização e aplicação de ácido fosfórico (HF) são necessárias para o tratamento de superfície de restaurações cerâmicas vítreas. No entanto, o procedimento de adesão ideal permanece controverso. São necessárias novas pesquisas para desenvolver um substituto para HF melhorias na resina e, também, dos cimentos. Além disso, testes de laboratório precisa simular melhor o ambiente oral e, conseqüentemente, obter dados mais fiáveis, correlacionados com o desempenho clínico.

REFERÊNCIAS

ABOUSHELIB, M.N.; MIRMOHAMADI, H.; MIRMOHAMADI, H.; MATINLINNA, J.P.; KUKK, E; OUNSI, H.F; SALAMEH, Z. Innovations in bonding to zirconia-based materials. Part II: Focusing on chemical interactions. **Dent Mater.** v.25, n.8, p.989-93, 2009.

AMARAL, R.; OZCAN, M.; BOTTINO, M.A.; VALANDRO, L.F. Microtensile bond strength of a resin cement to glass infiltrated zirconia-reinforced ceramic: the effect of surface conditioning. **Dent Mater.** v.22, n.3, p.83-90, 2006.

ATSU, S.S.; KILICARSLAN, M.A.; KUCUKESMEN, H.C.; AKA, P.S. Effect of zirconium-oxide ceramic surface treatments on the bond strength to adhesive resin. **J Prosthet Dent.** v.95, n.6, p. 430-6, 2006.

BARGHI, N.; FISCHER, D.E.; VATANI, L. Effects of porcelain leucite content, types of etchants, and etching time on porcelain-composite bond. **J Esthet Restor Dent.** v.18, p.47-52, 2006.

BLATZ, M.B.; SADAN, A.; KERN, M. Resin-ceramic bonding: a review of the literature. **J Prosthet Dent.** v.89, n.3, p. 268-74, 2003.

BLATZ, M.B.; SADAN, A.; MARTIN, J.; LANG, B. In vitro evaluation bond strengths of resin to densely-sintered high-purity zirconium-oxide ceramic after long-term storage and thermal cycling. **J Prosthet Dent.** v.91, n.4, p.356-62, 2004.

CAVALCANTI, N.A.; FOXTON, R.M.; WATSON, T.F.; OLIVEIRA, M.T.; GIANNINI, M.; MARCHI, G.M. Bond Strength of resin cements to a zirconia ceramic with different surface treatments. **Operative Dentistry.** v.34, n.3, p.280-87, 2009a.

CAVALCANTI, N.A.; FOXTON, R.M.; WATSON, T.F.; OLIVEIRA, M.T.; GIANNINI, M.; MARCHI, G.M. Y-TZP ceramics: key concepts for clinical application. **Oper Dent.** v.34, n.3, p.344-51, 2009b.

CHEN, J.H.; MATSUMURA, H.; ATSUTA, M. Effect of different etching periods on the bond strength of a composite resin to a machinable porcelain. **J Dent.** v.26, p.53-8, 1998.

CHEN, J.H.; MATSUMURA, H.; ATSUTA, M. Effect of etchant, etching period, and silane priming on bond strength to porcelain of composite resin. **Oper Dent.** v.23, p.250-7, 1998.

CRAIG, R.G.; POWERS, J.M. **Materiais Dentários Restauradores**. 11a Edição. São Paulo: Livraria Santos; 2004.552-574 p.

DE SOUZA, G.M.D.; SILVA, N.R.F.A.; PAULILLO, L.A.M.S.; DE GOES, M.F.; REKOW, E.D.; THOMPSON, V.P. Bond strength to high-crystalline content zirconia after different surface treatments. **J Biomed Mater Res B Appl Biomater**. v.93, n.2, p.318-23, 2010.

DELLA BONA, A.; ANUSAVICE, K.J.; HOOD, J.A. Effect of ceramic surface treatment on tensile bond strength to a resin cement. **Int J Prosthodont**. v.15, p.248-53, 2002.

