

UNIVERSIDADE DE UBERABA  
ANA GABRIELA BATISTA CAMPOS

Efeito de um novo tratamento de superfície na resistência de união entre  
uma cerâmica à base de zircônia e dois agentes de cimentação  
resinosos

UBERABA  
2013

ANA GABRIELA BATISTA CAMPOS

Efeito de um novo tratamento de superfície na resistência de união entre uma cerâmica à base de zircônia e dois agentes de cimentação resinosos

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Odontologia da Universidade de Uberaba, para obtenção do Título de Mestre em Odontologia, área de concentração em Biomateriais.

Orientador: Prof. Dr. Gilberto Antônio Borges

Uberaba – MG  
2013

ANA GABRIELA BATISTA CAMPOS

Efeito de um novo tratamento de superfície na resistência de união entre  
uma cerâmica à base de zircônia e dois agentes de cimentação  
resinosos

Dissertação apresentada ao Programa de  
Mestrado em Odontologia da  
Universidade de Uberaba, para obtenção  
do Título de Mestre em Odontologia, área  
de concentração em Biomateriais.

Orientador: Prof. Dr. Gilberto Antônio  
Borges

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Gilberto Antônio Borges - Orientador  
Universidade de Uberaba

---

Prof. Dr. Luis Henrique Borges  
Universidade de Uberaba

---

Prof. Dr. Marcos Massao Shimano  
Universidade Federal do Triângulo Mineiro

UBERABA – MG  
2013

## DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Marco Túlio e Ana Márcia, por tudo.

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus pelo dádiva da vida e do aprendizado, e por fornecer a alguns o dom de ensinar a paixão pelo que se faz.

Aos meus pais por me darem a vida e me mostrarem os melhores caminhos a seguir e, principalmente, não me deixarem desistir quando a dúvida, a imaturidade e a insegurança dividiam meu coração em dois caminhos distintos, persistindo na importância do estudo.

Ao meu irmão, por saber a hora certa de falar e me lembrar sempre que os sonhos são únicos, fazendo, assim, não me deixar abrir mão daquilo que sempre me fez respirar mais tranquila ao amanhecer.

Ao meu namorado, Pedro, que neste finalzinho de curso me compreendeu nos momentos de ausência onde as obrigações com os testes me faziam distantes nos finais de semana.

Ao Prof. Dr. Gilberto Antônio Borges, meu orientador, cujo intelecto e capacidade tornaram possível o desenvolvimento do projeto. Com o carinho de pai, que me aconselhava calmamente, incentivando e estimulando a paixão diária pela Odontologia. Por ter acreditado, confiado e apoiado meus sonhos, e suportado o meu desespero.

Ao Prof. Dr. Luis Henrique Borges, diretor do curso de Odontologia da Universidade de Uberaba e, principalmente, amigo, por ter me acolhido, ensinado e ajudado, se mostrando sempre disponível com sua paciência e capacidade para me incentivar sempre quando as dúvidas sobressaiam.

Ao Prof. Benito Miranzi, que brilhantemente realizou as estatísticas, mesmo com o tempo curto, e mostrando-se sempre disposto a me ajudar, explicar e detalhar todos os números que confundiam minha cabeça.

Ao Prof. Dr. Thiago Valentino Assunção, cujas opiniões, dicas e discussões informais sobre a pesquisa, ampliaram meus conhecimentos, fazendo enxergar melhor as falhas a serem corrigidas.

Ao Prof. Marcos Shimano, sempre disposto e apto a colaborar com uma ideia que ficaria estagnada se não fossem seus conhecimentos de engenheiro, fazendo possível a execução detalhada dessa pesquisa com os devidos detalhes bem realizados que a pesquisa exige.

Ao Vagner do Laboratório de Prótese em São Paulo por oferecer os fornos e os conhecimentos.

Ao Prof. Dr. José Bento Alves, pró-reitor da Universidade de Uberaba, Coordenador do Programa de Mestrado em Odontologia.

À Universidade de Uberaba, por disponibilizar a infraestrutura e apoiar o desenvolvimento da pesquisa como parte de sua filosofia de ensino, e me trazer a vontade de estudar, aprender e ensinar.

Aos Professores do curso de Mestrado em Odontologia da Universidade de Uberaba que, brilhantemente, executaram e repassaram a arte de ensinar.

Aos meus amigos de sala de aula: Mara, Dorca, Vera, Eni, Fabrício e Janusa pela ajuda nas horas em que minha pouca experiência deixava a desejar, e principalmente por tornar os momentos de cansaço, após várias horas de estudos, mais agradáveis.

A todos os funcionários do Programa de Mestrado, aos técnicos de laboratório que competente e pacientemente tornaram possível a execução deste trabalho.

A todos os meus amigos que tiveram paciência com a minha distância. Vocês foram, e serão sempre, meus alicerces para acreditar que somos todos bastante capazes.

## EPÍGRAFE

“(…) independente do padrão adquirido, ainda sim, sempre o valor da primeira impressão – aquela mais instintiva – insiste em dar seu parecer, antes que padrões de análise seja realizados. Deixar fluir essa percepção, para descobrir onde está o ponto de equilíbrio/desequilíbrio, é simplesmente natural, é criar a beleza além da razão.” (Sidney Kina)

## RESUMO

O objetivo desse estudo foi avaliar o efeito de um novo tratamento de superfície sobre a cerâmica a base de zircônia que pudesse incorporar partículas vítreas visando uma melhoria na adesão com os agentes de cimentação resinosos utilizados. Quarenta discos de cerâmica a base de zircônia (Lava, 3MESPE) com 2,25 mm de diâmetro foram confeccionados e receberam os tratamentos de superfície utilizados (n=10) sendo (1) Jateamento com partículas de óxido de alumínio 50 µm considerado grupo controle e cimentados com o cimento resinoso auto adesivo Rely X U200 (C-U200), (2) Jateamento com partículas de óxido de alumínio 50 µm + gel contendo pérolas de vidro com o cimento resinoso Rely X U200 (GEL+U200), (3) Jateamento com partículas de óxido de alumínio 50 µm considerado grupo controle e cimentados com o cimento resinoso convencional Rely X ARC (C-ARC) e (4) Jateamento com partículas de óxido de alumínio 50 µm + gel contendo pérolas de vidro com o cimento resinoso Rely X ARC. As amostras foram cimentadas à superfície da dentina utilizando o cimento resinoso correspondente, seguindo as recomendações do fabricante. Após 24 horas de armazenamento em água destilada a 37°C a resistência de união foi avaliada com ensaio de microcisalhamento em uma máquina de ensaio universal (EMIC, DL 3000) e os valores anotados. Os dados obtidos foram analisados estatisticamente pelo teste Kruskal-Wallis seguido do *post hoc* student-Newman-Keuls. As análises não mostraram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos GEL+U200 (15,39 ± 4,98 MPa), C-U200 (12,24 ± 4,05 MPa), GEL+ARC (5,98 ± 4,84 MPa) e C-ARC (5,49 ± 4,22 MPa), contudo, diferenças significativas entre os grupos GEL-U200 em relação aos grupos GEL-ARC e C-ARC e do grupo C-U200 em relação aos grupos GEL+ARC e C-ARC foram denotadas. O gel utilizado não influenciou na resistência de união para ambos os cimentos, porém esses cimentos diferiram entre si, sendo o cimento auto adesivo superior ao cimento que necessita de condicionamento prévio.

**Palavras-chaves:** cerâmica, resistência de união, tratamento de superfície.



## ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate an alternative surface treatment on zirconia based ceramic, which consist in apply a glass ceramic that is sintered. The shear bond strength between the different surface treatment of the ceramic and bovine dentin was tested using two resin luting cements. Forty zirconia based ceramic discs (Lava, 3MESPE) with 2.25 mm diameter were fabricated and received the surface treatment used (n=20 per group): (1) Air sandblasted abraided with 50 µm aluminum oxide particles that was considered control group, and (2) Air sandblasted abraided with 50 µm aluminum oxide particles, followed by an application of a + glass beads gel, which was sintered over the zirconia ceramic. Each group was divided in agrément with the resin cement used. Ralf of the specimens was cemented with and self-adhesive resin cement (RelyX U200,3MESPE) the remaining specimens were cemented with a conventional resin cement ( RelyX ARC, 3MESPE) that needs an application of an etch-and-rinse adhesive system prior its use. The cements and the adhesive system were applied following the manufacture's recommendations. The samples were stored in distilled water at 37°C for 24 hours. The shear bond strength was carried in na universal testing machine (EMIC, DL 3000, São José dos Pinhais, Brazil). The data were statistically analysed using a non parametric test Kruskal-Wallis followed by *post hoc* student-Newman-Keuls. The results shwedno statistically difference among GEL+U200 (15,39 ± 4,98 MPa), C-U200 (12,24 ± 4,05 MPa), GEL+ARC (5,98 ± 4,84 MPa) and C-ARC (5,49 ± 4,22 MPa), however, diferences statistically significant were shown among GEL-U200 and GEL-ARC e C-ARC as well as among C-U200 when compared to GEL+ARC e C-ARC. It culd be concluded that the glass beads did not influence on the bond strenght to both cements. On the other hand, the self adhesive resin cement showed higher values when compared to the conventional one.

**Key words:** ceramic, shear bond strength, surface treatment.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Dente bovino incluso no tubo de P.V.C.....	60
<b>Figura 2</b> – Superfície vestibular planificada após serem lixadas com diferentes granulações.....	60
<b>Figura 3</b> – Corte dos blocos de cerâmica realizado na Cortadeira de baixa velocidade (Isomet 100, Buehler, Lake BL UFF, IL).....	61
<b>Figura 4</b> – Corte dos discos de cerâmica sendo realizado com a broca trefina montada em peça reta de um motor de baixa rotação.....	61
<b>Figura 5</b> – Peça reta de baixa rotação acoplado à máquina de preparo.....	61
<b>Figura 6</b> – Discos feitos no bloco de cerâmica com a broca trefina.....	61
<b>Figura 7</b> – Planificação da superfície do bloco de cerâmica em uma politriz de bancada (Arotec APL 4, São Paulo, SP, Brasil).....	61
<b>Figura 8</b> – Superfície da cerâmica planificada após serem lixadas.....	62
<b>Figura 9</b> – Bloco de cerâmica sendo cortado com um disco diamantado para obtenção dos discos.....	62
<b>Figura 10</b> – Cerâmica apresentando rebarbas antes da finalização do disco.....	62
<b>Figura 11</b> – Disco de cerâmica finalizado após a cimentação e o diâmetro final de 3,10 mm mostrado em um paquímetro digital.....	62
<b>Figura 12</b> – Diâmetro do disco de cerâmica após a sinterização de 2,25 mm.....	63
<b>Figura 13</b> – Disco de cerâmica previamente à sinterização e posterior à sinterização mostrando a contração de 30%.....	63
<b>Figura 14</b> – Jateamento dos discos de cerâmica após a sinterização em trijato (Basic Master, Renfert, Hilzingen, Germany) com ângulo de incidência de aproximadamente 45° em relação a superfície do disco à uma distância de 5 cm.....	63
<b>Figura 15</b> – Gel e pérolas de vidro utilizados para confecção do gel experimental.....	65
<b>Figura 16</b> – Gel e pérolas de vidro em vibrador magnético.....	65
<b>Figura 17</b> – Aplicando gel com pérolas de vidro na superfície da cerâmica.....	65
<b>Figura 18</b> – Forno utilizado para cocção das pérolas de vidro.....	65
<b>Figura 19</b> – Gel aplicado sobre a superfície da cerâmica após a queima.....	66
<b>Figura 20</b> – Jateamento da cerâmica após a queima do gel para planificar a superfície mantendo as pérolas de vidro incorporadas.....	66

<b>Figura 21</b> – Ácido fluorídrico 10% aplicado na superfície da cerâmica.....	66
<b>Figura 22</b> – Aplicação do ácido fluorídrico aplicado na superfície da cerâmica.....	66
<b>Figura 23</b> – Lavagem da superfície do dente com água da seringa tríplice.....	68
<b>Figura 24</b> – Secagem da superfície do dente com jato de ar livre de óleo.....	68
<b>Figura 25</b> – Cimento RelyX U200 utilizado para os grupos.....	68
<b>Figura 26</b> – Dispositivo elaborado para que a força de 500 N fosse aplicada durante a cimentação através da agulha de Gilmore.....	68
<b>Figura 27</b> – Remoção dos excessos utilizando um microbrush.....	68
<b>Figura 28</b> – Otimização da remoção dos excessos com sonda exploradora.....	68
<b>Figura 29</b> – Fotoativação do agente de cimentação.....	68
<b>Figura 30</b> – Radiômetro mostrando a irradiância do fotopolimerizador utilizado.....	68
<b>Figura 31</b> – Condicionamento com ácido fosfórico 37%.....	70
<b>Figura 32</b> – Lavagem do ácido fosfórico 37% realizado com água da seringa tríplice.....	70
<b>Figura 33</b> – Secagem da dentina realizada com papel absorvente.....	70
<b>Figura 34</b> – Adesivo sendo colocado no microbrush.....	70
<b>Figura 35</b> – Aplicação do adesivo de forma ativa na superfície do dente.....	70
<b>Figura 36</b> – Remoção dos excessos do adesivo utilizando jato de ar livre de óleo.....	70
<b>Figura 37</b> – Remoção dos excessos de adesivo utilizando um microbrush.....	70
<b>Figura 38</b> – Polimerização da camada de adesivo.....	70
<b>Figura 39</b> – Agente de cimentação utilizado para os grupos.....	71
<b>Figura 40</b> – Dispositivo elaborado para que a força de 500 N fosse aplicada durante a cimentação.....	71
<b>Figura 41</b> – Remoção dos excessos utilizando um microbrush.....	71
<b>Figura 42</b> – Otimização da remoção dos excessos com sonda exploradora.....	71
<b>Figura 43</b> – Fotoativação do agente de cimentação.....	71
<b>Figura 44</b> – Radiômetro mostrando a irradiância do fotopolimerizador utilizado.....	71

<b>Figura 45</b> – Dispositivo confeccionado para correto posicionamento do dente na máquina de ensaio universal em uma das possíveis posições.....	73
<b>Figura 46</b> – Variável de posicionamento do dispositivo confeccionado.....	73
<b>Figura 47</b> – Componente do dispositivo que permite movimentação vertical e giratória das amostras nele posicionadas.....	73
<b>Figura 48</b> – Dispositivo posicionado na Máquina de Ensaio Universal (EMIC) Para realização dos testes de microcisalhamento, no qual a superfície do dente encontra-se rente à célula de carga.....	73
<b>Figura 49</b> – Célula de carga posicionada rente ao dente para realização dos ensaios.....	73

## **LISTA DE DIAGRAMAS**

**Diagrama 1** – Diagrama descrevendo a formação dos grupos experimentais.....66

## **LISTA DE QUADROS**

<b>Quadro 1-</b> Materiais utilizados para a pesquisa.....	59
--	----

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1** - Resistência de união ao ensaio de micro cisalhamento (MPa) entre a cerâmica a base de zircônia e os agentes de cimentação estudados sob diferentes tratamentos de superfície da cerâmica (Média  $\pm$  DP; n=10).....75

**Tabela 2** - Resultados da aplicação do teste de normalidade Shapiro-Wilks.....76

## LISTA DE GRÁFICOS

**Gráfico 1** - Resistência de união ao ensaio de micro cisalhamento (MPa) entre a cerâmica a base de zircônia e os agentes de cimentação estudados sob diferentes tratamentos de superfície da cerâmica.....75



## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	16
2 PROPOSIÇÃO .....	20
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	21
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	59
4.1 Preparo dos corpos de prova.....	59
4.2 Finalização dos discos de cerâmica.....	63
4.3 Tratamento de superfície dos discos de cerâmica.....	64
4.4 Obtenção dos grupos experimentais.....	66
4.5 Armazenamento das amostras.....	71
4.6 Ensaio de micro cisalhamento.....	72
4.7 Análise estatística.....	72
5 RESULTADOS.....	74
6 DISCUSSÃO.....	77
7 CONCLUSÃO.....	80
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	81
APÊNDICE.....	87

## 1 INTRODUÇÃO

O mercado odontológico, em resposta à crescente demanda por resultados estéticos mais satisfatórios, tem lançado produtos e serviços que permitem restaurações mais similares à dentição natural, no que diz respeito à cor e aparência. As cerâmicas, por suas propriedades físicas têm tido grande aceitação e crescente evolução (BLATZ et al., 2003). Porém, nessas restaurações indiretas estéticas a utilização de agentes de fixação com características adesivas à estrutura dental e ao material restaurador deveriam ser preferidos, pois denotam durabilidade e o comportamento do dente restaurado, tornando a interação com os materiais restauradores mais efetiva. Contudo, nem todos os materiais restauradores indiretos se unem integralmente aos agentes de fixação resinosos (DERAND et al., 2005).

Para alcançar a interação dente/cerâmica necessária foi, inicialmente, empregada uma infraestrutura metálica, sobre a qual era aplicada a cerâmica. A restauração metalo-cerâmica combinou a resistência do metal com a estética da cerâmica. No entanto, com as desvantagens do potencial de corrosão, possíveis efeitos tóxicos quando empregadas às ligas de metais não nobres e redução da estética devido à falta de translucidez (DIAZ-ARNOLD et al. 1999). Com o objetivo de eliminação do metal, foram desenvolvidas as cerâmicas reforçadas que visam aumentar a resistência das cerâmicas, pela presença de cristais na matriz vítrea, que atuam como bloqueadores na propagação das trincas (THOMPSON et al., 2011). A primeira cerâmica com reforço da fase cristalina incorporou 40% em peso de alumina à fase vítrea. A partir daí, diversos materiais cerâmicos reforçados foram desenvolvidos, com reforço em leucita, dissilicato de lítio e zircônia (BLATZ, 2003).

Além da resistência intrínseca, o procedimento de união entre cerâmica e estrutura dental tornou-se um fator importante para a longevidade da restauração. A cimentação adesiva com agentes de fixação resinosos tem sido recomendada, e quando se possui uma adesividade em nível microscópico resultando uma interação favorável, em que a estrutura dentária e a restauração podem agir como corpo único e reforçar o material cerâmico (BLATZ et al., 2003). De acordo com o material

cerâmico empregado, a cimentação pode ser realizada pela técnica adesiva ou convencional (SORENSEN, KANG e AVERA,1991).

A cimentação convencional consiste no emprego do cimento de fosfato de zinco ou de cimento de ionômero de vidro, podendo ser considerado um procedimento mais simples e menos crítico em relação à técnica adesiva. Para tanto, os preparos indiretos necessitam de retenção suficiente para uma adequada estabilidade da restauração. (BORGES et al.,2003). Na técnica de cimentação adesiva, condicionamento ácido e aplicação de resina fluida proporcionam excelente união da restauração às estruturas dentais. A penetração do monômero dentro da matriz dentinária desmineralizada, seguida pela polimerização, proporciona retenções micromecânicas pela formação da camada híbrida (SORENSEN, KANG e AVERA,1991).

Com o desenvolvimento dos sistemas adesivos, a etapa adesiva tornou-se necessária em praticamente todos os procedimentos restauradores e os agentes de cimentação resinosos receberam destaque (ROSENSTIEL, LAND E CRISPIN, 1998). Os cimentos resinosos são compósitos de baixa viscosidade usados para reter restaurações indiretas e promover um selamento adequado entre a restauração e o substrato dental (BURGESS et al., 2010). Estes cimentos diferem de acordo com o pré-tratamento do substrato dental. Os cimentos resinosos convencionais são baseados no uso de um adesivo que exige condicionamento ácido total ou um adesivo auto-condicionante previamente à sua aplicação. O procedimento de cimentação requer vários passos sequenciais, e o uso de sistemas adesivos associados com agentes de cimentação resinosos é muito comum (BORGES et al., 2003). No entanto, a técnica de aplicação desses cimentos é dividida em vários passos sendo, portanto, complexa e bastante sensível, podendo ser influenciada por vários fatores como o próprio operador, a qualidade do substrato, do material, e sua temperatura o que potencialmente resultarão em falha de união (SOARES et al., 2005). Os cimentos autoadesivos, por sua vez surgiram no mercado exibindo características de um protocolo simples de aplicação e foram propostos como uma alternativa para os sistemas atualmente utilizados para cimentação (ATTIA, 2011).

Para que os agentes de cimentação resinosos tenham efetividade, a superfície interna da restauração em cerâmica deve ser susceptível a tratamentos de superfície. Para a cerâmica feldspática, o condicionamento com ácido hidrofluorídrico é comumente utilizado, pois promove irregularidades na superfície da cerâmica por remoção da fase vítrea e cristalina (THURMOND et al.,1994). A silanização é também bastante utilizada, o silano proporciona união química entre a fase inorgânica da cerâmica e a fase orgânica do material resinoso aplicado sobre a superfície condicionada (SPOHR et al.,2003; SOARES et al., 2005). Assim, com a aplicação do agente de cimentação resinoso, forma-se uma camada intermediária unindo a estrutura dentária e a superfície da cerâmica em um corpo único, de forma que as forças aplicadas na superfície da restauração sejam gradualmente transferidas para a estrutura do dente subjacente sem causar fraturas na cerâmica ou no elemento dentário (CHEN et al., 1998).