DELLA BONA, A.; BORBA, M.; BENETTI, P.; CECCHETTI, D. Effect of surface treatments on the bond strength of a zirconia-reinforced ceramic to composite resin. **Braz Oral Res**. v.21, n.1, p.10-5, 2007.

DELLA BONA, A. Characterizing ceramics and the interfacial adhesion to resin: II - the relationship of surface treatment, bond strength, interfacial toughness and fractography. **J Appl Oral Sci**. v.13, n.2, p.101-9, 2005.

DELLABONA, A.; ANUSAVICE, K.J.; SHEN, C. Microtensile strength of composite bonded to hot-pressed ceramics. **J Adhes Dent**. v.2, p. 305-13, 2000.

DERAND, P.; DERAND, T. Bond strength of luting cements to zirconium oxide ceramics. **Int J Prosthodont**. v.13, n.2, p.131-5, 2000.

FABIANELLI, A.; POLLINGTON, S.; PAPACCHINI, F.; GORACCI, C.; CANTORO, A.; FERRARI, M. et al. The effect of different surface treatments on bond strength between leucite reinforced feldspathic ceramic and composite resin. **J Dent**. v.38, p.39-43, 2010.

HASELTON, D.R.; DIAZ-ARNOLD, A.M.; HILLIS, S.L. Clinical assessment of high-strength all-ceramic crowns. **J Prosthet Dent**. v.83, n.4, p.396-401, 2000.

HORN, H.R. Porcelain laminate veneers bonded to etched enamel. **Dent Clin North Am**. v.27, p. 671-84, 1983.

JONES, D.W. Development of dental ceramics. An historical perspective. **Dent Clin North Am**. v.29, n.4, p. 621-44, 1985.

KARA, H.B.; OZTURK, A.N.; AYKENT, F.; KOC, O.; OZTURK, B. The effect of different surface treatments on roughness and bond strength in low fusing ceramics. **Lasers Med Sci.** v.26, p. 599-604, 2011.

KERN, M.; WEGNER, S.M. Bonding to zirconia ceramic: adhesion methods and their durability. **Dent Mater.** v.14, n.1, p.64-71, 1998.

KERN, M.; THOMPSON, V.P. Bonding to glass infiltrated alumina ceramic: adhesive methods and their durability. **J Prosthet Dent.** v.73, n.3, p.240-9, 1995.

KERN, M. Resin bonding to oxide ceramics for dental restorations. **J Adhes Sci Technol.** v.23, p. 1097-111, 2009.

KIM, B.K.; BAE, H.E.K.; SHIM, J.G.; LEE, K.W. The influence of ceramic surface treatments on the tensile bond strength of composite resin to all-ceramic coping materials. **J Prosthet Dent.** v.94, v.4, p. 357-62, 2005.

KITAYAMA, S.; NIKAIDO, T.; TAKAHASHI, R.; ZHU, L.; IKEDA, M.; FOXTON, R.M. et al. Effect of primer treatment on bonding of resin cements to zirconia ceramic. **Dent Mater.** v.26, n.5, p.426-32, 2010.

LINDGREN, J.; SMEDS, J.; et al. Effect of surface treatments and aging in water on bond strength to zirconia. **Oper Dent.** v.33, n.6, p.675-81, 2008.

LOHBAUER, U.; ZIPPERLE, M.; RISCHKA, K.; PETSCHERT, A.; MÜLLER, F.A. Hydroxylation of dental zirconia surfaces: characterization and bonding potential. **J Biomed Mater Res Part B: Appl Biomater.** v.87, n.2, p.461-7, 2008.

LÜTHY, H.; LOEFFEL, O.; HAMMERLE, C.H.F. Effect of thermocycling on bond strength of luting cements to zirconia ceramic. **Dent Mater.** v.22, n.2, p.195-200, 2006.