As cerâmicas que possuem em sua estrutura uma matriz vítrea siliciosa são capazes de se unir aos agentes de cimentação resinosos de maneira química e estável. Esta relação entre o material restaurador cerâmico e o agente de cimentação resinoso resulta em características diferenciadas devido a formação de corpo único entre a estrutura dental, o material de fixação e a restauração indireta, minimizando ou até mesmo eliminando qualquer efeito de deslocamento (THOMPSON et al., 2011). Já as cerâmicas não silanizadas, como é o caso da zircônia, apresentam propriedades mecânicas importantes para o bom desempenho como material restaurador definitivo, tendo a cimentação da restauração indireta um passo crítico que influencia diretamente o sucesso do tratamento (OYAGUE et al., 2009). A cerâmica a base de zircônia tem se destacado pois é um material de alto desempenho e que recebe destaque devido a propriedades como altos valores de resistência, tenacidade de fratura e dureza, resistência ao desgaste e bom comportamento à fricção, isolamento elétrico, baixa condutividade térmica, resistência à corrosão frente à maioria dos ácidos e alcalóides, módulo de elasticidade semelhante ao do aço e coeficiente de expansão térmica semelhante ao ferro. Além disso, o tamanho pequeno dos cristais possibilita um excelente acabamento de superfície e capacidade de manter o término em ângulo reto (DELLA BONA, 2007).

Devido a sua estrutura policristalina, as cerâmicas a base de zircônia apresentam-se resistentes aos métodos de condicionamento convencionais, necessitando de tratamentos especiais (DE SOUZA et al, 2010; ABOUSHELIB et al, 2010). Em função da ausência de sílica e fase vítrea em sua composição, os procedimentos convencionais de condicionamento com ácido fluorídrico e silanização não são capazes de modificar a superfície das cerâmicas a base de zircônia (DERAND et al., 2005). Os fabricantes recomendam utilização de jateamento abrasivo ou cobertura de sílica para melhorar a resistência de união. A sílica é rotineiramente utilizada para resultar em uma interação mais efetiva da cerâmica ao agente de cimentação quando jateadas na superfície da restauração, alguns estudos mostraram que a silicatização poderia ser uma alternativa de tratamento mais adequada quando comparada ao jateamento convencional (KIM et al., 2005). O revestimento de sílica proporciona uma interação química com o cimento resinoso através da utilização do silano, enquanto o jateamento visa aumentar a resistência de união através de retenções mecânicas na superfície da cerâmicas a base de zircônia (BORGES et al., 2003).

O desenvolvimento de um gel adesivo e com partículas de vidro permitiria maior incorporação de sílica à superfície da cerâmica, formando uma camada vítrea mais uniforme (DE SOUZA et al., 2010). Essa uniformidade aumentaria a superfície onde a união química com o agente silano seria efetiva, diminuindo espaços onde a zircônia estaria exposta ao cimento. Dessa forma, alguns autores afirmam que a fusão de vidro sobre a superfície da zircônia poderia promover uma união mais estável do substrato cerâmico com o agente de cimentação resinoso (DERAND et al., 2005).

Sendo assim, este estudo objetivou a incorporação de partículas de vidro na superfície da cerâmica a base de zircônia, de modo a melhorar a adesão com a dentina bovina.

## 2 PROPOSIÇÃO

Este estudo teve o objetivo de submeter a zircônia a um tratamento de superfície alternativo que pudesse incorporar partículas à zircônia visando uma melhoria na adesão em dentes bovinos utilizando dois agentes de cimentação distintos. As hipóteses nulas são: (1) o uso do gel contendo pérolas de vidro após sinterizado não altera a resistência de união entre cerâmica e agente de cimentação quando comparado ao tratamento de superfície convencional, (2) não há diferenças entre na resistência de união para os agentes de cimentação estudados.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

Em 1983, Nakamichi et al. na tentativa de encontrar um substituto para dentes humanos em testes de união, testaram a resistência adesiva do dente bovino comparado com humanos utilizando cinco cimentos odontológicos e duas resinas compostas. Eles concluíram que a adesão ao esmalte e à dentina superficial não apresentou diferenças estatisticamente significantes entre os dentes humanos e bovinos. A adesão à dentina bovina aumentou consideravelmente de acordo com a profundidade da dentina. Sendo assim, foi possível concluir que, quando testados em dentina superficial bovina, os resultados serão semelhantes quando comparados à dentina humana.

Sorensen, Kang e Avera (1991) realizaram uma pesquisa para avaliar os efeitos de diferentes tratamentos de superfície na microfratura na interface cerâmica-compósito. O modelo experimental foi isolado e avaliado apenas a interface sem a presença de um agente de união à estrutura dentária. Quatro tipos de discos de cerâmica foram confeccionados, e os grupos divididos em subgrupos de acordo com o tratamento de superfície, condicionamento com ácido hidrofluorídrico e silano. As amostras foram então unidas e as margens foram finalizadas e polidas com borrachas e discos específicos. As amostras foram termocicladas e foram seccionadas em 90 graus para mensurar o nível de infiltração na interface cimento-cerâmica. O tratamento de superfície aumentou significativamente a capacidade de as amostras resistirem aos testes de microinfiltração. A cerâmica tratada apenas com silano não reduziu a infiltração, mas quando combinado com o condicionamento ácido, reduz significativamente as microinfiltrações.

Thurmond, Barkmeier e Wilweding (1994) realizaram um estudo in vitro para avaliar a resistência de união de um cimento resinoso à superfície de cerâmica usando diferentes tratamentos de superfície realizados com o sistema adesivo All-Bond 2. Os autores encontraram diferenças significativas na resistência de união após 24 horas de armazenamento entre todos os tratamentos de superfície. A média de resistência ao cisalhamento foi de 10,6 +/- 2,3 MPa to 25,0 +/- 4,4 MPa. Nove dos tratamentos de superfície mostraram uma diminuição significativa ( $p < 0,05$ ) na

resistência de união após 3 meses de armazenamento em água e termociclagem. Após 3 meses a resistência de união variou de 1 +/- 0,1 MPa to 17,4 +/- 2,0 MPa. A cerâmica tratada com oxido de alumínio seguida por acido hidrofúorídrico, o agente silano resultaram em uma melhor ( $p < 0,05$ ) resistência de uniao do que os outros tratamentos de superfície. Em um exame visual, as amostras geralmente mostraram fraturas coesivas na ceramica com media de 13 MPa.

Chen, Matsumura, Atsuta (1998) realizaram uma pesquisa para avaliar as alterações microestruturais da cerâmica Cerec 2 Vitablocs Mark II condicionada com acido hidrofúorídrico 5% e examinada com diferentes tempos de condicionamento e sua influencia na resistência de união entre a cerâmica e uma resina composta. Para isso, seis diferentes tempos de condicionamento foram usados na superfície da cerâmica, 0,5, 30, 60, 120 e 180 segundos. As superfícies condicionadas foram observadas me microscopia eletrônica de varredura e a resistência de união entre um agente resinoso de dupla polimerização e a cerâmica. Os resultados mostraram que o composto resinoso não se aderiu à cerâmica não condicionada, obtendo melhor adesão àquela cerâmica condicionada durante 120 segundos. Sendo assim, pode-se concluir que o condicionamento ácido ocasiona uma melhoria na adesão.

Em 1998, Kern e Wegner fizeram um estudo visando avaliar os métodos alternativos de união à cerâmica zircônia estabilizada por Ítrio. A pesquisa também envolveu a longevidade adesiva, testada através de armazenamento e termociclagem das amostras. Os grupos foram divididos de acordo com o tratamento de superfície recebido (jateamento e/ou silanização) e o agente de cimentação utilizado (Twinlook e armazenagem, após 3 dias de armazenamento em água (A) ou após 150 dias de ciclos de termociclagem (B) foi realizado o teste de resistência à tração. Os resultados os testes seguem adiante: Grupo jateado e cimentado com o cimento resinoso dual Twinlook®: A –  $14,2 \pm 2,6$  MPa e B –  $0,0 \pm 0,0$  MPa. Grupo que recebeu jateamento, silanização e cimento Twinlook®: A –  $13,9 \pm 2,3$  MPa e para B –  $0,0 \pm 0,0$  MPa. O terceiro grupo foi silicatizado, recebeu silano e cimento Twinlook®: A –  $29,0 \pm 4,6$  MPa e B –  $12,7 \pm 1,4$  MPa. No quarto grupo as amostras foram jateadas e cimentadas com o cimento Panavia 21: A –  $37,9 \pm 4,2$  MPa e B –  $0,0 \pm 0,0$  MPa. O quinto grupo cerâmico foi jateado e silanizado e cimentado com Panavia®: A –  $49,7 \pm 8,1$  MPa e B –  $41,5 \pm 6,5$  MPa. O sexto grupo foi silicarizado e



silanizado e cimentado com Panavia 21®: A –  $46,0 \pm 7,4$  MPa e B –  $37,9 \pm 5,6$  MPa. O último grupo recebeu jateamento e o cimento resinoso modificado por poliácidos Dyract Cem®: A –  $31,6 \pm 3,4$  MPa e B –  $4,1 \pm 1,2$  MPa. Os resultados da pesquisa mostraram que uma união estável só foi conseguida através do jateamento com óxido de alumínio com partículas de 100 µm e da utilização de cimentos contendo monômeros fosfatados. A silicatização seguida de silanização e aplicação de cimento resinoso, conquistaram altos valores iniciais de resistência de união, mas os espécimes não se mantiveram hidroliticamente estáveis.

Rosentiel et al. (1998), realizaram um estudo a respeito dos cimentos de uso odontológico e dos agentes de cimentação resinosos. O cimento de fosfato de zinco recebeu destaque nesta pesquisa devido ao seu grande uso na odontologia apesar das desvantagens que apresenta, como a solubilidade e falta de união; problemas os quais não existem quando são utilizados os agentes resinosos de cimentação. A biocompatibilidade destes está ligada ao grau de conversão de monômeros em polímeros e a contaminação bacteriana ou o ressecamento da dentina, poderiam levar à sensibilidade pós-operatória e irritação da polpa. Os autores concluíram a pesquisa, que o agente de fixação ideal deve promover uma união estável entre o dente e a restauração através da resiliência, aumentando assim a resistência à fratura.

Diaz-Arnold et al. (1999) realizaram uma sobre agentes de cimentação utilizados para realizar a união de próteses fixas aos elementos dentários. Foi trazido que o sucesso clínico para tratamento com próteses fixas depende, em parte, da utilização de cimentos adesivos. Os autores citaram cinco agentes de cimentação, sendo eles o cimento fosfato de zinco, o de policarboxilato, cimento de ionômero de vidro, cimentos resinosos e os de ionômero de vidro modificados por resina. Os autores destacam a importância do preparo cavitário para a criação de uma retenção mecânica e que o cimento deve evitar a infiltração de bactérias selando hermeticamente a interface dente / restauração. Esta adesão pode ser mecânica, química ou a combinação de ambas que seria o ideal para o sucesso e longevidade do tratamento.

Braga, Cesar e Gonzaga (2000) realizaram um estudo para determinar a resistência a tração de cinco sistemas adesivos aplicados em dentina bovina. Para

isso, incisivos bovinos foram planejados e em seguida incluídos em tubos de PVC. O dente foi condicionado com ácido fosfórico a 37% e os sistemas adesivos utilizados na pesquisa foram então aplicados (n=10): Prime & Bond NT, Prime & Bond NT dual cure, Prime & Bond 2.1, OptiBond Solo and Single Bond estabelecendo uma superfície de adesão de 3 mm e sobre o qual foi confeccionado um cone de resina composta. O ensaio de tração foi realizado após 24 horas de estoque em água. A análise estatística de Wibull revelou diferenças significativas na característica de força entre os sistemas Single Bond and Prime & Bond NT e Single Bond and Prime & Bond 2.1. Single Bond and Prime & Bond NT mostrou áreas de falha coesiva na dentina na maioria das amostras, e os outros dois sistemas adesivos apresentaram falhas predominantemente adesivas.

Della Bona, Anusavice e Shen (2000) realizaram um estudo in vitro empregando o ensaio de microtração para testar se a resistência de união de cerâmicas prensadas a compósitos está relacionada à microestrutura da cerâmica e ao tratamento de superfície. Para isso blocos de cerâmica IPS Empress (E1) e IPS Empress 2 (E2) foram polidos com alumina abrasiva e os tratamentos seguintes foram realizados: 1: ácido hidrofúorídrico 9,6% (HF) em E1; 2 – fosfato fluorídrico acidulado (APF) 4% em E1; 3 – Silano em E1; 4 – HF +S em E1; ; group 5: APF + S em E1; 6: HF em E2; 7: APF em E2; 8: S em E2; 9: HF + S em E2; 10: APF + S em E2. As superfícies foram tratadas com schotchbond Multi-Purpose Plus e cobertas com resina composta. Os testes de microtração foram realizados após a secção das amostras. Vinte barras de amostra de cada um dos grupos foram testadas. A média dos valores e o desvio padrão seguem (em MPa): 1) 9,9 +/- 1,2; (2) 0; (3) 27,2 +/- 4,8; (4) 20,6 +/- 3,0; (5) 13,6 +/- 4,5; (6) 41,7 +/- 6,7; (7) 19,1 +/- 2,6; (8) 30,1 +/- 5,3; (9) 56.1 +/- 4.1; (10) 36.9 +/- 3.9. Todas as fraturas ocorreram dentro da zona de adesão. As imagens de MEV revelaram que HF produzir melhor superfície de degradação e melhor resistência de união do que APF para as cerâmicas E1 e E2. A média para os grupos 6 a 10 (E2) foi significativamente melhor do que os grupos 1 a 5 em E1. Assim, pode-se concluir que a resistência de união é controlada primeiramente pela microestrutura da cerâmica e tratamento de superfície.

Em 2002, Shimada, Yamaguchi e Tagami realizaram uma pesquisa para avaliar os efeitos do jateamento, condicionamento e silanização na adesão de um

cimento resinoso de dupla polimerização às cerâmicas vítreas designadas para restaurações adesivas indiretas. Para isso, uma cerâmica vítrea foi selecionada e as superfícies tratadas foram cimentadas utilizando o agente de cimentação Panavia Fluoro e o sistema de adesivo dentinário Clearfil SE Bond, ambos foram usados para os grupos silanizados ou não silanizados. Os ensaios de microcissalhamento foram realizados para avaliar a resistência de união de um cimento resinoso à superfície da cerâmica. Após as falhas no teste, as amostras foram avaliadas para determinar o padrão de fratura. Em seguida a análise estatística foi realizada e observou-se que o agente silano aumentou significativamente os valores de resistência de união. A efetividade do uso do condicionamento com ácido fosfórico não ficou determinada com os testes realizados. O condicionamento com HF por 30 segundos resultou em efeitos adversos na união. Os autores concluíram que o uso do agente silano aumentou quando combinado com o primer ácido.

Blatz, Sadan e Kern (2003) fizeram uma revisão de literatura sobre a resistência de união entre resinas e cerâmicas. Afirmaram que uma resistência de união forte e durável resulta de uma alta retenção, melhora de adaptação marginal, previne microinfiltração, e aumenta a resistência do material restaurador e do próprio dente. A resistência de união das cerâmicas tradicionais à base de sílica já está bem consolidada e o êxito é bastante previsível. No entanto, as cerâmicas com alto conteúdo cristalino, ainda são duvidosas quanto à sua segurança para unirem-se ao dente. A composição e propriedades físicas das cerâmicas à base de alumina e zircônia diferem muito das cerâmicas feldspáticas, exigindo alternativas adesivas para se conquistar uma adesão estável. A forte adesão se dá através da união micromecânica e química na superfície cerâmica, estabelecida através da rugosidade e limpeza proporcionadas com tratamento de superfície. Os agentes de silano de união quando aplicados à superfície da cerâmica pré-tratada resulta em fortes ligações que demonstram ser suficientes quando se trata da cerâmica à base de sílica. Os estudos têm mostrado que os cimentos mais eficientes para unir quimicamente próteses feitas com materiais policristalinos são os que possuem monômeros éster fosfatados como o MDP. Segundo os autores, o grande aumento na utilização de cerâmicas de alta resistência demanda pesquisas e controles clínicos para que maiores índices de sucesso sejam obtidos e então maiores certezas no êxito desses materiais.

Borges et al. (2003) avaliaram a topografia da superfície de 6 diferentes cerâmicas, IPS Empress, IPS Empress 2, Cergogold, In-Ceram Alumina, In-Ceram Zirconia, and Procera após dois diferentes tratamentos de superfície com ácido hidrófluorídrico ou jateamento com partículas de óxido de alumínio. Cinco copings de cada material foram confeccionados de acordo com as instruções do fabricante e, seccionados em 4 partes iguais e aleatoriamente divididos em 3 grupos dependendo do tratamento de superfície recebido: 1- amostras sem tratamentos adicionais de superfície (controle), 2 – amostras jateadas com partículas de óxido de alumínio, 3 – tratadas com ácido hidrófluorídrico a 10%. O jateamento com partículas abrasivas alteraram a morfologia da superfície das cerâmicas IPS Empress, IPS Empress 2 e Cergogold. A análise topográfica das superfícies dessas cerâmicas mostrou irregularidades não percebidas no grupo controle. Para Procera, o jateamento com óxido de alumínio de 50  $\mu\text{m}$  produziu uma superfície achatada. O jateamento na superfície da In-Ceram Alumina e da In-Ceram Zirconia não alterou a morfologia de superfície. Para o IPS Empress 2, o condicionamento com ácido hidrófluorídrico produziu cristais alongadas com algumas irregularidades, Para IPS Empress e Cergogold, a superfície ficou bastante irregular. Os tratamentos de superfície não alteraram a estrutura de superfície da In-Ceram Alumina, In-Ceram Zirconia, e Procera. Sendo assim, foi possível concluir que o condicionamento com ácido hidrófluorídrico e com jateamento aumenta as irregularidades das cerâmicas IPS Empress, IPS Empress 2, e Cergogold, e o mesmo tratamento nas outras cerâmicas estudadas não altera morfologia da superfície.

Em 2003, Ozcan e Vallittu, fizeram um estudo avaliando três tratamentos de superfície, o condicionamento superficial com ácido hidrófluorídrico (HF), jateamento com óxido de alumínio com partículas de 110  $\mu\text{m}$  e silicatização seguida de silanização e a influencia desses tratamentos sob a resistência de união ao cisalhamento de seis cerâmicas de diferentes constituições. As cerâmicas avaliadas foram: (1) uma cerâmica reforçada por leucita, Finesse® (Ceramco) (FIN); (2) uma cerâmica a base de alumina, In-Ceram® (VITA) (IN-AL); (3) uma cerâmica a base de zircônia, Zirkonia Blank for Celay® (VITA) (INC-ZR); (4) uma cerâmica a base de dissilicato de lítio, Empress 2® (Ivoclar) (EMPII); (5) uma cerâmica experimental a base de alumina, Procera AllCeram® (Nobel Biocare) (PRO) em (6) Experimental

alumina (Technical University) (EAL). As amostras foram separadas aleatoriamente e foram condicionadas conforme seus grupos (1) condicionamento com ácido hidrófluorídrico a 9.5% por 90 segundos exceto a IPS Empress 2®, que foi condicionada com ácido hidrófluorídrico a 5% por 20 segundos conforme é recomendado pelo fabricante, em seguida foi aplicado o silano Monobond S® (IvoclarVivadent); grupo (2) foi o jateado com óxido de alumínio com partículas de 110 µm com posterior aplicação do silano Espe Sil® (3M/ESPE); o grupo (3) foi jateado com Rocatec® (3M/ESPE) e posterior aplicação de silano Espe Sil® (3M/ESPE). Após o preparo das superfícies, as cerâmicas foram cimentadas utilizando o cimento resinoso Heliobond® (Vivadent) e o cimento resinoso Variolink® II (IvoclarVivadent), que foram aplicados à cerâmica formando um cilindro. As amostras foram avaliadas após termo-ciclagem e teste secos. A letra A se refere ao teste a seco e letra B o teste realizado com termociclagem. Os resultados obtidos para o tratamento com ácido hidrófluorídrico: FIN, A= 30 MPa e B= 14 MPa; INC-AL, A= 9 MPa e B=1 MPa; INC-ZR, A= 9 MPa e B= 1,5 MPa; EMP II, A= 26 MPa e B= 25 MPa; PRO, A=5 MPa e B=0 MPa e EAL, A= 18,5 MPa e B= 5 MPa. Os resultados do teste de cisalhamento após jateamento foram os seguintes: FIN, A= 39 MPa e B= 10 MPa; INC-AL, A= 20 MPa e B= 7,5 MPa; INC-ZR, A= 16 MPa e B= 5 MPa; EMP II, A= 20 MPa e B= 4,5 MPa; PRO, A= 6 MPa e B= 2,5 MPa; EAL, A=12,5 MPa e B= 4,5 MPa. O tratamento com Rocatec® e silano obteve os valores: FIN, A= 35 MPa e B= 10 MPa; INC-AL, A= 21 MPa e B= 15 MPa; INC-ZR, A= 17 MPa e B= 9 MPa; EMP II, A= 30 MPa e B= 9 MPa; PRO, A= 8,5 MPa e B= 4 MPa e EAL, A=16,5 MPa e B= 8,5 MPa. Os maiores valores encontrados nos testes de resistência ao cisalhamento foram obtidos pelas cerâmicas vítreas FIN e EMP II tratadas com ácido hidrófluorídrico, para todos os tratamentos de superfície testados. Esses valores variaram entre 20,1 e 38,8 MPa. Os menores valores foram os apresentados por PRO em todos os três tipos de tratamento de superfície testados, sendo que os valores médios fora de 5,3 a 8,5 MPa. Os resultados obtidos submetidos ao teste ANOVA mostraram que as condições de armazenamento afetaram significativamente a resistência ao cisalhamento das amostras. Sendo assim, foi possível concluir que (1) o método de tratamento de superfície é variável de acordo com o tipo da cerâmica; (2) o tratamento com ácido hidrófluorídrico é muito efetivo para cerâmicas vítreas e (3) o jateamento com óxido de alumínio resulta em altos

valores de resistência para as cerâmicas de alumina e propiciam um aumento ainda mais efetivo quando combinados com a silicatização.