MASTERTON, W.L.; HURLEY, C.N.; NETH, E.J. **Chemistry: principles and reactions.** 7th ed. Belmont, CA, USA: Cengage Learning; 2011. 638–42p.

MATINLINNA, J.P.; VALLITTU, P.K. Silane based concepts on bonding resin composite to metals. **J Contemp Dent Pract.** v.8, p.1-8, 2007.

NAVES, L.Z.; SOARES, C.J.; MORAES, R.R.; GONCALVES, L.S.; SINHORETI, M.A.C.; CORRER-SOBRINHO, L. Surface/interface morphology and bond strength to glass ceramic etched for different periods. **Oper Dent.** v.35, p. 420-7, 2010.

OZCAN, M.; VALLITTU, P.K. Effect of surface conditioning methods on the bond strength of luting cement to ceramics. **Dent Mater.** v.19, n.8, 725-31, 2003.

PATTANAİK, S.; WADKAR, A.P. Effect of etchant variability on shear bond strength of all ceramic restorations – an in vitro study. **J Indian Prosthodont Soc.** v.11, p.55–62, 2011.

PEUMANS, M.; HIKITA, K.; DE MUNCK, J.; VAN LANDUYT, K.; POITEVIN, A.; LAMBRECHTS, P.; et al. Effects of ceramic surface treatments on the bond strength of an adhesive luting agent to cad-cam ceramic. **J Dent.** v.35, p.282-8, 2007.

PICONI, C.; MACCAURO, G. Zirconia as a ceramic biomaterial. **Biomaterials.** v.20, n.1, p.382-8, 1999.

PIWOWARCZYK, A.; LAUER, H.C.; SORENSEN, J.A. The shear bond strength between luting cements and zirconia ceramics after two pre-treatments. **Operative Dentistry.** v.30, n.3, p.382-88, 2005.

PJETURSSON, E.B.; SAILER, I.; ZWAHLEN, M.; HÄMMERLE, C.H.F. A systematic review of the survival and complication rates of all-ceramic and metal–ceramic reconstructions after an observation period of at least 3 years. Part I: single crowns. **Clin Oral Implants Res.** v.18, n.3, p.73-85, 2007.

QEBLAWI, D.M.; MUNÓZ, C.A.; BREWER, J.D.; MONACO, E.A. The effect of zirconia surface treatment on flexural strength and shear bond strength to a resin cement. **J Prosthet Dent.** v.103, n.4, p.210-20, 2010.

ROULET, J.F.; SODERHOLM, K.J.; LONGMATE, J. Effects of treatment and storage conditions on ceramic/composite bond strength. **J Dent Res.** v.74, p.381-7, 1995.

SAAVEDRA, G.; ARIKI, E.K.; FEDERICO, C.D.; GALHANO, G.; ZAMBONI, S.; BALDISSARA, P.; et al. Effect of acid neutralization and mechanical cycling on the microtensile bond strength of glass-ceramic inlays. **Oper Dent.** v.34, p.211, 2009.

SAKAI, M.; TAIRA, Y.; SAWASE, T. Silane primers rather than heat treatment contribute to adhesive bonding between tri-n-butylborane resin and a machinable leucite-reinforced ceramic. **Dent Mater J.** v. 30, n. 6, p. 854-860, 2011.

SHAHIN, R.; KERN, M. Effect of air-abrasion on the retention of zirconia ceramic crowns luted with different cements before and after artificial aging. **Dent Mater.** v.26, n.9, p.922–28, 2010.

SHIMADA, Y.; YAMAGUCHI, S.; TAGAMI, J. Micro-shear bond strength of dual-cured resin cement to glass ceramics. **Dent Mater.** v.18, p.380-8, 2002.