SPOHR et al. (2003) realizaram uma pesquisa para avaliar o efeito de diferentes tratamentos de superfície na resistência de união entre a cerâmica In-Ceram Zirconia e o cimento Panavia Fluoro. Para a realização do trabalho, nove blocos de cerâmicas receberam 3 diferentes tratamentos de superfície (n=3 por grupo): o grupo 1 – jateamento com óxido de alumínio +silano, 2- jateamento com óxido de alumínio +rocatoc Plus + silano, 3 – jateamento com óxido de alumínio + laser Nd:YAG + silano. O cimento resinoso foi aplicado e polimerizado seguido da aplicação da resina composta. Os blocos foram seccionados para obter rodas de dimensão 1 mm<sup>2</sup> (n=12 por grupo). O teste de microtração foi realizado, e os valores obtidos foram: grupo 1 (11,81 +/- 3,12 MPa); grupo 2 (15,75 +/- 4,45 MPa); grupo 3 (18,70 +/- 5,14 MPa). Analisando os resultados foi possível concluir que a irradiação com laser Nd:YAG foi um tratamento de superfície efetivo para a adesão entre In-Ceram Zirconia e o cimento Panavia Fluoro.

Em 2004, Blatz, et al. avaliaram a resistência de união de diferentes agentes de união, adesivos, silanos e cimentos resinosos à cerâmica Procera All Zircon® (Nobel Biocare), antes e após envelhecimento artificial. Previamente à cimentação, todas as superfícies foram jateadas com partículas de óxido de Alumínio de 50 µm. E três grupos aleatórios foram divididos, o primeiro recebeu o (1) sistema contendo MDP (Clearfil SE Bond Primer® - Kuraray) e silano (Clearfil Porcelain Bond Activator® - Kuraray). Metade das amostras cerâmicas deste grupo foi cimentada com Panavia F® (Kuraray), (SE-PAN) e a outra metade com o cimento resinoso Rely X ARC® (3M/ESPE), (SE-REL); o grupo (2) foi tratado com um sistema adesivo convencional (Single Bond® – 3M/ESPE) e silano (Ceramic Primer® - 3M/ESPE) e cimentado com Rely X ARC® (3M/ESPE) (SB-REL). O grupo (3), que foi considerado o grupo controle, recebeu o cimento Panavia F® (Kuraray) sem qualquer sistema adesivo ou silano (NO-PAN). Os testes de cisalhamento aconteceram após duas diferentes condições de envelhecimento artificial: 03 dias de armazenagem em água (A) e 180 dias de armazenagem em água com termo ciclagem (B). Os resultados foram: SE-PAN (A)= 20,22 MPa e (B)= 17,35 MPa; SE-REL (A)= 24,73 MPa e (B)= 16,78 MPa; SB-REL (A)= 17,62 MPa e (B)= 0 MPa; NO-

PAN (A)= 16,42 e (B)= 10,21 MPa. Os resultados dos testes, após 03 dias de armazenamento, mostraram valores de resistência de união significativamente superiores para as amostras dos grupos que receberam sistema adesivo e silano, grupos SE-REL (25,45 ± 3,79 MPa) e SE-PAN (20,14 ± 2,59 MPa) do que para os dois demais grupos, NO-PAN (17,36 ± 3,05 MPa) e SB-REL (15,45 ± 3,79 MPa). Os grupos SE-PAN, NO-PAN e SB-REL, não foram estatisticamente diferentes. O envelhecimento artificial reduziu significativamente a resistência de união. Seguem os valores médios após 180 dias e termo ciclagem: SE-PAN (16,85 ± 3,72 MPa), SE-REL (15,45 ± 3,79 MPa), que se mostraram significativamente superiores aos grupos NO-PAN (9,45 ± 5,06 MPa) e SB-REL (1,08 ± 1,85 MPa). As conclusões para a pesquisa foram que (1) o envelhecimento artificial afeta negativamente a resistência adesiva, e que (2) a mistura de adesivo e silano contendo MDP deve ser indicada para a aplicação na cerâmica Procera All Zirkon® jateada com óxido de alumínio, utilizando cimento resinoso contendo ou não MDP.

Em 2005, Ernest, *et al.*, avaliaram a retenção de nove agentes de cimentação. Foram utilizados quatro cimentos resinosos: o Compolute® (3M/ESPE)(CO), Superbond C&B® (Sun Medical) (CB), Panavia® F (Kuraray) (PA), Chemic® II (SunMedical) (CH), Dyract Cem Plus® (Dentsply)(DC), Ketac Cem® (3M ESPE) (K), Rely X Luting® (3M ESPE) (RL), e Rely X Unicem® (3M ESPE) (RU). Estes agentes de cimentação foram utilizados para avaliar a eficácia das resistências de união, quando utilizados para cimentar coroas de cerâmica de zircônia LAVA® (3M/ESPE). Para a execução do trabalho, os dentes foram preparados com 10° de expulsividade total. As coroas de zircônia foram unidas a dentes humanos através dos cimentos citados anteriormente. Os mesmos foram aplicados com seus sistemas adesivos e receberam manipulação conforme recomendação dos fabricantes. Dois dos cimentos resinosos: Compolute® (CO) e Superbond C&B® (CB), além de serem testados sem tratamento de superfície, como os demais, também receberam silicatização com Rocatec® (3M/ESPE) (RT), seguida de silanização conforme recomendado pelos fabricantes. Um grupo recebeu como tratamento de superfície Porcelain Liner® (Sun Medical), à base de 4-META e o cimento Superbond C&B® (Sun Medical) (PL). Todos os espécimes foram termo ciclados e posteriormente foram realizados os testes de tração. Os valores médios obtidos foram: CO= 1,7 MPa; CO + RT=3,0 MPa; CB=4,8 MPa; CB + RT= 8,1 MPa; CB + PL= 5,3 MPa; PA=

4,0 MPa; DC=3,3 MPa; CH= 4,0 MPa; RL= 4,7 MPa; K1,9 MPa e RU= 4,9 MPa. Os resultados mostraram que, apesar do cimento Superbond C&B® ter atingido os melhores valores de resistência de união quando silicatizado (8,1 MPa), este valor não se mostrou significativamente diferente da resistência conquistada pelo mesmo cimento sem o Rocatec® (4,8 MPa). Compolute® (CO), o outro cimento resinoso cujo substrato cerâmico recebeu silicatização, também não se beneficiou com este processo (CO + RT= 3,0 MPa) [P= 0,05]. Os autores concluíram que o pré-tratamento com Rocatec® (3M/ESPE) não aumentou significativamente a resistência de união das cerâmicas ao dente, e que todos os cimentos apresentaram níveis semelhantes de resistência adesiva.

Bottino, *et al.*, (2005) fizeram um estudo para avaliar o aumento ou não da resistência de união adesiva da cerâmica In-Ceran Zirconia® (VITA Zhanfabrik) quando unida a blocos de resina composta Z-250® (3M/ESPE) via cimento dual Panavia F® (Kuraray) quando o método de silicatização era aplicado. Para testar a eficácia da silicatização, comparando-a com o jateamento, as amostras foram divididas nos seguintes grupos: Grupo 1: jateamento com óxido de alumínio com partículas de 110 µm. Grupo 2: silicatização com Rocatec® (3M ESPE) com partículas modificadas por sílica com 110 µm. Grupo 3 foi jateado com Cojet® (3M ESPE). Após o armazenamento em água destilada por 7 dias, o teste de microtração foi realizado. Após o teste, os resultados encontrados foram: (1) Grupo 2 (23,0 ± 6,7 MPa) e Grupo 3 (26,8 ± 7,4 MPa) mostraram valores significativamente mais elevados que o Grupo 1 (15,1 ± 5,3 MPa). (2) Os dados obtidos não apresentaram diferença estatisticamente significativa entre as duas técnicas de silicatização utilizadas, uma vez que resultaram em valores similares de resistência de união. (3) As amostras jateadas com óxido de alumínio apresentaram valores significativamente inferiores aos demais grupos. (4) Todas as amostras apresentaram ruptura na interface cimento/cerâmica, caracterizando falha adesiva. Os resultados confirmaram a hipótese de que a silicatização aumentaria a resistência de união do Panavia F® (Kuraray) ao In-Ceran Zirconia® (VITA Zahnfabrik).

Um trabalho realizado por Abo-Hamar *et al.* (2005) visou avaliar a performance da adesão de um novo agente de cimentação resinoso auto condicionante, o RelyX Unicem (RXU) à dentina e ao esmalte comparado a quatro sistemas de cimentação



já utilizados, realizando teste de resistência ao cisalhamento com e sem termociclagem. A resistência de união foi determinada após 24 horas de estoque e após 6000 ciclos para RXU, comparando ao Syntac/Variolink II (SynC/V), ED-Primer II/Panavia F2.0 (EDII/PF2), Prime and Bond NT/Dyract Cem Plus (PBNT/DyCP), e um cimento de ionômero de vidro, Ketac Cem (KetC). Os dados (n=10por grupo) foram analisados usando o teste Mann-Whitney. A resistência de união MPa do RXU à dentina (10,8) não foi estatisticamente significante aos cimentos SynC/V (15,1), EDII/PF2 (10,5) ou PBNT/DyCP (10,1), e estatisticamente superior que o KetC (4,1). A resistência de união do RXU ao esmalte (14,5) foi estatisticamente inferior àqueles SynC/V (32,8), EDII/PF2 (23,6), e PBNT/DyCP (17,8), mas mais elevados que o KetC (6,1). Após a termociclagem, a resistência de união do RXU ao esmalte diminuiu significativamente mas permaneceu significativamente maior que o KetC. O RelyX Unicem pode ser considerado uma alternativa para o Ketac Cem para cerâmicas de alta resistência ou restaurações metálicas, e pode ser usado para a cimentação convencional de coroas cerâmicas com pouco ou sem remanescente de esmalte.

Em 2005, Derand, Molin e Kyam avaliaram a Resistência de uniao de um agente resinoso à zircônia após diferentes de tratamento de superfície. Para isso as amostras de zircônia foram sinterizadas e divididas em 4 grupos de acordo com o tratamento de superfície recebido: (1) sem tratamento de superfície; (2) tratados com solução de silano, (3) tratado com spray de plasma usando um reator, (4) Tratado com pérolas de ceramica de baixa fusão. Os cilindros de resina composta foram cimentados usando Variolink II. As amostras foram submetidas ao teste de cisalhamento. Os resultados não mostraram diferenças estatisticamente significantes no grupo 1 entre as amostras com silano. O spray de plasma melhorou a resistência de união por um fator 3 ( $p < 0,001$ ). O tratamento com a ceramica de baixa fusão aumentou a resistência de união para um fator 10 comparado com as superfícies não tratadas ( $p < 0,001$ ). A fratura do grupo 4 não ultrapassaram 5  $\mu\text{m}$ . Assim pode concluir que a superfície da ceramica tratada com plasma e ceramica de baixa fusao aumenta significativamente a resistência do cimento resinoso à superfície da ceramica.

Em 2005, Kim et al., avaliaram a resistência à tração de um compósito resinoso a três diferentes materiais para coping de cerâmica pura com diferentes tratamentos de superfície. Para isso, 30 amostras de cerâmica de dissilicato de lítio (E), alumina (I) e zirconia (Z) foram fabricadas e a cerâmica feldspática (F) foi usada como controle. Cada material foi dividido em 3 grupos (n=10) e três diferentes tratamentos de superfície foram realizados: jateamento com partículas de 50µm de alumina (Ab), jateamento com partículas de 50µm de alumina e condicionamento com ácido hidrofúorídrico e jateamento com partículas de 30µm de alumina modificadas com ácido de sílica (Si). Após cada tratamento de superfície, os cilindros de resina foram polimerizados. Cada amostra foi submetida ao teste de microtração. O padrão de fratura foi examinado com microscópio eletrônico de varredura. Após a análise estatística pode-se concluir que os resultados não foram estatisticamente significantes entre si : (FAe, ISi, EAe, ZSi) > FAb > (FSi, EAb, ESi) (IAb, IAe) > (ZAe, ZAb). Sendo assim, pode-se concluir que as amostras de alumina e zirconia silanizadas e a cerâmica de dissilicato de lítio tratadas com jateamento e condicionamento ácido alcançaram valores maiores de união.

Em 2005, Soares et al., realizaram uma revisão de literatura para definir protocolos de diferentes materiais restauradores indiretos estéticos. Uma busca no PubMed Foi realizada buscando estudos in vitro que utilizaram os protocolos mais comuns de tratamento de superfície para estes materiais. Artigos que descreviam pelo menos um tratamento de superfície, seus efeitos na adesão e sua relação com outros materiais, aspectos clínicos e longevidade foram selecionados . Os procedimentos mais comuns encontrados para o tratamento de superfície nos artigos buscados foram jateamento, técnicas de condicionamento ácido e agentes de silano.

Valandro et al., (2006), realizaram uma pesquisa sobre tratamentos de superfície para as cerâmicas In-Ceram Alumina® (VITA Zahnfabrik) (AL); In-Ceram Zirconia® (VITA Zahnfabrik) (ZR) e Procera® (Nobel Biocare) (PR). Eles utilizaram dois sistemas de tratamento de superfície por abrasão, o pó de óxido de Alumínio com granulação de 110 µm e o pó do sistema Cojet® (3M/ESPE) baseado em óxido de alumínio revestido por sílica com partículas de 30 µm. O silano Espe-Sil® (3M/ESPE) Foi aplicado nas amostras após os tratamentos de superfície e foram

cimentados a blocos de resina composta utilizando um cimento resinoso, contendo monômeros MDP (Panavia F® – Kuraray). Os blocos com o conjunto cerâmica/resina foram cortados em forma de palitos, com aproximadamente 0,8 mm, para realizar teste de microtração. Os valores obtidos com o jateamento foram: AL= 17,3 (2,6) MPa, ZR= 15,1 (5,3)MPa e PR= 12,7 (2,6) MPa. Os valores de microtração obtidos após silicatização foram: AL= 31,2 (4,3) MPa, ZR= 26,8 (7,4) MPa e PR= 18,5 (4,7) MPa. Com este estudo foi possível concluir que a técnica de abrasão por jateamento é um pré requisito aumentar a resistência de união devido a rugosidade conseguida com o jateamento com pó de óxido de Alumínio, seguido da silanização, e que, a resistência adesiva foi aumentada quando se utilizou a silicatização seguida de silanização, tornando este método de tratamento de superfície ainda mais eficaz para as cerâmicas utilizadas neste estudo.

Um estudo realizado por Atsu et al. (2006), avaliou a resistência de união ao cisalhamento entre o cimento resinoso Panavia F® (Kuraray) e a cerâmica de óxido de Zircônia Cercon® (Dentsply), a qual recebeu os diferentes tratamentos de superfície que formou os grupos do trabalho: (1) Grupo controle, sem tratamento (C) aplicação de silano (Clearfil Porcelain Bond Activator® - Kuraray) representando o grupo (SIL), (2) (BSIL) as amostras que receberam adesivo e silano (Clearfil Liner Bond 2V Primer® + Clearfil Porcelain Bond Activator®), (3) as amostras silicatizados com Cojet® (3M/ESPE) (SC) e também silicatizados como o grupo anterior e que receberam aplicação de silano Espe Sil® (3M/ESPE) SCSIL, (4) as amostras silicatizadas com Cojet®, e com o adesivo Clearfil Liner Bond V2 Primer® + o silano Clearfil Porcelain Bond Activator® (SCBSIL). A hipótese apresentada foi a de que a silicatização com pó Cojet® de 30 µm (3M/ESPE) e aplicação de sistema adesivo e silano, contendo MDP, aumentaria a resistência de união de dos blocos de cerâmica de Zircônia estudadas quando cimentadas a blocos de resina composta Z-250® (3M/ESPE) utilizando o cimento, também com monômeros MDP Panavia F® (Kuraray). Os resultados encontrados no trabalho, seguem: C= 15,7 (2,9) MPa, SIL= 16,5 (3,4) Mpa, BSIL= 18,8 (2,8) MPa, SC= 21,6 (3,6) MPa, SCSIL= 21,9 (3,9)MPa,e SCBSIL= 22,9 (3,1) MPa e confirmam a hipótese levantada. Os grupos que receberam silicatização obtiveram valores mais elevados de resistência de união quando comparados aos outros grupos. O grupo com silicatização, seguida da aplicação de sistema adesivo e silano contendo MDP, e o cimento cuja formulação

também possui MDP (SCBSIL), foi o grupo que obteve os melhores resultados (22,9 MPa). Embora maiores, estes valores de resistência não foram estatisticamente significantes quando comparados com os valores obtidos pelo grupo apenas silicatizado SC (21,6 MPa), sem a aplicação de adesivo e silano.

Em 2006, Kumbuloglu e Lassila avaliaram a resistência de união ao cisalhamento entre cerâmicas de Zircônia DCS® (Dental AG) tratadas por dois diferentes métodos de jateamento de superfície: jateamento com óxido de Alumínio de 50 µm e a silicatização com Rocatec® (3M/ESPE) de 110 µm. As cerâmicas foram aderidas a cilindros confeccionados com cimentos resinosos. Os testes de resistência de união foram realizados após dois diferentes armazenamentos: uma semana (A) e 24 horas com 2000 ciclos de termo ciclagem (B). Os resultados obtidos para o cimento Panavia F®: Rocatec® e A= 17,5 MPa e Rocatec® e B= 18 MPa. Jateamento e A= 17 MPa, jateamento e B= 16 MPa. Para o cimento Rely X Unicem® os valores obtidos quando condicionado com Rocatec® e A= 21 MPa, Rocatec® e B= 20 MPa e jateamento e A= 18 MPa, jateamento e B= 19,5 MPa. Foi possível concluir que tanto o jateamento com óxido de Alumínio de 50µm, quanto a silicatização com sistema Rocatec, obtiveram altos valores de resistência de união sob as duas condições de armazenamento e com ambos os cimentos testados.

Palacios, *et al.* (2006), realizaram uma pesquisa para avaliar a cimentação de três agentes cimentantes, (1) o cimento resinoso Panavia F 2.0® (Kuraray) (PAN) com seu adesivo ED Primer A&B®, (2) Rely X Luting® (3M/ESPE) (RXL), e o (3) Rely X Unicem® (3M/ESPE) (RXU) aplicados em coroas de zircônia Procera AllZirkon® (Nobel Biocare). Para a confecção das coroas os dentes receberam preparos realizados totalmente em dentina e de 10 graus de expulsividade por parede. No intuito de simular condições clínicas habituais, os dentes foram cimentados provisoriamente através de cimento sem eugenol, aos respectivos cilindros utilizados para moldar os preparos e confeccionar os copings, necessários para a realização das coroas do sistema CAD/CAM, Procera All Zircon® (Nobel Biocare). Para a prova dos copings cerâmicas e previamente à cimentação, os dentes foram limpos com escova profilática e pasta de pedra pomes com água. Os copings foram provados e suas margens analisadas para que houvesse uma padronização. Os dentes foram mantidos em soro fisiológico e os copings jateados internamente com óxido de Alumínio de 50 µm e posteriormente o ácido fosfórico foi

aplicado. A sequência para cimentação seguiu as instruções do fabricante dos respectivos cimentos. As amostras permaneceram imersas em água por 24 horas após a cimentação e foram submetidos a termociclagem e então o teste de tração foi realizado. Os valores obtidos foram: PAN= 5,1 MPa, RXL= 6,1 MPa e RXU=5,0 MPa, sendo que estes resultados não foram estatisticamente significantes para os três cimentos. A avaliação do padrão de fratura detectou que em 46 % das amostras o cimento permaneceu aderido principalmente à estrutura cerâmica e em 25,7 % das amostras o cimento permaneceu principalmente no dente preparado. Com este estudo foi possível concluir que a utilização do cimento resinoso contendo adesivo dentinário PAN, não favoreceu significativamente a união das coroas de zircônia tratadas com jato de partículas de óxido de alumínio.

Amaral et al. (2006) avaliaram o efeito de três métodos de tratamento de superfície baseados em abrasão por jateamento. O estudo foi realizado com a aplicação de três tipos de tamanho de partículas do pó, o óxido de Alumínio com 110 µm para aplicação em consultório (CGB), a silicatização com Rocatec® (3M/ESPE) (LSC) de partículas de 110 µm para laboratório e o método da silicatização para aplicação em consultório com 30 µm,(Cojet®, 3M/ESPE) (CSC). As amostras foram avaliadas na microscopia eletrônica de varredura (MEV) para observar a eficácia da penetração das partículas na cerâmica. Após a realização das imagens, pode-se concluir que os três tamanhos de partículas pesquisados penetraram na cerâmica e formaram uma camada de cobertura. A cerâmica selecionada para a pesquisa foi a In-Ceram Zirconia® (VITA Zahnfabrik) foi jateada seguida da silanização com um silano à base de 3-metacriloxipropiltrimetoxi silano (Espe-Sil® - 3M/ESPE) e cimentada a blocos de resina utilizando o cimento Panavia F® (Kuraray). O conjunto cerâmica/resina foi recortado em forma de palitos de aproximadamente 0,8 mm para que fosse possível a execução do teste de microtração. Os resultados obtidos com o In Ceram Zirkonia®: CGB= 20,5 MPa, LSC= 24,6 MPa e CSC= 26,7 MPa, e com isso foi possível concluir que os dois grupos silicatizados obtiveram valores de resistência adesiva superiores aos valores obtidos pelo grupo cujo pó não continha sílica. Não houve diferença significativa entre os valores dos dois grupos silicatizados, deixando a perceber que tanto a técnica de silicatização para uso em laboratório quanto em consultório são eficazes para a cerâmica de zircônia In-Ceram Zirconia® (VITA Zahnfabrik).

Em 2006, Bindl, Luthy e Mormann analisaram a resistência de cerâmicas fabricadas pelo sistema CEREC inLab® (Sirona). As análises de fractografia demonstraram que as falhas em coroas resultam de fraturas que se iniciam com a formação de trincas na interface de cimentação. Na cavidade bucal, o uso contínuo e as variações cíclicas podem a danos, fadiga que levaram à fratura da cerâmica. Para a execução da pesquisa foram utilizadas: (1) cerâmica a base de dissilicato de Lítio VP 2297® (Ivoclar/Vivadent) (i), (2) In-Ceram Zirconia® (VITA Zahnfabrik) (ii) e (3) a In-Ceram YZ Cubes® (VITA Zahnfabrik) (iii), usada no grupo controle. Foram feitas 90 amostras cerâmicas e a mesma quantidade de replicas de dentes feitas em resina Tetric Ceram® (Ivoclar/Vivadent) jateadas com óxido de Alumínio de 50 µm que foram preparadas para receberem a cimentação. (1) Quinze cerâmicas de dissilicato de lítio tratadas com ácido hidrofúorídrico 4,9% foram cimentadas com cimento fosfato de zinco (DeTrey Zinc® – Dentsply)(a). (2) Quinze cerâmicas de YTZP In-Ceram Zircônia® (VITA Zahnfabrik) (ii) e (3) os de In-Ceram YZ Cubes® (VITA Zahnfabrik) (iii) receberam jato com óxido de alumínio de 50 µm. Após a realização dos tratamentos de superfície, as cerâmicas foram silanizadas com Monobond S® (Ivoclar/Vivadent), o adesivo Heliobond® (Ivoclar/Vivadent) foi aplicado e, posteriormente, cimentadas com cimento Panavia 21 TC® (Kuraray) (b). Três amostras de cada cerâmica foram testadas até que a primeira falha fosse percebida e a carga removida imediatamente, para a detecção do padrão da fratura. Os resultados respectivamente de (a) e (b) para a cerâmica (i) foram:  $804 \pm 195$  /  $1183 \pm 318$  MPa. Para a cerâmica (ii):  $923 \pm 180$  /  $1621 \pm 165$  MPa e para (iii):  $697 \pm 110$  /  $731 \pm 115$  MPa. A cerâmica que apresentou início de fratura com os valores inferiores de carga foi (ii) com (b) e com valores de  $697 \pm 110$  MPa, seguida de (i) e por fim (iii). A cerâmica (ii) não apresentou diferença estatisticamente significativa para o início de fratura para suas amostras (a) e (b). As cerâmicas de zircônia apresentaram valores de resistência à fratura final superiores à cerâmica de dissilicato de lítio. Com este estudo foi possível concluir que o padrão de início de fratura para todas as amostras, de cimentação adesiva ou não, apresentou fraturas originadas no cimento. As amostras cimentadas com cimento fosfato de Zinco fraturaram em vários fragmentos, mostrando que tal agente de cimentação não foi resistente o suficiente para reforçar a cerâmica. A resistência à compressão do cimento fosfato de zinco foi de 121 MPa e para o cimento resinoso, 320 MPa. A

resistência final à fratura foi superior para o In-Ceram YZ Cubes® (VITA Zahnfabrik) para os dois tratamentos. Foi encontrado um aumento significativo de resistência à fratura final para as estruturas de zircônia. Assim, mesmo que a resistência à fratura seja superior para as amostras cimentadas adesivamente, não se pode contra indicar a cimentação não adesiva.

Wolfart, et al., (2007) fizeram um teste semelhante ao realizado por Kern e Wegner em 1998 para avaliar a resistência de união de cilindros de resina (Clearfil F2® - Kuraray) cimentados à cerâmica de Zircônia (Cercon® - Dentsply) após a realização de diferentes tratamentos de superfície, realizados com (1) sistema adesivo (Heliobond® - IvoclarVivadent), (2) jateamento com Prophy Jet® (Dentsply) e (2) jateamento com óxido de alumínio com partículas de 50 µm. Para a realização da pesquisa foram utilizados os cimentos o Variolink II® (Ivoclar/Vivadent) (V) e o Panavia F® (Kuraray) (P). As amostras foram divididas nos seguintes grupos (n=20): ORG-V: Heliobond® + Variolink II® ; grupo APW-V: jateamento com bicarbonato de sódio + Heliobond® + Variolink II®. Grupo ABR-V: jateamento com óxido de alumínio + Heliobond® + Variolink II®. Grupo ORG-P: Panavia F® sobre a superfície maquinada da cerâmica. APW-P: jateamento com Prophy Jet® + PanaviaF®. ABR-P: jateamento com óxido de Alumínio 50 µm + Panavia F®. Os testes de tração foram realizados após dois tipos de armazenamento (n=10 por grupo) (A) após 03 dias de armazenamento em água e (b) após 150 dias de armazenamento, com ciclagem térmica. Os resultados do teste seguem, respectivamente para (A) e (B): Grupo ORG-V: (A)= 11,0 MPa e (B)= 0,0 MPa. Grupo APW-V: 9,0 MPa e (B)= 0,0 MPa. Grupo ABR -V: (A)= 16,6 MPa e (B)= 0,0 MPa. Grupo ORG-P: (A)= 18,7 MPa e (B)= 0,0 MPa. Grupo APW-P: (A)= 32,1 e (B)= 0,0 MPa. Grupo ABR-P:(A)= 45,0 e (B)= 39,2 MPa. Foi possível concluir que os métodos de tratamento de superfície e as condições de armazenamento influenciam na resistência de união. As amostras do grupo jateado com partículas de óxido de alumínio e que foi cimentado com Panavia® (Kuraray) foi o único grupo que não sofreu diminuição na resistência adesiva após 150 dias e termociclagem.

Aboushelib, et al., (2007) fizeram uma pesquisa para avaliar a resistência de união de uma resina (Filtec Z-250® - 3M/ESPE) unida à cerâmica de zircônia (Cercon® , Degu Dent). Todas as amostras foram jateadas com óxido de Alumínio de 110 µm e divididas em 4 grupos (n=18) que receberam uma camada delgada de

cerâmica de baixa fusão. Neste tratamento, a cerâmica é aquecida a 750° C por 2 minutos, resfriada para 650°C por 1 minuto e reaquecido por 1 minuto à temperatura de 750°C, deixando a superfície porosa e com conteúdo vítreo. O grupo (1) foi cimentado aos blocos de resina com o cimento Panavia F 2.0® (Kuraray) com aplicação previa de Clearfil SE Primer® (Kuraray); o grupo (2) recebeu Clearfil SE Primer® (Kuraray) e foi cimentado com cimento Panavia F 2.0® (Kuraray); o grupo (3) recebeu Rely X Ceramic Primer® (3M/ESPE) e foi cimentado com Rely X ARC® (3M/ESPE) e, por fim, o grupo (4) foi cimentado com Bistite II DC® (J Morita). As amostras foram seccionadas em forma de palito para a realização dos testes microtração realizado após diferentes armazenamentos(a), e, após armazenamento em água por 1 semana (b), 2 semanas (c), 3 semanas (d) e após 1 mês em água (e). Os resultados do teste de microtração (em MPa) seguem: Grupo 1: (a)= 49,8 (2,7), (b)= 55,8 (2,5), (c)= 54,2 (4,6), (d)= 55,9 (1,5) e (e)= 52,2 (1,8). Grupo 2: (a)= 33,4 (2,1), (b)= 33,9 (2,7), (c)= 34,2 (3,0), (d)= 34,4 (3,0) e (e)= 32,5 (1,7). Grupo 3: (a)= 23,3 (2,4), (b)= 19,2 (2,6), (c)= 16,2 (1,8), (d)= 13,6 (2,7) e (e)= 2,6 (2,0). Grupo 4: (a)= 31,3 (2,7), (b)= 25,9 (2,2), (c)= 22,6 (1,7), (d)= 18,3 (1,2) e (e)= 14,4 (2,0). Pode-se concluir que grupos sofreram influencia do armazenamento, exceto o grupo que foi infiltrado seletivamente e recebeu cimento Panavia F 2.0® (Kuraray). Este grupo que apresentou valores de resistência de união superiores resultado de uma união estável e duradoura.

Della-Bona et al. (2007) realizaram um estudo para avaliar a resistência de união à tração ( $s_t$ ) e ao cisalhamento ( $s_s$ ) de uma cerâmica à base de alumina infiltrada por vidro e reforçada com zircônia (IZ- Vita In-Ceram Zircônia) à resina composta, testando a hipótese de que o sistema de silicatização (SC- Cojet, 3M-ESPE) produz valores mais elevados de resistência adesiva do que demais tratamentos de superfície utilizados. Para a concretização do estudo, 60 discos (cp) foram confeccionados da cerâmica IZ e testados de acordo com as instruções dos fabricantes. Os discos foram polidos até 1  $\mu$ m, e então divididos em 3 grupos (n = 20) de acordo com o tratamento de superfície realizado: HF - ácido hidrofúorídrico a 9,5% (Ultradent) por 1 min; SB - jateamento com óxido de alumínio 25  $\mu$ m por 10 s; SC - silicatização por 10 s. Após os tratamentos de superfície o silano (3M-Espe) e adesivo (Single Bond, 3M-Espe) foram aplicados e em seguida um cilindro de resina composta (Z100, 3M-Espe) foi confeccionado sobre a cerâmica



(3,5 mm de diâmetro). Dez cp por grupo ( $n = 10$ ) foram testados para  $s_t$  e os outros 10 cp para  $s_s$  em uma máquina de ensaios universal com (EMIC). Os resultados foram analisados estatisticamente por ANOVA e Tukey ( $\alpha = 0,05$ ). Os valores médios e desvio padrão (MPa) para  $s_t$  foram: HF -  $3,5 \pm 1,0a$ ; SB -  $7,6 \pm 1,2b$ ; SC -  $10,4 \pm 1,8c$ . Para  $s_s$ , os resultados foram: HF -  $10,4 \pm 3,1A$ ; SB -  $13,9 \pm 3,1B$ ; SC -  $21,6 \pm 1,7C$  ( $p < 0,05$ ). Os resultados tornaram possível a conclusão de que a IZ tratada com SC mostra um aumento significativo na média de resistência adesiva em ambos os testes, confirmando a hipótese inicial.

Della Bona, *et al.* (2007) avaliaram os valores de resistência de união por tração e cisalhamento de um (1) sistema cerâmico vítreo à base de alumina e (2) reforçada por Zircônia (In-Ceran Zirconia® - VITA Zahnfabrik) cimentada a um compósito resinoso. Os grupos receberam diferentes tratamentos de superfície como (a) condicionamento com ácido hidro Fluorídrico a 9.5 % por 1 minuto (HF), (b) jateamento com óxido de alumínio com partículas de 25  $\mu\text{m}$  (SB) e (c) silicatização com pó Cojet® 30  $\mu\text{m}$  (3M/ESPE) (SC). E em seguida, as cerâmicas receberam uma camada de silano Rely X Ceramic Primer® (3M/ESPE), uma camada de adesivo Single-Bond® (3M/ESPE) e então a resina Z-100® (3M/ESPE) foi colocada em forma de cilindro sobre a cerâmica. Os valores obtidos foram: HF (tração)=  $3.5 \pm 1.0$  MPa, HF (cisalhamento)=  $10,4 \pm 3,1$  MPa. Grupo SB (tração)=  $7,6 \pm 1,2$  MPa e SB (cisalhamento)=  $13,9 \pm 3,1$  MPa. Grupo SC (tração)=  $10,4 \pm 1,8$  e SC (cisalhamento)=  $21,6 \pm 1,7$  MPa. As amostras fraturadas foram analisadas em microscópio ótico, onde foi possível perceber que todas as amostras fraturaram na interface adesiva, deixando pequenas áreas de fratura coesiva na interface. Entretanto, esses resíduos diminuíam para as amostras silicatizados, jateados e nos condicionados com ácido, respectivamente. Com este resultado é possível concluir que a silicatização alcança valores superiores e para os dois testes realizados, os resultados estatísticos foram semelhantes entre os grupos.

Donassolo et al. (2007) realizaram uma pesquisa com o objetivo de testar a microdureza superficial do esmalte (E) e da dentina (D) em molares humanos decíduos (grupo d), molares humanos permanentes (grupo p) e incisivos bovinos (grupo b). Foram selecionados 4 espécimes de cada tipo de dente os quais foram mantidos em solução salina até o teste. Os espécimes foram incluídos em uma

matriz com resina e polidos para planificar o esmalte. O teste de dureza Knoop foi realizado em um microdurômetro com carga de 200 g, sendo realizadas 5 leituras (10 s de endentação) por dente. Os espécimes foram novamente submetidos ao polimento para expor dentina (próxima ao LAD), sendo novas leituras realizadas. Os dados foram submetidos à análise estatística (testes ANOVA e Tukey). Os valores médios de dureza (kg/mm<sup>2</sup>) e desvio padrão foram os seguintes: Ed 338 ± 30,1; Ep 341 ± 32,8; Eb 326 ± 25,5; Dd 104 ± 9,7; Dp 93,3 ± 8,7; Db 91,2 ± 7,3. A dureza do esmalte foi maior que a da dentina nos três tipos de dentes ( $p < 0,001$ ). Considerando o tipo de substrato, não houve diferenças estatísticas, ou seja, os valores de dureza para esmalte ou dentina foram similares para dentes humanos decíduos e permanentes e dentes bovinos.

Silva et al. (2007) realizaram um estudo para investigar como tratamentos de superfície mecânicos removem o excesso de vidro fundido influenciam na tenacidade à fratura de uma cerâmica a base de zircônia (In-Ceram Zirconia). Discos de cerâmicas foram submetidos a três diferentes tratamentos de superfície (desgaste, jateamento e desgaste + jateamento + requeima). A tenacidade à fratura foi analisada pelo teste de resistência (IS). A difração de raio X foi utilizada para analisar a metaestabilidade das partículas tetragonais da zircônia após os tratamentos propostos. O teste não paramétrico de Kruskal-Wallis e o estatístico Weibull foram utilizados para analisar os resultados. O grupo 1 resultou em defeitos que diminuiriam a tenacidade à fratura, apresentando os maiores valores. O grupo 2 resistência menor comparado ao grupo 3.

Valandro, *et al.*, (2007), avaliou os efeitos que o armazenamento em água e o envelhecimento artificial via termociclagem, trariam sobre a resistência de união da cerâmica de Zircônia, In-Ceran Zirconia® (VITA Zahnfabrik) cimentadas à resinas compostas, utilizando o cimento Panavia F® (Kuraray). As amostras foram silicatizadas com Cojet® (3M/ESPE), silanizadas com Espe-Sil® (3M/ESPE) e então cimentadas Panavia F® (Kuraray). Foram divididos cinco grupos para teste de resistência de microtração de acordo com as condições de armazenamento: em condições secas, imediatamente após a cimentação, (Grupo 1), água por 150 dias (Grupo 2), 150 dias de armazenagem foi também termociclado (Grupo 3), água por 300 dias (Grupo 4), e 300 dias em água foi termociclado (Grupo 5). Os resultados

concluíram que o Grupo 1 apresentou resistência a microtração significativamente superior ( $26,2 \pm 1$  MPa) aos grupos envelhecidos: Grupo 2 ( $6,5 \pm 1$ ), Grupo 3 ( $6,2 \pm 2$ ), Grupo 4 ( $4,5 \pm 1$ ) e Grupo 5 ( $4,3 \pm 1$ ) MPa. Foi possível concluir que a cimentação em condições secas tem um efeito positivo e que, o processo de envelhecimento artificial enfraquece significativamente a resistência de união.

Tanaka, *et al.*, (2008), avaliaram a eficácia da modificação triboquímica de uma cerâmica de zircônia realizada pela silicatização e comparando com o tratamento de superfície realizado com jato de óxido de alumínio de  $30 \mu\text{m}$ . Para a realização da pesquisa, a rugosidade de superfície deixada pelo Rocatec Júnior® (3M/ESPE) foi comparado à modificação estabelecida com a mesma aplicação a um substrato de titânio. Analisou, também, a eficácia da aplicação da associação de agente de união silânico Espe-Sil® (3M/ESPE) e monômero contendo MDP (Epricode® - Kuraray) à cerâmica silicatizada, antes e após o envelhecimento artificial. A cerâmica YPSZ Katana® (Noritake DentalSupply) foi cimentada a cilindros de resina Palapress Vario® (Kulzer) utilizando o cimento Rely X ARC® (3M/ESPE). Os grupos foram divididos da seguinte forma: AS: cerâmica jateada + Epricode®. Grupo SiC: Rocatec Junior® + Epricode®. Grupo ROC: Rocatec Junior® + Espe Sil®. Grupo m.ROC: Rocatec Junior® + Espe Sil® + Epricode. Os valores de resistência ao cisalhamento após 1 dia em água (A) e após 15 dias e 10 000 ciclos de ciclagem térmica (B), foram: AS (A)=  $40,11 \pm 6,87$  MPa, AS (B)=  $33,78 \pm 8,66$  MPa. SiC (A)=  $42,17 \pm 3,96$  MPa e SiC (B)=  $31,54 \pm 4,58$  MPa. ROC (A)=  $34,61 \pm 4,15$  MPa e ROC (B)=  $34,52 \pm 8,20$  MPa. m.ROC (A)=  $50,81 \pm 8,22$  MPa e m.ROC=  $48,24 \pm 5,02$  MPa. Os resultados de rugosidade estabelecida com Rocatec Júnior® à YPSZ representaram aproximadamente a metade dos valores obtidos por este mesmo tratamento, quando aplicado ao titânio. Já o jato com óxido de alumínio de  $30 \mu\text{m}$  não obteve diferenças significantes entre cerâmica e titânio, o que resultou em valores superiores de rugosidade de superfície. Entretanto, os dados de resistência ao cisalhamento para o grupo m.ROC foi significativamente superior aos demais grupos e não decresceu após envelhecimento artificial, demonstrando ser hidro termicamente mais estável.