SHIMAKURA, Y.; HOTTA, Y.; FUJISHIMA, A.; KUNII, J.; MIYAZAKI, T.; KAWAWA, T. Bonding strength of resin cement to silicate glass ceramics for dental Cad/Cam systems is enhanced by combination treatment of the bonding surface. **Dent Mater J.** v.26, p.713-21, 2007.

SIMONSEN, R.J.; CALAMIA, J.R. Tensile bond strength of etched porcelain. **J Dent Res.** v.62, p.297, 1983.

STEWART, G.P.; JAIN, P.; HODGES, J. Shear bond strength of resin cements to both ceramic and dentin. **J Prosthet Dent.** v.88, p. 277-84, 2002.

THOMPSON, J.Y.; BRIAN, R.; STONER, B.R.; PIASCIK, J.R.; SMITH, R. Adhesion/ cementation to zirconia and other non-silicate ceramics: Where are we now? **Dent Mater.** v.27, n.1, p.71-82, 2011.

TINSCHERT, J.; NATT, G.; MAUTSCH, W.; AUGTHUN, M.; SPIEKERMANN, H. Fracture resistance of disilicate-, alumina-, and zirconia-based three-unit fixed partial dentures: a laboratory study. **Int J Prosthodont.** v.14, n.3, p. 231-38, 2001.

VAGKOPOULOU, T.; KOUTAYAS, S.O.; KOIDIS, P.; STRUB, J.R. Zirconia in Dentistry: Part 1. Discovering the nature of an upcoming bioceramic. **Eur J Esthet Dent.** v.4, n.2, p.130-51, 2009.

WOLF, D.M.; POWERS, J.M.; O'KEEFE, K.L. Bond strength of composite to etched and sandblasted porcelain. **Am J Dent.** v.6, p.155-8, 1993.

WOLFART, M.; LEHMANN, L.; WOLFART, S.; KERN, M. Durability of the resin bond strength to zirconia ceramic after using different surface conditioning methods. **Dent Mater.** v.23, n.1, p.45-50, 2007.

YOSHIMURA, H.N.; MOLISANI, A.L.; NARITA, N.E.; GONÇALVES, M.P.; DE CAMPOS, M.F. Zircônia parcialmente estabilizada de baixo custo produzida por meio de mistura de pós com aditivos do sistema MgO-Y₂O₃-CaO. **Cerâmica.** v.53, n.326, p.116-132, 2007.

YU, H.; DU, C.; CAO, Y. Shear bond test of hf acid etching machinable porcelain bonded to enamel with different concentration and disposing time. **Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi**. v.16, p.169-71, 1998.

YU, H.Y.; CAO, Y.L.; DU, C.S. Shear bond test of hf acid etching porcelain bonded to enamel with different concentration and disposing time. **Shanghai Kou Qiang Yi Xue**. v.8, p.147-9, 1999.

YUN, J.Y.; HA, S.R.; LEE, J.B.; KIM, S.H. Effect of sandblasting and various metal primers on the shear bond strength of resin cement to Y-TZP ceramic. **Dent Mater**. v.26, n.7, p.650-58, 2010.

ZHANG, Y.; LAWN, B.R.; REKOW, E.D.; THOMPSON, V.P. Effect of sandblasting on the long-term performance of dental ceramics. **J Biomed Mater Res B Appl Biomater**. v.71, n.2, p.381-6, 2004.

ZHANG, Y.; PAJARES, A.; LAWN, B.R. Fatigue and damage tolerance of Y-TZP ceramics in layered biomechanical systems. **J Biomed Mater Res B Appl Biomater**. v.71, n.1, p.166-71, 2004a.

DE CARVALHO, R.F.; MARTINS, M.E.; DE QUEIROZ, J.R.; LEITE, F.P.; OZCAN, M. Influence of silane heat treatment on bond strength of resin cement to a feldspathic ceramic. **Dent Mater J**. v.30, p.392-7, 2011.

ÖRTORP, A.; KIHIL, 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**. v.37, n.9, p.731-36, 2009.