Em um estudo realizado por Derand et al. (2008) foram avaliados os efeitos de diferentes tratamentos de superfície de copings de alumina e zirconia na resistência de união a diferentes agentes de cimentação. Para a realização da

pesquisa foram confeccionados 60 copings de alumina e 80 de zircônia. Eles foram aleatoriamente divididos em grupos de acordo com o tratamento de superfície i) copings sem tratamento de superfície, (ii) copings de alumina e zircônia jateados com partículas de óxido de alumínio de 50 ou 110  $\mu\text{m}$  respectivamente, (iii) copings de zircônia tratados com perolas de vidro fundidas à superfície, (iv) copings de zircônia tratados com perolas de vidro silanizadas. Para a cimentação foram usados três agentes: fosfato de zinco, Panavia 21 e Variolink II. Os testes de resistência de união foram realizados e então observou-se que as cerâmicas de zircônia não tratadas cimentadas com fosfato de zinco mostraram valores de união superiores comparados com aquelas superfícies jateadas. Nenhuma diferença foi encontrada entre os copings de alumina não tratados e aqueles jateados. O jateamento diminuiu a resistência de união dos copings de zircônia e alumina. As perolas de vidro aumentaram a resistência de união dos copings de zircônia, que foi ainda melhor após a silanização. Variolink II em combinação com a alumina apresentou baixos valores de resistência de união.

Lindgren, *et al.*, (2008) realizou uma pesquisa visando avaliar a resistência ao cisalhamento de uma cerâmica de zircônia estabilizada por ítrio que receberam diferentes tratamentos de superfície antes da cimentação e seguido de envelhecimento. O trabalho foi realizado em três partes, onde em cada uma delas formaram-se três grupos com 20 amostras de cerâmica que foram cimentadas duas a duas, resultando em um  $n=10$  por grupo. A primeira etapa foi executada com três grupos cerâmicos sem jateamento e cada um dos grupos foi cimentado com um agente de cimentação diferente: (1) cimento Rely X Unicem® (3M/ESPE) (Grupo R), (2) Rely X Unicem® (3M/ESPE), com aplicação prévia de Metal Primer® (GC) (Grupo RM), (3) Rely X Unicem® (3M/ESPE) e aplicação de Ceramic Primer® (GC) (Grupo RC). Foi realizado então o teste de cisalhamento para estas amostras cimentadas. Na segunda etapa, as mesmas amostras foram jateadas com óxido de alumínio com partículas de 110  $\mu\text{m}$  por 60 segundos para remoção dos fragmentos do cimento. Nesta parte do trabalho, os grupos formados foram: (1) grupos RS: Silicatização + Rely X Unicem®, (2) Grupo RSC: silicatização + Rely X Unicem® + Ceramic Primer®, (3) Grupo RSM: silicatização + Rely X Unicem® + Metal Primer®. As amostras foram cimentadas e os dados obtidos. A terceira etapa avaliou os efeitos do armazenamento em água, para isso as amostras foram tratadas como na

segunda etapa e armazenadas em água por 180 dias, formando os grupos: RSA, RSCA e RSMA. Os resultados obtidos seguem: R= 13 MPa, RC= 15 MPa, RM= 16 MPa, RS= 13,5 MPa, RSC=20 MPa, RSM= 17,5 MPa, RSA= 10,5 MPa, RSCA= 11 MPa e RSMA= 18,5 MPa; e mostraram que o jateamento com óxido de alumínio e a aplicação dos primers metálicos e/ou cerâmico, aumentaram significativamente a resistência de união do cimento Rely X Unicem® (3M/ESPE) à cerâmica, quando comparado ao grupo controle sem tratamento. Após o envelhecimento por 180 dias em água, o único tratamento que não sofreu redução significativa de resistência de união foi o grupo tratado com Metal Primer® (GC).

Ozcan, Nijhuis e Valandro (2008), fizeram um estudo comparando métodos de tratamento de superfície realizados em consultório e em laboratório da superfície da cerâmica LAVA® (3M/ESPE) cimentadas com dois cimentos duais contendo monômeros éster fosfatados MDP, após termociclagem. Para a realização da pesquisa quatro grupos (n=10) foram formados: o grupo 1 recebeu jateamento com óxido de Alumínio de 50 µm e aplicação de Alloy Primer® (Kuraray); o grupo número 2 foi jateado com óxido de alumínio de 50 µm e recebeu o primer metálico Cesead II Opaque Primer® (Kuraray); o grupo número 3 foi jateado com óxido de alumínio de 50 µm seguido da aplicação do Silano Pen® e silano Haftvermittler® (Bredent), à base de MPS; o grupo 4 foi silicatizadas com Rocatec® (3M/ESPE) e recebeu o silano Espe Sil® (3M/ESPE). Após cada tratamento, foi formado um cilindro com o agente de cimentação Panavia F 2.0® (Kuraray) sobre as cerâmicas. Todas as amostras foram termocicladas e em seguida submetidas ao teste de cisalhamento. Os resultados obtidos: Grupo 1= 8,43 ± 1,3 MPa, Grupo 2= 8,98 ± 3,6 MPa, Grupo 3=12,02 ± 6,7 MPa e Grupo 4= 8,23 ± 3,8 MPa. Não houve diferença significativa entre os grupos, o que demonstrou que os dois tratamentos de superfície testados são efetivos.

Ozcan, Kerkdijk e Valandro (2008), realizaram uma pesquisa para avaliar a resistência de união de quatro materiais resinosos de variadas composições químicas, seguindo apenas a recomendação do fabricante dos mesmos, e testar a durabilidade destes cimentos quando aderidos a cerâmicas de Zircônia em condições secas (A) e após envelhecimento artificial (B). O estudo justificou-se na problemática clínica durante a cimentação de que se deve seguir as recomendações do fabricante que não preconizam pré-tratamento para a zircônia ou se deve-se

incluir protocolos separados para a zircônia e realizar tratamento de superfície. Foi utilizada a cerâmica LAVA® (3M/ESPE) e os cimentos testados foram aplicados sobre a cerâmica formando um cilindro sendo os grupos divididos de acordo com os cimentos: o cimento fotopolimerizado Panavia F 2.0® (Kuraray), Grupo 1; o cimento auto-adesivo Multilink® (Ivoclar/Vivadent) Grupo 2; o cimento de polimerização química Super Bond® (Sun Medical) Grupo 3; e a resina composta Quadrant Posterior Dense® (Cavex) Grupo 4 que foi considerado o grupo controle. Os resultados encontrados para os grupos foram: Grupo 1 (A)= 11 MPa, Grupo 1 (B)= 0,0 MPa, Grupo 2 (A)= 0,0 MPa e Grupo 2 (B)= 0,0 MPa, Grupo 3 (A)= 2,0 MPa e Grupo 3 (B)= 0,0 MPa, Grupo 4 (A)= 5,0 MPa e Grupo 4 (B)= 0,0 MPa. Os resultados analisados mostraram diferenças significantes tanto para o tipo de cimento quanto para as condições de armazenamento. Seguindo apenas a instrução dos fabricantes, as amostras não obtiveram resistência adesiva após 6000 ciclos de TC, independente do cimento utilizado.

Em 2009, Cavalcanti et al. Realizaram uma pesquisa para avaliar a influencia dos tratamentos de superfície e de primers metálicos na resistencia de uniao de cimentos resinosos a uma cerâmica de zirconia tetragonal estabilizada por ítrio (Y-TZP). 240 amostras de cerâmica Y-TZP foram aleatoriamente divididas em 24 grupos de acordo com a combinação do tratamento de superfície (nenhum, jateamento com oxido de alumínio e irradiação com laser Er:YAG), o primer metalico (Nenhum, Alloy Primer, Metal Primer II ou Metalite) e o cimento resinoso (Calibra – contendo Bis-GMA ou Panavia F2.0 – contendo MDP). Fragmentos de dentina em formato cilíndrico fora fixados à superficieda cerâmica utilizando os cimentos resinosos. O teste de microcisalhamento foi realizado com 1mm/min até a fratura, e as superfícies da cerâmica foram analisadas após a ruptura. Os valores da resistencia de uniao foram analisados pelo teste ANOVA 3-way e teste de Tukey com 5% de significância. As mudanças topográficas foram analisadas após o tratamento de superfície pela microscopia eletrônica de varredura (MEV), onde observou-se grande mudança na superfície da cerâmica. O jateamento resultou em um aumento da resistencia de uniao para os dois cimentos utilizados. Entretanto, o laser apresentou maiores valores de uniao apenas com o Calibra quando comparados com o Panavia F2.0. Os dois cimentos apresentaram comportamentos semelhantes nas superfícies não tratadas. A falha adesiva foi predominante. E o

jateamento com oxido de alumínio e a aplicação do primer metálico aumentou a união para os dois cimentos resinosos.

Em um estudo de Kramer et al. (2009), os autores propuseram descrever o potencial de procedimentos adesivos de cimentação com relação às (1) características e classificação dos materiais, (2) de espessura do cimento, (3) controle da cimentação manual, (4) ligação diferentes materiais existentes para inlays, (5) de adesão a substratos de dente e o problema de hipersensibilidades, (6) o desgaste dos agentes de cimentação, e (7) o desempenho clínico. Para isso eles realizaram um revisão de literatura com estudos relevantes in vitro e in vivo que permitem uma visão geral das possibilidades e limitações das restaurações indiretas cimentadas. Os resultados encontrados pelos autores são (1) os cimentos resinosos são os materiais de escolha para cimentação adesiva. Ambas propriedades dos materiais e comportamento de finas partículas hibridas são superiores comparados a outros materiais. O uso de compomeros é questionado devido à expansão higroscópica e a possibilidade de formação de trincas como foi relatado em estudos utilizando IPS Empress in vitro e in vivo. (2) Os atuais agentes de cimentação apresentam excelentes características de viscosidade e a espessura do cimento varia em torno de 8 e 21  $\mu\text{m}$ . A técnica de inserção ultrassônica é recomendada para cimentos mais viscosos ou restauração com compósitos convencionais que contem propriedades tixotropicas. (3) Para o sucesso do controle da cimentação manual, um bom ajuste da restauração (durante a cimentação) e uma alta radiopacidade do cimentos (após a cimentação) são indispensáveis. O controle manual é mais fácil quando a técnica da inserção ultrassônica é realizada. (4) Os pré tratamentos das cerâmicas inlays utilizando ácido hidrofúorídrico ou agente de silanização resulta em uma adesão efetiva; para o pré tratamento de compostos resinosos, o agente silano também é indicado. (5) Adesão ao esmalte e à dentina é clinicamente aceitável, mas deve ser utilizado com sistemas de múltiplos passos que contem primer e adesivo produzindo um perfeito selamento com sensibilidade praticamente inexistente. Sistemas adesivos de dois passos promovem um melhor resultado. (6) A viscosidade e o teor de carga dos compostos resinoso usados para cimentação não influencia nos desgastes dentro da área de cimentação marginal in vivo. Contudo, a técnica de inserção ultrassônica envolvendo a alta viscosidade do material resulta em uma melhor manipulação. (7) Resultados clínicos com inlays relacionados à

coloração, são duradouros acerca de 10 anos incluindo o uso em dentes bastante destruídos.

Magne, Paranhos e Burnett Jr (2009) realizaram um estudo para avaliar o efeito de um primer experimental para zircônia, uma mistura de organofosfato e monômeros ácidos carboxílicos, na resistência ao cisalhamento da zircônia à resina (SBS). Para isso, quarenta blocos de Y-TZP foram embutidos em uma base de resina acrílica, polidos, jateados com óxido de alumínio e divididos em oito grupos. Três diferentes agentes de cimentação resinosos (BisCem, Duo-Link, Panavia F) foram utilizados para construir cilindros de 2,4 mm de diâmetro ( $n = 15$ ) para serem aderidos às superfícies da zircônia que receberam ou não o primer experimental. O novo primer também foi testado com cilindros feitos de resina composta (Z100). O Panavia F foi também utilizado com o seu próprio primer (Clearfil Ceramic Primer). Os testes SBS foram realizados após o armazenamento em água por 24 horas. A microscopia eletrônica de varredura foi utilizada para avaliar a topografia da superfície da zircônia e o padrão de falha. Os dados foram submetidos ao ANOVA e Tukey ( $\alpha = 0,05$ ), a associação do primer experimental com a resina composta apresentou os maiores valores SBS (29,35MPa) seguido pelo DuoLink com o novo primer (26,68MPa). Os grupos que não receberam o primer experimental apresentaram os valores mais baixos (de 5,95 a 9,79 MPa). O modo da fratura foi adesiva para as amostras que não receberam o primer, e predominantemente mista para os grupos com primer. Assim, os autores concluíram que o uso desse novo primer experimental baseado em organofosfato /monômeros ácidos carboxílicos aumentou a resistência de diferentes agentes de cimentação resinosos, incluindo a resina composta.

Oyague, *et al.* (2009) fizeram uma pesquisa para avaliar a influência do tratamento de superfície e do agente de cimentação na adesão de cerâmicas de zircônia Cercon® (Dentsply) a cilindros de resina composta. Os tratamentos de superfície foram o (1) jateamento com óxido de alumínio de 125  $\mu\text{m}$ , (2) óxido de alumínio modificado por Sílica com partícula de 50 $\mu\text{m}$  e (3) ausência de tratamento de superfície. Os cimentos resinosos utilizados foram de polimerização dual das marcas Calibra® (Dentsply Caulk) e Clearfil Esthetic Cement® (Kuraray), e o cimento autocondicionante Rely X Unicem® (3M/ESPE). Os resultados obtidos para



os grupos com cimento Clearfil Esthetic Cement® (Kuraray) em MPa foram: sem tratamento= 17,04 (5,7), com jateamento= 18,63 (6,4) e silicatizado= 18,19 (5,5). Para o cimento Rely X Unicem® (3M/ESPE): sem tratamento= 8,73 (2,5), com jateamento= 11,44 (2,5) e silicatizado= 8,88 (2,2). Para o cimento Calibra® (Dentsply Caulk) sem tratamento= 0,0, com jateamento= 10,84 (2,4) e silicatizado= 0,0. Com os resultados foi possível perceber que os dois tipos de jateamento foram capazes de criar rugosidade na superfície, e que o cimento resinoso, à base de Bis-GMA Calibra® (Dentsply Caulk) apresentou falhas espontâneas em todas as amostras sem tratamento de superfície e com silicatação. O cimento contendo monômeros éster-fosfatados MDP apresentou valores de resistência de união superiores tanto com ou sem o tratamento de superfície.

Aboushelib, Feilzer e Kleverlaan (2010) realizaram uma pesquisa para avaliar a resistência de união da zircônia a um agente de cimentação usando a técnica proposta. Para a execução da pesquisa 54 discos de zircônia foram confeccionados e divididos em 3 grupos (n=18) de acordo com o tratamento de superfície: (1) superfície sinterizada (grupo controle), (2) jateamento com partículas de óxido de alumínio 50 µm, (3) grupo SIE. Os discos de zircônia foram cimentados a discos de resina composta usando o cimento resinoso Panavia F 2.0. resistência de união foi avaliada utilizando teste de microtração (MTBS), e o teste foi repetido após diferentes tratamentos de envelhecimento: (AA) termociclagem, (2) 4 semanas de armazenamento em água e (3) 26 semanas armazenados em água. Os resultados mostraram diferenças significantes entre os três grupos de diferentes intervalos de armazenamento. AA resultou em uma redução da resistência de união do grupo controle e do grupo jateado (5,9 e 27,4 MPa, respectivamente). Uma redução na resistência de união desses grupos foi observada com AA análise da microfraturas. A resistência das amostras SIE foi estável após o término de AA (51,9 MPa) que também demonstrou boa resistência contra a penetração na interface. Assim, pode-se concluir que SI é resistente, estável e durável quando aderido a substrato de zircônia.

Akyil et al. (2010) propuseram avaliar a resistência ao cisalhamento de um agente de cimentação resinoso a cerâmica de zircônia estabilizada por ítrio (Y-TZP) com a superfície de união tratadas com abrasão com ar, silicatação, irradiação a

laser com CO<sub>2</sub>, Er:YAG ou Nd:YAG ou irradiado por laser antes da abrasão com ar. Para isso 12 amostras foram irradiadas com cada tipo de laser e examinadas utilizando microscópio eletrônico de varredura (MEV) para determinar os parâmetros a serem usados no estudo. Após o estabelecimento dos parâmetros, 141 discos de Y-TZP (Copran zircon blank, White Peaks Dental Systems GmbH) foram divididos em 9 grupos: (1) C, sem tratamento; (2) AA, abrasão com ar; (3) CJ, silicatização; (4) ER, laser Er:YAG; (5) ND, laser Nd:YAG; (6) CO, laser CO<sub>2</sub>; (7)AA+ER; (8)AA+ND; (9)AA+CO. Após realizados os tratamentos de superfície, as amostras foram silanizadas (Clearfil Ceramic Primer, Kuraray) e cilindros de resina composta (Clearfil Majesty Esthetic, Kuraray) foram confeccionados e cimentados à zircônia utilizando o cimento resinoso Clearfil Esthetic Cement (Kuraray). O teste de cisalhamento foi realizado após as amostras terem sido armazenadas em água por 24 horas e termocicladas por 500 ciclos. Os resultados foram analisados pelo teste de Duncan, onde se percebeu que os valores mais altos de união foram apresentados pelos grupos AA e CJ. Nos grupos C, ER, CO, ND, AA+ND e AA+CO as resistências encontradas foram semelhantes. O valor mais baixo, foi obtido pelo grupo AA+ER. Sendo assim foi possível concluir que (1) a abrasão com ar e a silicatização foram os tratamentos de superfície mais efetivos, (2) CO<sub>2</sub> e Er:YAG ou Nd:YAG após a abrasão com ar, podem ser utilizados como uma alternativa de tratamento de superfície para aumentar a resistência de união entre o cimento resinoso e a cerâmica a base de zircônia.

Em 2010, Attia realizou um estudo para avaliar a influencia de diferentes tratamentos de superfície, 3 agentes de cimentação e termociclagem na resistência de união (TBS) à cerâmica de zircônia. Para isso, foram confeccionados 18 blocos de zircônia (ICE Zirkonia) e duplicados em resina (Alphadent). Os blocos de cerâmica foram divididos em 3 grupos (n =6) de acordo com o tratamento de superfície: jateamento com partículas abrasivas (AA), silicatização (CoJet)(SC) e silicatização seguido de silanização (ESPE Sil) (SCSI). Cada grupo foi dividido em 3 subgrupos (n=2) de acordo com os 3 agentes de cimentação utilizados. Os cimentos utilizados na pesquisa foram um cimento de ionômero de vidro modificado por resina (RMGIC, Ketac Cem Plus), cimento resinoso autoadesivo (UN, RelyX Unicem) e cimento resinoso adesivo (ML, MultiLink Automix) para cimentar o bloco de cerâmica

à resina. Cada conjunto resina-cimento-cerâmica foi cortado em forma de palito. Sete amostras de cada subgrupo foram armazenadas em água a 37°C por 30 dias e então submetidos a 7500 termociclagens (TC). Os valores TBS foram obtidos, e a análise estatística realizada com o ANOVA 3-way seguido por uma série de ANOVA 1-way. Os valores comparativos foram analisados com teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ). Os resultados variaram entre 16,8 a 31,8 MPa após 1 semana e de 7,3 a 16,4 MPa após 30 dias armazenados em água e termociclados. O envelhecimento artificial diminuiu significativamente a TBS ( $p < 0,05$ ). Considerando o tratamento de superfície, SCSi aumentou significativamente a TBS ( $p < 0,05$ ) comparado com SC e AA. Os cimentos resinosos (UM e ML) representaram ser significativamente superior em relação ao RMGIC. Sendo assim, foi possível concluir que a silicatização seguida da silanização junto com cimentos adesivos, aumenta significativamente a TBS, enquanto a termociclagem diminui a TBS.

Bern et al. (2010) realizaram um estudo para verificar a resistência de união ao cisalhamento (SBS) e a resistência à tração (TBS) entre uma cerâmica de zircônia (Cercon, Degudent, Hanau, G) a diferentes cimentos resinosos. Para a isso, as amostras de zircônia foram jateadas com partículas de óxido de alumínio de 110  $\mu\text{m}$  e em seguida aderidas a cilindros de cobalto-cromo com diferentes agentes de cimentação. Os tratamentos prévios à cimentação consistiam em: um agente silano foi aplicado, um tratamento com o sistema Rocatec, cimentos ou primers contendo fosfona, monofosfato ou difosfato e uma combinação de silanização e primer. Os testes SBS e TBS foram realizados após 24 horas e 90 dias de armazenamento em água e também após 12000 ciclos térmicos. Os resultados mostraram resistências de união maiores que 10 MPa foram considerados clinicamente suficientes. Os resultados de SBS para cada tipo de adesão superou esse valor, exceto o grupo controle e o MaxCem após 90 dias. Já os valores TBS foram diferentes. O tratamento com sílica só foi eficiente após 90 dias em armazenamento em água quando combinado com primers de ésteres fosfatados ou com fosfona. Os agentes de união com base em difosfato ou fosfona mostraram valores de TBS menores que 10 MPa sobre diferentes condições de envelhecimento. O modo predominante de fratura foi adesiva na superfície da cerâmica. Sendo assim, foi possível concluir que nenhum dos agentes de cimentação estudados foi eficiente na união à zircônia pois

não alcançaram valores de resistência à tração aceitáveis. Os valores de SBS foram inadequados para uma análise eficiente.

Blatz et al. (2010) compararam a resistência ao cisalhamento de seis agentes de cimentação auto adesivos à cerâmica a base de zircônia com e sem abrasão com partículas. Cento e vinte amostras de zirconias foram divididas em dois grupos: SB – Jateadas e NO – Sem jateamento. Foram confeccionados cilindros de resina composta que foram cimentados às cerâmicas com diferentes agentes de cimentação BisCem (BC), Maxcem (MC), G-Cem (GC), RelyX Unicem Clicker (RUC), RelyX Unicem Applicator (RUA), or Clearfil SA Cement (CSA). O ensaio de cisalhamento foi realizado após termocicladas e os valores obtidos analisados estatisticamente. No grupo sem abrasão os cimentos RUA (8,0 MPa), GC (7,9 MPa), e CSA (7,6 MPa) apresentaram valores de resistência de união superiores aos outros cimentos. Já o jateamento, aumentou a adesão para todos os agentes de cimentação testados ( $p < 0,001$ ). GC (22,4 MPa) e CSA (18,4 MPa) revelando valores maiores para o grupo SB. A resistência de união dos cimentos autoadesivos aumentou quando o jateamento foi previamente realizado. Cimentos contendo monômero MDP foram superiores aos de outras composições.

Chai et al. (2010) realizaram uma pesquisa visando avaliar o efeito de tratamento de superfície utilizando deposição de sílica / agente silano na resistência de cisalhamento de (1) cerâmica infiltrada por vidro, zircônia reforçada com alumina (In-Ceram Zirconia) e (2) uma cerâmica de zirconia estabilizada por ítrio (YZ Zirconia) à dentina humana. Para isso, utilizaram 12 amostras que foram divididas aleatoriamente para um dos três tratamentos de superfície: (1) sem tratamento (grupo controle), (2) uma camada de sílica triboquímica / sistema de silando (CoJet), (3) uma camada de sílica triboquímica laboratorial / sistema de silano (Rocatec). Em seguida, cada amostra foi cimentada com um agente de cimentação resinoso (Panavia F 2.0, Kuraray) na dentina humana e uma força de 10 N foi aplicada e mantida por 3 minutos e então cimentadas por 20 segundos em dois lados opostos. Em seguida as amostras foram submetidas ao teste de cisalhamento. O padrão de falha de cada amostra foi determinado sob ampliação em microscopia eletrônica de varredura. A resistência de união ao cisalhamento controle (média  $\pm$  DP) do In-Ceram Zirconia do grupo controle, CoJet e Rocatec foram de  $5,7 \pm 4,3$  MPa,  $11,4 \pm$

5,4 MPa e  $6,5 \pm 4,8$  MPa, respectivamente. Os valores correspondentes para YZ zircônia foi de  $8,2 \pm 5,4$  MPa,  $9,8 \pm 5,4$ MPa, e  $7,8 \pm 4,7$ MPa. Two-way ANOVA revelou diferenças significativas na força de ligação, devido à diferença de tratamento de superfície ( $p = 0,02$ ), mas a os pontos de união entre as duas cerâmicas não foram significativamente diferentes ( $p = 0,56$ ). Teste post hoc mostraram que a In-Ceram zircônia tratada com CoJet foi significativamente maior do que aqueles não tratados ( $p < 0,05$ ) ou tratadas com Rocatec ( $p < 0,05$ ). O tratamento de superfície não influenciou a resistência da Zirconia YZ significativamente ( $p > 0,05$ ).

Burgees, Ghuman e Cakir (2010) realizaram uma revisão sistemática a respeito dos agentes de cimentação resinosos. Eles reuniram trabalhos realizados com os diferentes tipos de agentes de cimentação resinosos disponíveis para o uso clínico. Trouxeram sobre os cimentos auto-adesivos e sua composição, e sobre sua possível relação com a cerâmica a base de zircônia. Fato ainda não comprovado. Os autores ainda trazem sobre a reação o cimento resinoso com a hidroxiapatita do dente devido ao fato de seu pH ser inferior a 2, assim como nos sistemas adesivos auto condicionantes. Eles concluem o trabalho dizendo que as informações sobre os cimentos resinosos relacionados com as cerâmicas a base de zircônia ainda são indefinidos e não pode-se ainda afirmar qual o melhor agente cimentante e o melhor tratamento de superfície para essas cerâmicas se aderirem a eles.

Em um trabalho realizado por Chen et al. (2010) realizaram uma pesquisa para avaliar a resistência ao cisalhamento de dois diferentes agentes de cimentação resinosos auto adesivos, o RelyX Unicem e o Biscem, aplicados a superfície de dentina tratada por diferentes métodos. Para isso, 60 amostras de dentinas humanas foram obtidas para compor os 6 grupos dividido de acordo com o tratamento de superfície: Grupos A e B – Sem condicionamento de superfície; Grupos C e D – condicionados com ácido fosfórico; Grupos E e F – condicionamento com ácido fosfórico e adesivo de um passo. Dois cimentos resinosos foram em seguida aplicados às superfícies dos grupos, os grupos A, C e E receberam o cimento RelyX Unicem, e os grupos B, D e F o cimento Biscem. Após a união, as amostras foram imersas em água por 24 horas e então o teste de cisalhamento foi realizado, seguido da análise de microscopia eletrônica de varredura. Os resultados

obtidos para os 6 grupos seguem: Grupo A  $5,30 \pm 1,59$  MPa, Grupo B  $5,26 \pm 1,62$  MPa, Grupo C  $8,94 \pm 3,69$  MPa, Grupo D  $7,39 \pm 1,48$  MPa, Grupo E  $10,01 \pm 2,06$  MPa, e Grupo F  $9,17 \pm 0,86$  MPa. A resistência de união dos grupos A e B foram significativamente mais baixos que aqueles encontrados para os grupos C e E e para os grupos D e F, respectivamente. De acordo com a análise MEV, a camada híbrida foi formada em todos os grupos; observou-se também que as superfícies não tratadas são lisas, sem a formação de tags resinosos, e para os dentes condicionados, os tags resinosos se estenderam para a dentina desmineralizada. Com isso pode-se concluir que o condicionamento com ácido fosfórico promove uma melhoria na resistência de união para os dois sistemas de cimentação testados.

Souza et al. (2010) realizaram um estudo para avaliar o efeito de primers, sistemas de adesão e envelhecimento na Resistência de união de substratos de óxido de zircônia. Para isso utilizaram 18 discos de zircônia ( $19,5 \times 4$  mm) que foram polidos e tratados ( $n=3$ ) com primer MDP (Md) ou com um primer com VBATDT e MDP (MV). No grupo controle ( $n=3$ ) nenhum tratamento químico de superfície foi realizado. As amostras de zircônia foram cimentadas a discos de resina compostas utilizando dois cimentos: RelyX Unicem (RU) ou Panavia 21 (Pa). Após 24 horas, as amostras foram seccionadas para os ensaios de microtração e retornaram para água por 2 diferentes períodos antes de serem testados: 72 horas ou 60 dias + termociclagem. A resistência de união foi testada com 1 mm/min. Os valores foram analisados onde pode-se perceber que a aplicação do primer MV resultou em maiores valores de resistência (22,77 MPa), estatisticamente superior ao primer Md (12,78 MPa) e os grupos controle apresentaram os menores valores (9,17 MPa). Quando os agentes de cimentação foram comparados, o RU promoveu o maior valor de união (16,07 MPa) em comparação com o Pa (13,75 MPa). A resistência diminuiu após o envelhecimento (9,35 MPa) quando comparados com os valores iniciais (20,46 MPa). Os resultados apresentados sugeriram que o tratamento de superfície baseado em MDP e VBATDT combinados pode melhorar a resistência de união entre a zirconia e o agente de cimentação sem qualquer tratamento mecânico, dependendo do sistema utilizado. Esse tratamento químico pode ser uma boa alternativa para se conseguir uma boa união.

Em uma revisão de literatura realizada em 2011 por Donovan, foram colocados os sistemas cerâmicos e seus potenciais estéticos relativos às propriedades físicas e a base em relação à longevidade. O uso de sistemas de cerâmica pura não garantem uma excelente estética. Ele concluiu que alguns sistemas podem fornecer resultados superiores em relação às coroas estéticas metalo-cerâmicas, coroas de zircônia são os mais resistentes sistemas de cerâmica pura e podem resultar em uma melhor estética em relação às metalo-cerâmicas; porém, nenhum sistema de cerâmica pura apresentou uma longevidade semelhante às outras. As considerações clínicas trazidas pelo autor são (1) o profissional deve escolher o material com base na necessidade dos pacientes, (2) as coroas de cerâmica pura ainda não são capazes de sustentar bons resultados em dentes posteriores apresentando alta probabilidade de falhas.

Uma revisão realizada por Thompson et al. (2011) traz que as cerâmicas não silicatadas, como é o caso da zircônia, tornaram-se um tópico de grande interesse no campo da prótese e implantes odontológicos. Um grande problema encontrado na utilização clínica da zircônia está relacionada aos seus componentes e a dificuldade de se conseguir uma aderência adequada aos substratos sintéticos aos quais serão aderidos ou aos tecidos naturais. As técnicas tradicionais de adesão utilizados normalmente em cerâmicas que contêm sílica na sua composição não parecem ser efetivos com a zircônia. Atualmente, várias tecnologias estão sendo utilizadas clinicamente na tentativa de resolver este problema. O maior enfoque está na modificação da superfície interna da cerâmica a base de zircônia. A capacidade de funcionalizar quimicamente a superfície da zircônia é um passo fundamental para a obtenção de uma ligação adesiva efetiva. Este estudo visou avaliar as abordagens disponíveis para modificar a superfície da zircônia. A adesão da cerâmica ao dente requerem uma resistente ligação de resina, e o sucesso dessa ligação depende de uma ligação mecânica através de rugosidades da superfície e, se for possível, a ligação química entre cerâmica e cimento. O ácido fosfórico ou o ácido fluorídrico são comumente recomendados para criar uma superfície rugosa e limpa, o que melhora a área de superfície para a interação mecânica; esse condicionamento não é muito eficaz em cerâmicas a base de zircônia o que torna difícil criar rugosidades para retenção mecânica. A ausência de sílica, também impede uma ligação química, a

silanização. Para possibilitar a interação mecânica, vários métodos são utilizados para deixar a superfície rugosa como por exemplo o jateamento com óxido de alumínio e outras partículas abrasivas que variam entre 50-150µm e também a abrasão com uma ponta diamantada. No entanto, este autor encontrou em sua pesquisa, resultados negativos desses tratamentos onde não há aumento significativo da resistência. Um outro tratamento alternativo é a incorporação de zirconato que age como um agente de silano. Esta ligação melhora a adesão para cimentos resinosos, porém exibiram uma diminuição na força de ligação após a termociclagem. O autor colocou vários trabalhos onde a tentativa de incorporação de sílica à superfície da zircônia torna-se uma alternativa, porém não traz resultados significantes.

Um estudo *in vitro* de ATHINA e KERN (2011), investigou a resistência união de um cimento resinoso à zircônia, após a aplicação de um novo primer. Para isso, eles utilizaram 96 discos de zircônia (e.max ZirCAD) que foram condicionados com jato abrasivo de AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub> com partículas de 110 µ (AB) ou revestidos com sílica (SC), em seguida os discos foram limpos e secos com jato de ar (A) ou através de uma limpeza com ultrassom (U). Um silando convencional (EspeSil)(S) ou o novo primer (P) (Monobond Plus) foram aplicados sobre a superfície condicionada. Seis grupos (n=16) foram testados: SC-A-S; SC-U-S; SC-A-P; SC-U-P; AB-A-P, e AB-U-P. Os discos previamente tratados foram cimentados em tubos de plástico contendo resina composta utilizando cimento resinoso Automix Multlink. Cada grupo foi dividido em dois subgrupos (n=8) dos quais um grupo foi armazenado em água a 37°C durante 3 dias, sem ciclagem térmica e o outro grupo armazenado em água a 37°C durante 150 dias e submetidos a 37.500 ciclos térmicos. Após os períodos determinados para cada grupo, teste de resistência a tração foi realizado em uma máquina universal de ensaio e os valores foram registrados. As análises estatísticas foram realizadas com 3 vias, 2 vias, e 1-way ANOVA e de Tukey HSD ( $\alpha = 0,05$ ). A longo prazo de armazenamento de água e ciclagem térmica produzida significativamente menores (P <0,05) meios (TBS) em MPa de 3 dias de armazenamento em água para os seguintes grupos SC-AS, (38,3 ± 9,7/11,3 ± 5,1); SC-EUA, (31,5 ± 8,5/4,8 ± 6,9), e AB-AP, (42,5 ± 7/21,7 ± 6). Entretanto, o armazenamento de água de longo prazo e ciclos térmicos não diminuiu TBS para grupos SCA-P, (44 ± 6,4/36 ± 2 7,3, P = 0,6); SC-UP, (45,2 ± 4,7/38,1 ± 6,2, P = 0,8), e AB-UP, (44,1 ± 8,9 / 33 ± 9, P =



0,2). Sendo assim, os autores concluíram que o novo primer aumentou significativamente a união do cimento resinoso à zircônia e que os métodos de limpeza tiveram pouco efeito nos resultados a longo prazo.

Walter et al. (2011) avaliaram a Resistencia de uniao ao cisalhamento em dentina e esmalte de um novo sistema adesivo de dois passos (OptiBond XTR). Para isso utilizou a superficie vestibular de 80 incisivos bovinos que foram planejados com lixas de carbetto de silício. O cone feito de resina composta foi aderido à superfície utilizando 4 diferentes sistemas adesivos: (1) o novo sistema adesivo de dois passos autocondicionante, (2) um sistema adesivo de 3 passos (OptiBond), (3) dois passos auto condicionante (Clearfil SE Bond) ou (4) sistema adesivo de um passo auto condicionante (Xeno IV). Após o armazenamento em agua por 24 horas, o ensaio de cisalhamento foi realizado e os valores médios obtidos pela análise estatística segue: Esmalte – Xeno IV 18,1MPa / OptiBond 41,0 MPa Dentina - Optibond 33,3 MPa / Clearfil SE Bond 47,1 MPa. Os resultados do Optibond XTR foram semelhantes ao Clearfil SE Bond para a dentina e como o Optibond FL para o esmalte. A microscopia eletrônica de varredura revelou que o novo sistema adesivo resultou uma camada de esmalte menos definida que no OptiBond FL porém mais definida que no Clearfil SE Bond ou Xeno IV. Assim, foi possível concluir que o novo sistema adesivo conseguiu excelente união tanto para esmalte quanto para dentina in vitro.

Panadero et al. (2012) motivados pela elevada taxa de fraturas em restaurações de cerâmicas revestidas que variam de 6 a 15% num período de 3 a 5 anos, e esses valores são altos quando comparados com os 4% das cerâmicas metalo-ceramicas em restaurações de 10 anos, e pela baixa quantidade de pesquisas in vitro realizadas a respeito da resistência de fratura dessa nova geração de cerâmicas; decidiram desenvolver uma pesquisa preliminar sobre o comportamento mecânico de três tipos de coroas cerâmicas com copings de zircônia quando aplicadas forças de compressão estática e analisar os padrões de fratura na microscopia eletrônica de varredura (MEV). Para a realização dessa pesquisa, feitas 80 coroas divididas em 4 grupos, o grupo = 20 coroas de cerâmica Ivoclar IPS e.max ZirCAD (coping IPS e.max ZirCAD, Ivoclar Vivadent; cerâmica de cobertura: IPS

e.max Ceram, Ivoclar Vivadent), grupo 2 = 20 coroas Ivoclar IPS e.max ZirPress (coping: IPS e.max ZirCAD; cerâmica de cobertura: IPS e.max ZirPress, Ivoclar Vivadent), group 3 = 20 coroas de cerâmica Lava (coping Lava Zirconia, 3M ESPE; cerâmica de cobertura: Lava Ceram, 3M ESPE), e grupo 4 (controle) = 20 coroas metalo-cerâmicas com cerâmica de estratificação (coping: Rexillum V com liga de níquel cromo Pentron Laboratory Technologies; cerâmica de cobertura: IPS d.SIGN, Ivoclar Vivadent). Os grupos foram cimentados com um cimento resinoso dual. As amostras foram submetidas ao teste de compressão e os resultados seguem: ZirPress: 1818,01 N, ZirCAD: 1773,92 N, lava: 2210,95 N, e metal-cerâmico (controle): 2310,49 N. A MEV mostrou que 71,66% das falhas foram baseadas em falhas coesivas, e 100% das coroas metalo-cerâmicas tiveram falhas adesivas. Sendo assim, foi possível concluir que o comportamento mecânico da cerâmica de cobertura em um coping de zircônia é mais frágil do que em coroas metalo-cerâmicas, e quando uma força é exercida sobre essas restaurações, pode acontecer uma falha mecânica no interior do revestimento da porcelana.

Em uma pesquisa realizada em 2012, Subaşı e Irnan propuseram investigar a morfologia de superfície e a rugosidade da zircônia após diferentes tratamentos. Oitenta amostras de zircônia sinterizada foram divididas em quatro grupos (n=20) de acordo com o tratamento de superfície recebido: (1) sem tratamento, (2) érbio: ítrio-alumínio-granada (Er: YAG), (2) irradiação com laser (400 mJ, 10 Hz, 4 W, 100 MPS, distância: 1 mm), (3) revestimento de sílica triboquímica com partículas de 30 µm de óxido de alumínio (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), (4) silanização e jato abrasivo com partículas de 110 µm de óxido de alumínio. Após os tratamentos de superfície (Ra em µm) as amostras foram avaliadas usando um instrumento de mensurar a textura da superfície (AFM) e analisadas utilizando o microscópio eletrônico de varredura. Aos valores da rugosidade de superfície foram estatisticamente analisados pelo teste Kruskal-Wallis e Mann-Whitney U (p=0,05). Todos os tratamentos de superfície produziram uma maior rugosidade de superfície do que o grupo controle (p<0,005). Enquanto não houveram diferenças significativas entre a superfície que foi tratada com laser e com sílica (P>0,05). As análises da MEV e AFM revelaram mudanças topográficas após o tratamento de superfície, especialmente quando o grupo com laser. Baseado nos resultados estatísticos e na análise microscópica, todos os tratamentos de superfície

podem ser usados para promover rugosidades na superfície da zircônia previamente à cimentação, entretanto, a jato abrasão é o tratamento mais efetivo.

Valentino et al. (2012) avaliaram a influência de um novo tratamento de superfície que usou um glaze de cerâmica de baixa fusão para promover a união entre uma cerâmica a base de zircônia e um agente de cimentação resinoso de dupla polimerização. Para a execução do projeto, 24 discos de zircônia foram confeccionados e tratados de 4 diferentes maneiras: (1) Jato com partículas de alumínio de 110µm; (2) jateamento com óxido de alumínio e silano; (3) jateamento com partículas de alumínio de 50 µm; (4) jateamento com partículas de alumínio de 50 µm e silano; (5) glaze e ácido hidrófluídrico; (6) glaze, ácido hidrófluídrico e silano; (7) glaze e jateamento com partículas de 50 µm de óxido de alumínio; (8) glaze, jateamento com partículas de 50 µm de óxido de alumínio e silano. Após o tratamento de superfície, o cimento resinoso Enforce foi colocado na superfície da cerâmica criando 30 cilindros em cada grupo de tratamento e foi realizado o ensaio de microcisalhamento. As estatísticas mostraram que a resistência de união foi afetada pelo tratamento de superfície exceto para a silanização. Os grupos que utilizaram o glaze com jateamento ou condicionamento com ácido hidrófluídrico mostraram valores superiores ao grupo que utilizou o jateamento com partículas convencionais de 50 ou 110 µm ( $P < 0,001$ ). O tratamento que utilizou o glaze e o ácido mostrou valores de resistência de união significativamente superiores aos outros grupos ( $p < 0,001$ ). Com essa pesquisa, pode-se concluir que o tratamento de superfície da cerâmica de zircônia utilizando o glaze aumentou significativamente a resistência de união do agente de cimentação à superfície da cerâmica.

Valverde et al. (2013), realizaram uma pesquisa para (1) caracterizar quimicamente a superfície de uma cerâmica Y-TZP (Lava Frame, 3M ESPE, St. Paul, MN) através de espectroscopia de difração de raios X (XPS) e avaliar os níveis de energia superficial (SE), após tratamentos plasma sem geração de calor (NTP); (2) testar a resistência à microtração (MTBS) da cerâmica única a discos de resina (Z-100 Universal composite resin, 3M/ESPE) após a realização de diferentes tratamentos de superfície. Para a realização dessa pesquisa, 24 discos de cerâmica (15,5 mm x 4 mm) foram obtidos e os discos de resina com dimensões semelhantes foram preparados. Os discos foram divididos em 8 grupos ( $n=3$ ): quatro controle

(não tratado com NTP) e quatro experimentais (tratamento com NTP durante 10 segundos). Todos os grupos receberam um dos quatro seguintes tratamentos prévios à cimentação: cimento Unicem: jateado (SB), um primer cerâmico Clearfil (MDP), jateamento + MDP (SBMDP), ou nenhum tratamento (B). As leituras de SE e os parâmetros da rugosidade de superfície foram estatisticamente analisados por anova e Tukey ( $p < 0,05$ ). Modelos misturados e amostras pareadas foram usados para comparar o grupo em MTBS. Os resultados mostraram um aumento de XPS em O e uma diminuição em C após NTP. O componente polar aumentou nos grupos BP (42,20 mN/m) e SBP (43,77 mN/m). Os valores MTBS para os grupos BP (21,3 MPa), SBP (31 MPa), MDPP (30,1 MPa) e SBMDPP (32,3 MPa) foram significativamente superiores aos das amostras tratadas com NTP do que suas partes B (9,1 MPa), SB (14,4 MPa), MDP (17,8 MPa) e SBMDP (24,1 MPa). As conclusões da pesquisa foram: (1) os níveis da energia de superfície detectados pelo componente polar aos NTP foram aumentados por O e diminuídos por C; (2) a aplicação de NTP aumentou os valores MTBS para as superfícies Y-TZP.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

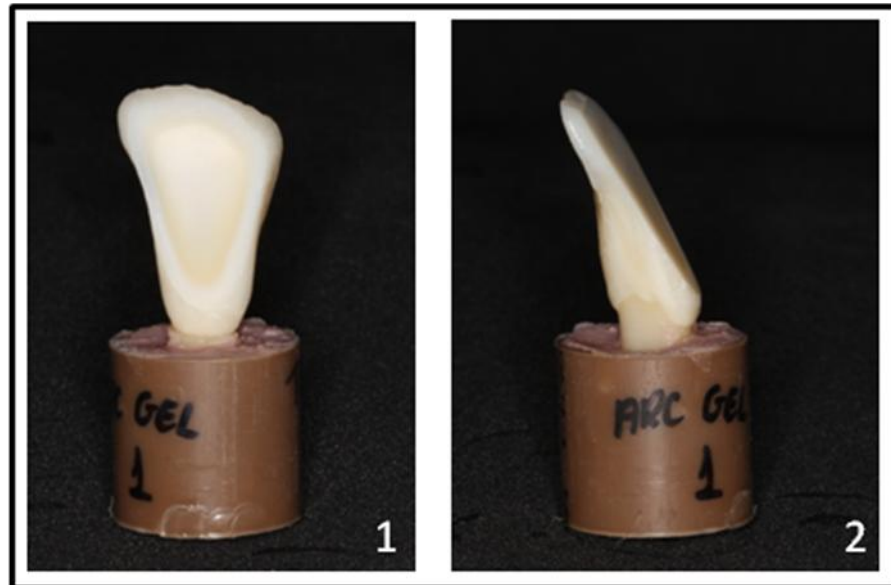
### Quadro 1- Materiais utilizados para a pesquisa

<b>Material</b>	<b>Fabricante</b>
Ácido hidrofúorídrico 10%	Dentsply, Petrópolis, RJ, Brasil
Ácido fosfórico 37%	FGM, Joinville, SC, Brasil
Adesivo Single Bond	3M ESPE, Sumaré, SP, Brasil
Cerâmica a base de zircônia LAVA	3M ESPE, Deutschland, Alemanha
Cimento Rely X ARC	3M ESPE, Deutschland, Alemanha
Cimento Rely XU200	3M ESPE, Deutschland, Alemanha
Gel carbopol a base de água	Farmácia de Manipulação João Pinheiro, Uberaba, MG, Brasil
Lixas de carvão de silício #240, #360, #400 e #600	3M ESPE, Sumaré, SP, Brasil
Microbrush	KG Sorensen, Cotia, SP, Brasil
Pérolas de vidro 100 µm	Vimaster, Diadema, SP, Brasil
Resina acrílica	VIPI Flash, Pirassununga, SP, Brasil

### 4.1 Preparo dos corpos de prova

#### 4.1.1 Preparo dos dentes

Quarenta dentes incisivos bovinos selecionados extraídos dentro dos últimos seis meses, tiveram sua superfície vestibular planificadas em uma polítrix de bancada (Arotec APL 4, São Paulo, SP, Brasil).com lixas de carvão de silício em ordem decrescente de granulação 240, 360, 400 e 600, até que fosse observada no microscópio óptico exposição de dentina. Os dentes foram incluídos em tubos de PVC com 20 mm de diâmetro interno e 35 mm de altura com resina acrílica ativada quimicamente (figura 1 e 2).

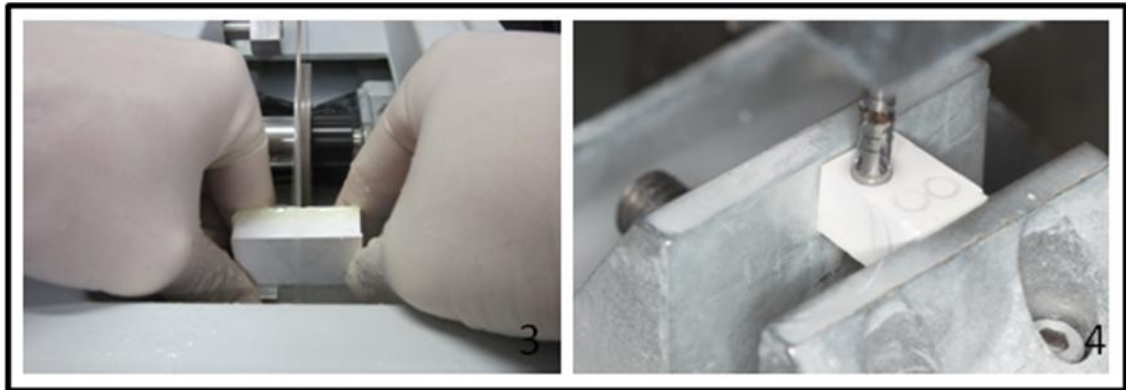


**Figura 1** – Dente bovino incluído no tubo de P.V.C. / **Figura 2** – Superfície vestibular planificada após serem lixadas com diferentes granulações.

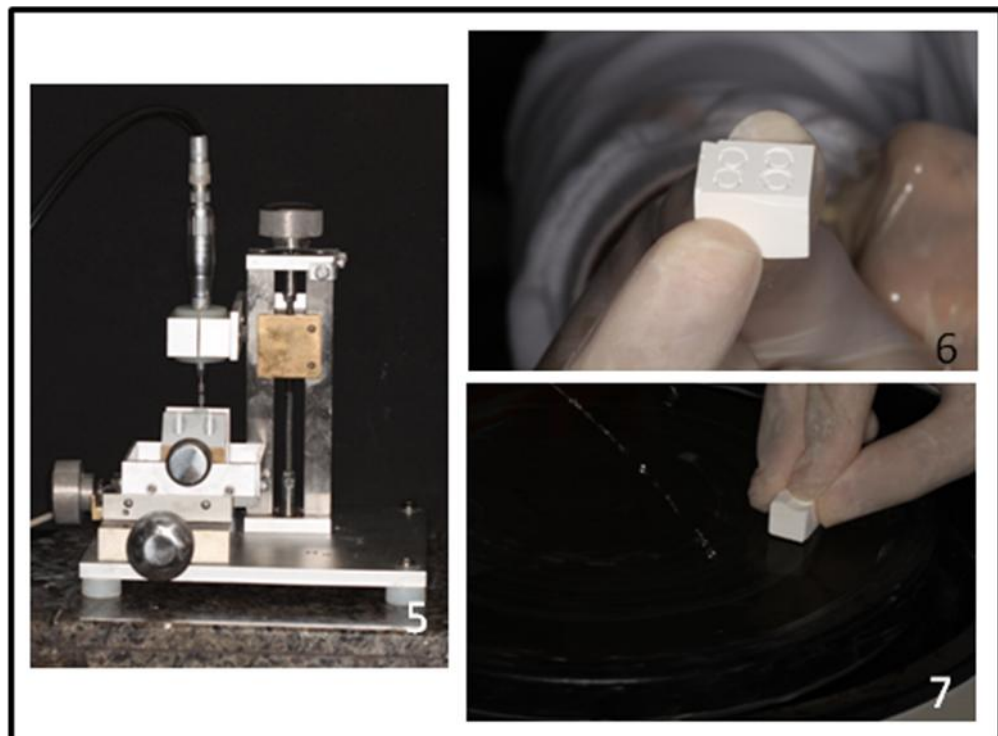
#### 4.1.2 Preparo dos discos de cerâmica

Quarenta discos de cerâmica a base de zircônia (LAVA, 3M ESPE) foram confeccionados. Blocos da cerâmica foram primeiramente cortados em blocos de 2 cm X 4 cm com um disco diamantado (Buehler, Lake BL UFF, IL) (figura 3). Os discos foram então confeccionados com uma broca trefina de uso na implantodontia de 3 mm de diâmetro interno (Neodent, Neodent, Curitiba, PR, Brasil) montada em uma peça reta de baixa rotação, que foi acoplado a uma máquina de preparo (figura 4). Com refrigeração constante e movimentos intermitentes esta broca foi introduzida nos blocos cerâmicos por pelo menos 4 mm de profundidade (figura 5 e 6). Devido à presença de irregularidades nas bordas dos discos, os blocos cerâmicos foram lixados com lixas 600, 900 e 1200 em uma politriz de bancada (Arotec APL 4) de modo a planificar a superfície utilizada para receber o tratamento de superfície (figura 7 e 8). Após a confecção dos cilindros, os blocos cerâmicos foram montados em cortadeira de baixa velocidade (Isomet 1000, Buehler, Lake BL UFF, IL) e de modo que os discos foram separados (Buehler, Lake BL UFF, IL) (figura 9 e 10). As

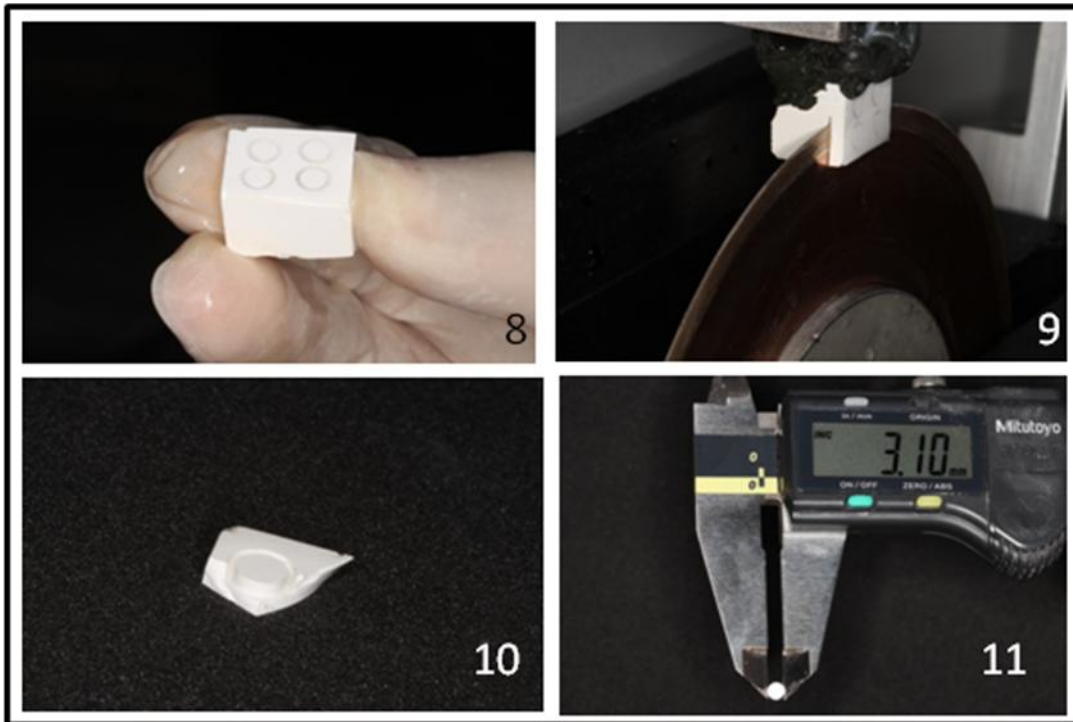
rebarbas existentes após o corte foram removidas utilizando um instrumental e os discos de 3,10 mm de diâmetro e 3 mm de espessura foram obtidos (figura 11).



**Figura 3** – Corte dos blocos de cerâmica realizado na Cortadeira de baixa velocidade (Isomet 100, Buehler, Lake BL UFF, IL) / **Figura 4** – Corte dos discos de cerâmica sendo realizado com a broca trefina montada em peça reta de um motor de baixa rotação.



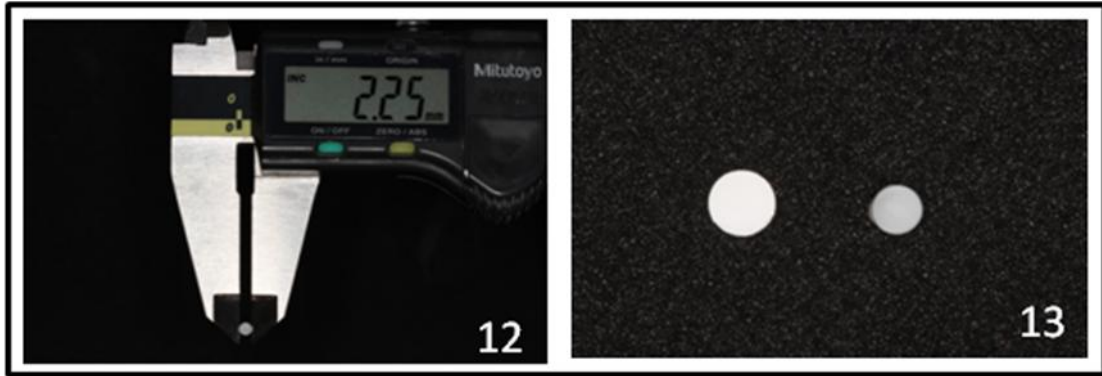
**Figura 5** – Peça reta de baixa rotação acoplado à máquina de preparo./ **Figura 6** – Discos feitos no bloco de cerâmica com a broca trefina./ **Figura 7** – Planificação da superfície do bloco de cerâmica em uma politriz de bancada (Arotec APL 4, São Paulo, SP, Brasil).



**Figura 8** – Superfície da cerâmica planificada após serem lixadas. / **Figura 9** – Bloco de cerâmica sendo cortado com um disco diamantado para obtenção dos discos. / **Figura 10** – Cerâmica apresentando rebarbas antes da finalização do disco. / **Figura 11** – Disco de cerâmica finalizado após a cimentação e o diâmetro final de 3,10 mm mostrado em um paquímetro digital.

Após confeccionados, os discos foram sinterizados em um forno do sistema LAVA ( Lava Furnace 200 ), Lava Classic (ciclo longo) de modo que os discos permaneceram na base do forno com a mola aquecida a 50 °C por 3,5 horas, o forno foi fechado e a temperatura foi elevada 1500 °C (2732 °F) processo que é completado em 2,5 horas e as amostras foram mantidas nesta temperatura por 2 horas. O forno iniciou o processo de resfriamento lentamente por um período de 3 – 5 horas esfriar (dependente das condições do ambiente, etc) quando alcançou a temperatura de 250 °C já foi possível iniciar a descida da base do forno. Esse ciclo completa levou aproximadamente 13 horas para seu término. Após sinterização a cerâmica sofre contração de aproximadamente 30%, portanto diâmetro dos discos após sinterizados foi de 2,25 mm de diâmetro e 2 mm de espessura (figura 12 e 13).





**Figura 12** – Diâmetro do disco de cerâmica após a sinterização de 2,25 mm. / **Figura 13** – Disco de cerâmica previamente à sinterização e posterior à sinterização mostrando a contração de 30%.

#### 4.2 Finalização dos discos de cerâmica

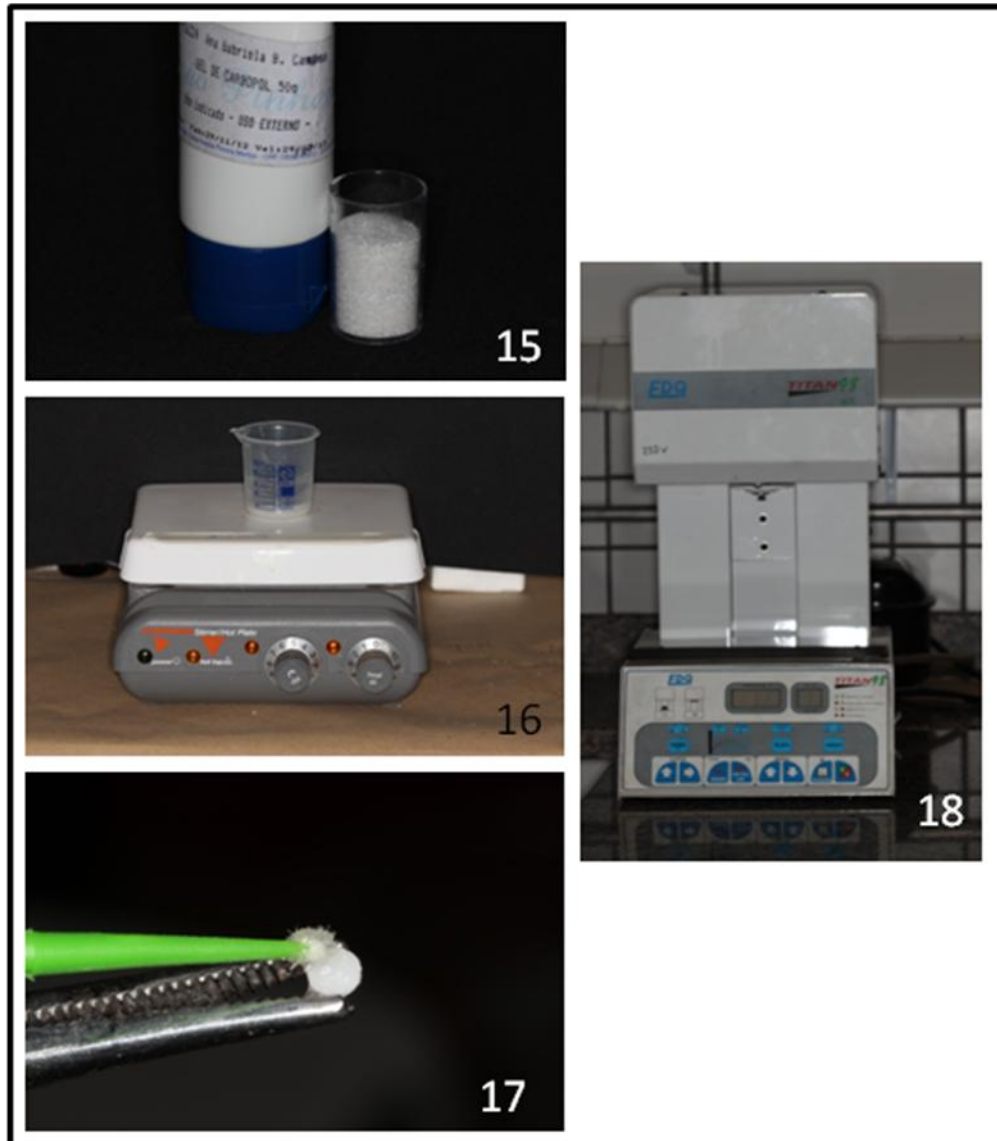
Os discos sinterizados foram jateados com partículas de óxido de alumínio de 50  $\mu\text{m}$  em um trijato (Basic Master, Renfert, Hilzingen, Germany) com pressão de 3 bar e com ângulo de incidência de aproximadamente  $45^\circ$  em relação a superfície do disco a uma distância de 1 cm, durante 10 segundos (figura 14). Após o jateamento, os discos foram limpos em cuba ultrassônica (Ultrasonic Cleaner 1440D, Ribeirão Preto, SP, Brasil) em água destilada por 10 minutos.



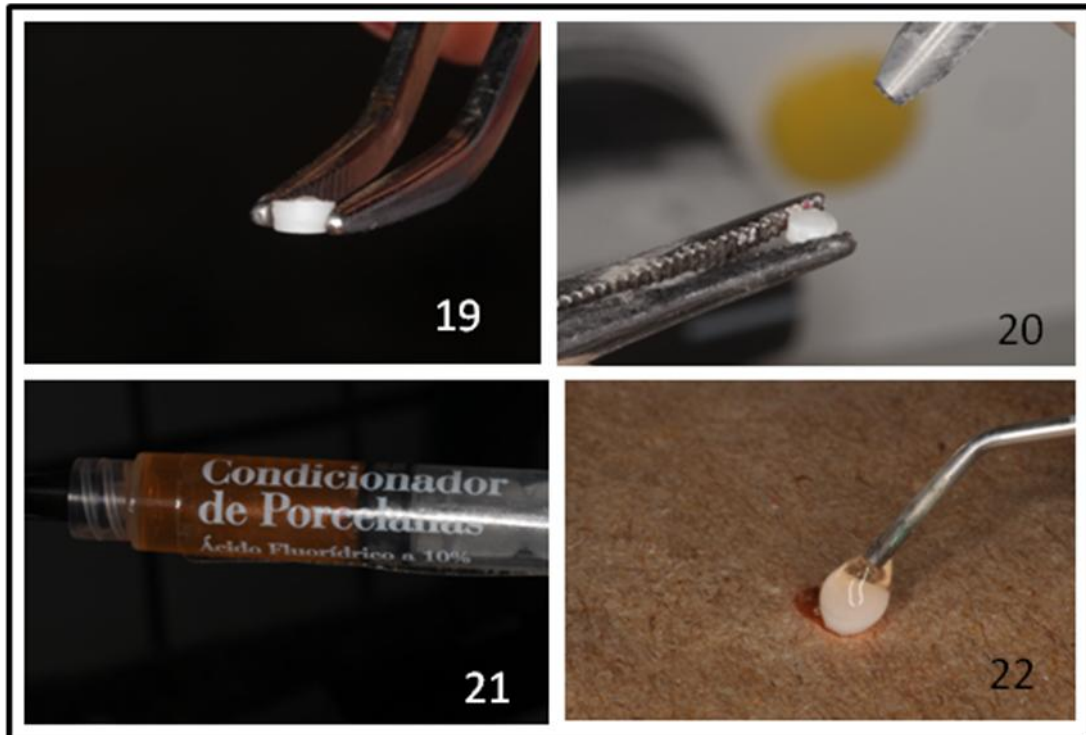
**Figura 14** – Jateamento dos discos de cerâmica após a sinterização em trijato (Basic Master, Renfert, Hilzingen, Germany) com ângulo de incidência de aproximadamente  $45^\circ$  em relação a superfície do disco à uma distância de 5 cm.

### 4.3 Tratamento de superfície dos discos de cerâmicas

Metade dos discos não recebeu tratamento adicional e foi considerada como grupo controle. Os discos remanescentes receberam aplicação de um gel carbopol a base de água contendo pérolas de vidro 100  $\mu\text{m}$  de granulação, este gel foi confeccionado com 50% de peso de gel carbopol e 50% de pérolas de vidro 100  $\mu\text{m}$  misturados por 10 minutos em um vibrador magnético. (Figura 14, 15 e 16). Em seguida, os discos foram submetidos a um processo de cocção para conseguir a interação entre as pérolas de vidro e a cerâmica de zircônia. O ciclo de cocção foi realizado em um forno para sinterização de cerâmica (EDG Titan 98, São Carlos, SP, Brasil). A temperatura inicial foi de 400° C durante 4 minutos, rampa de aquecimento de 55°C/min até 900° e mantido nessa temperatura por 6 minutos sob vácuo (figura 17 e 18). Após a sinterização das pérolas de vidro, a superfície da cerâmica recebeu jateamento com partículas de óxido de alumínio de 50  $\mu\text{m}$  e 1,5 bar de pressão com distância e ângulos controlados como citado anteriormente para o tratamento da superfície de zircônia (figura 19). Após nova limpeza em banho de ultrassom por 10 minutos, as superfícies tratadas ou apenas jateadas receberam aplicação de ácido hidrófluídrico a 10% (Dentsply, Petrópolis, RJ, Brasil) por 1 minuto, lavados com seringa tríplice por 20 segundos e secos com jato de ar livre de óleo (figura 20 e 21).

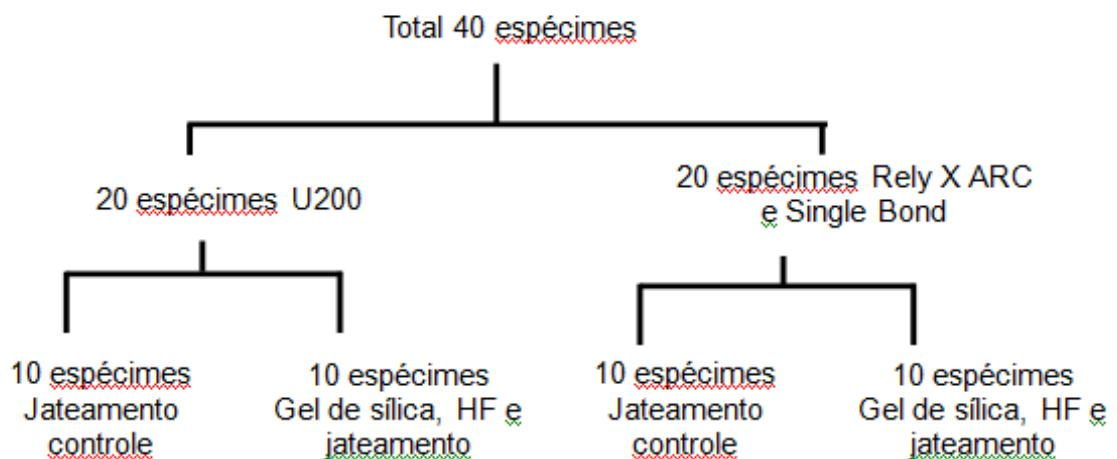


**Figura 15** – Gel e pérolas de vidro utilizados para confecção do gel experimental. / **Figura 16** – Gel e pérolas de vidro em vibrador magnético. / **Figura 17** – Aplicando gel com pérolas de vidro na superfície da cerâmica sinterizada. / **Figura 18** – Forno utilizado para cocção das pérolas de vidro.



**Figura 19** – Gel aplicado sobre a superfície da cerâmica após a queima. / **Figura 20** – Jateamento da cerâmica após a queima do gel para planificar a superfície mantendo as pérolas de vidro incorporadas. / **Figura 21** – Ácido fluorídrico 10% aplicado na superfície da cerâmica. / **Figura 22** – Aplicação do ácido fluorídrico aplicado na superfície da cerâmica.

#### 4.4 Obtenção dos grupos experimentais



**Diagrama 1** – Diagrama descrevendo a formação dos grupos experimentais.

Sendo assim, os grupos foram denominados:

Grupo 1 – Cerâmicas contendo aplicação do gel contendo pérolas de vidro e utilizando agente de cimentação RelyX U200 (GEL+U200)

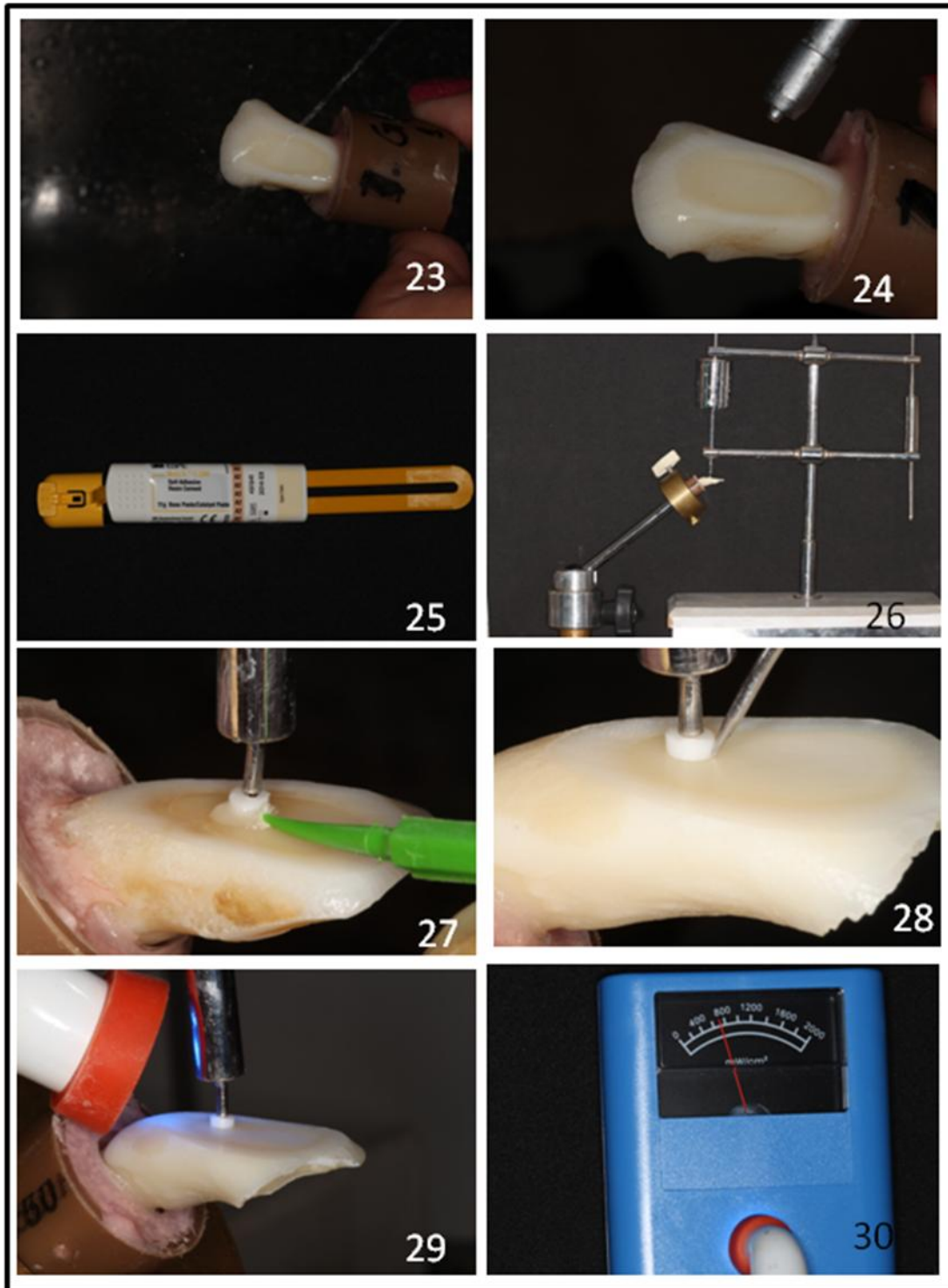
Grupo 2 – Cerâmicas apenas jateadas com oxido de alumínio utilizando agente de cimentação RelyX U200 (controle) (C-U200)

Grupo 3 - Cerâmicas contendo aplicação do gel contendo pérolas de vidro e utilizando agente de cimentação RelyX ARC (GEL+ARC)

Grupo 4 – Cerâmicas apenas jateadas com oxido de alumínio utilizando agente de cimentação RelyX U200 (controle) (C-U200)

#### **4.4.1 Grupos 1 e 2 – CIMENTO RESINOSO U200**

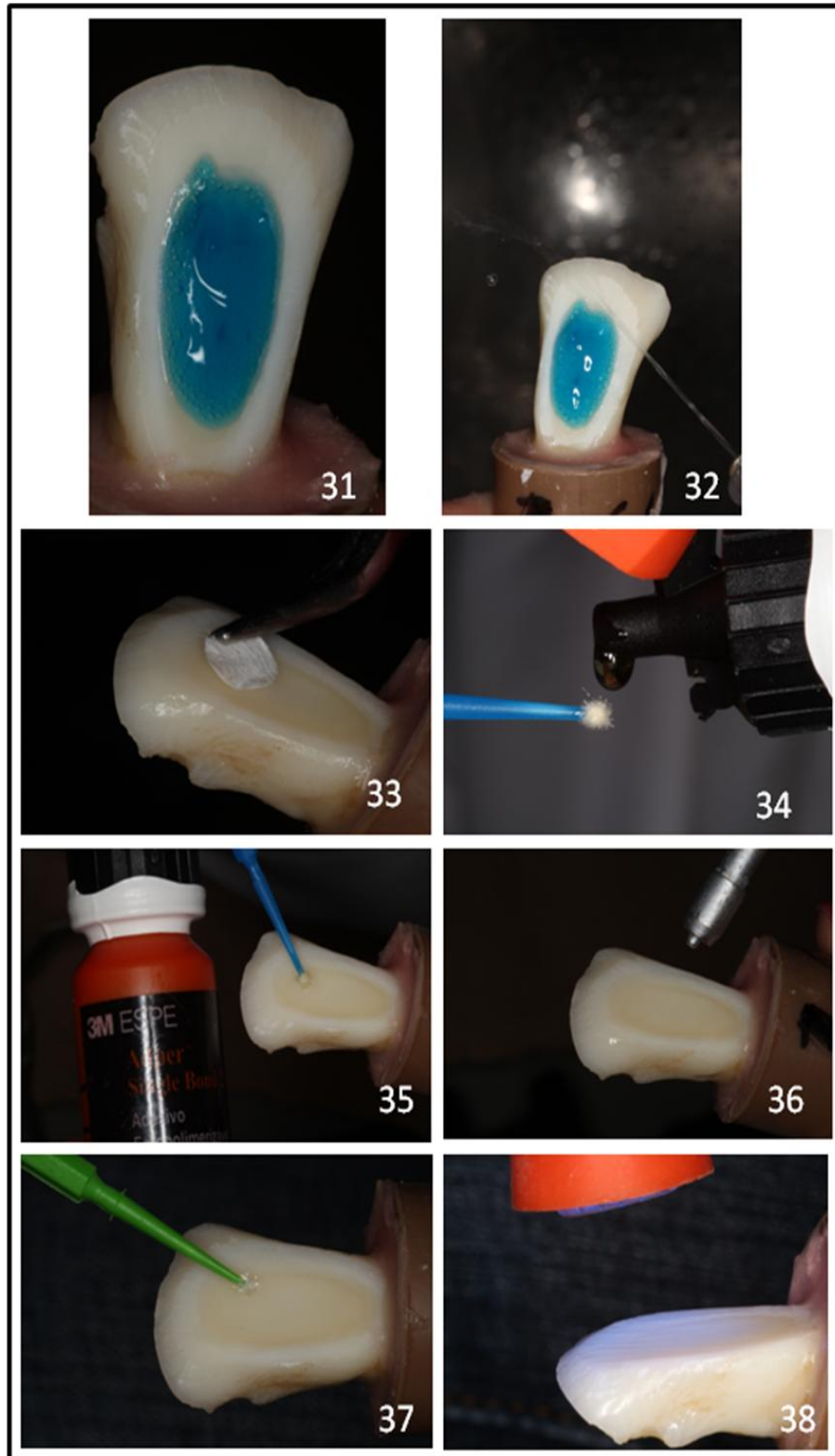
O preparo da superfície dos dentes dos grupos que utilizaram o cimento resinoso Rely X U200, seguiu conforme a recomendação do fabricante. As superfícies dentais foram limpas com água destilada e o excesso foi removido com jatos de ar livre de óleo a uma distancia de 20 cm mantendo a superfície levemente úmida. O cimento resinoso foi manipulado em um bloco de papel disponibilizado pelo fabricante por 10 segundos aplicado na superfície da cerâmica e então colocados sobre a superfície de dentina recebendo uma carga de 500 g fornecida pela agulha de Gilmore. Os excessos de cimento resinoso foram removidos com um microbrush e uma sonda exploradora, e então foi fotoativado por 60 segundos com aparelho de LED (Ratii Cal, SDI, Bayswater, Victoria, Australia) com irradiância de  $750 \text{ mW/cm}^2$  (figura 23 a 29).



**Figura 23** – Lavagem da superfície do dente com água da seringa tríplice. / **Figura 24** – Secagem da superfície do dente com jato de ar livre de óleo. / **Figura 25** – Cimento RelyX U200 utilizado para os grupos. / **Figura 26** – Dispositivo elaborado para que a força de 500 g fosse aplicada durante a cimentação através da agulha de Gilmore. / **Figura 27** – Remoção dos excessos utilizando um microbrush. / **Figura 28** – Otimização da remoção dos excessos com sonda exploradora. / **Figura 29** – Fotoativação do agente de cimentação. / **Figura 30** – Radiômetro mostrando a irradiância do fotopolimerizador utilizado.

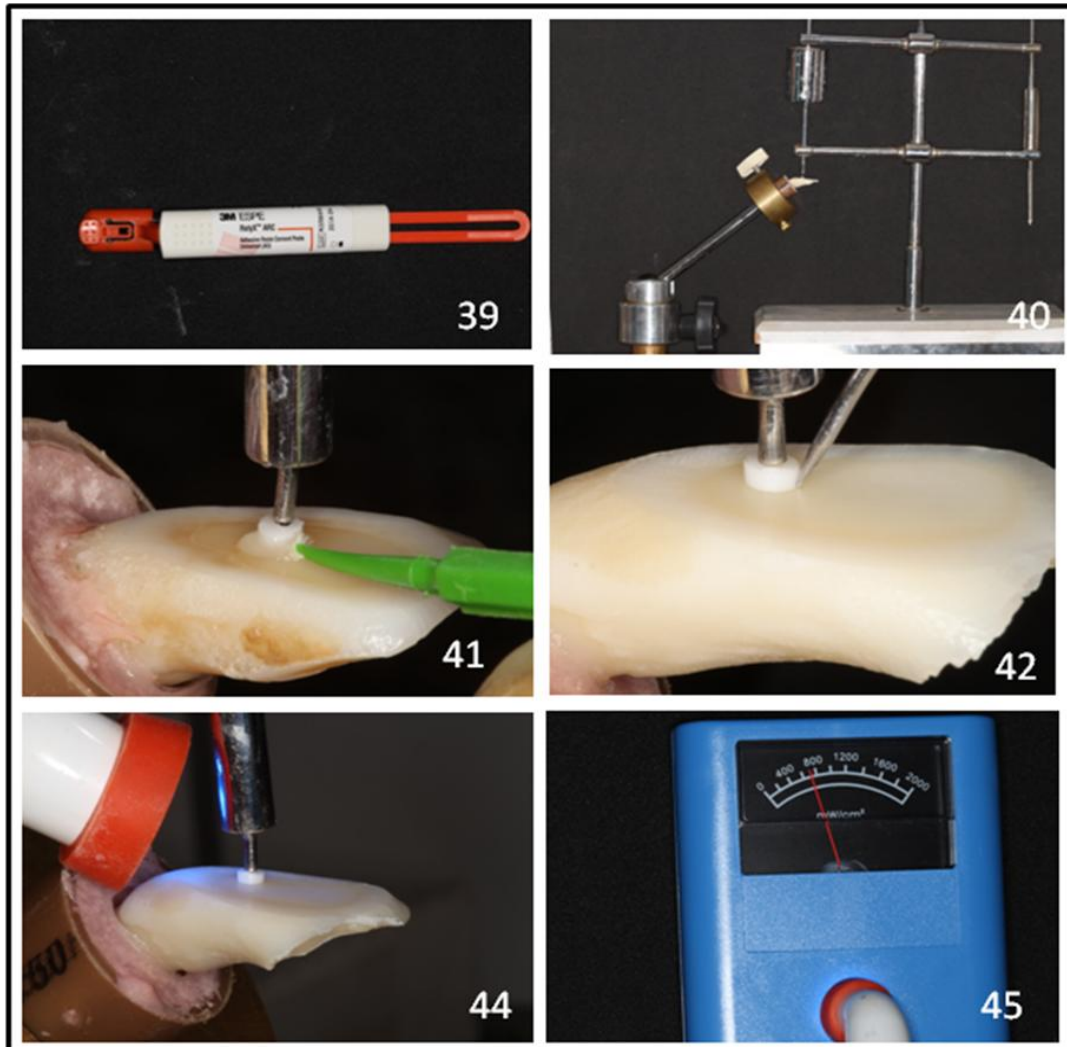
#### **4.4.2 GRUPOS 3 e 4 – CIMENTO RESINOSO RELYX ARC**

O preparo da superfície dos dentes dos grupos que utilizaram o cimento resinoso Rely X ARC, seguiu conforme a recomendação do fabricante. O condicionamento da dentina com ácido fosfórico a 37% por 15 segundos e lavado por 20 segundos utilizando jato de água destilada, o excesso foi removido com papel absorvente até que a superfície ficasse levemente úmida, foi aplicada ativamente a primeira camada do adesivo Single Bond (3M ESPE) por 10 segundos com um microbrush, o excesso da camada foi removido com um novo microbrush, o processo foi repetido por mais duas vezes, e então o adesivo foi fotoativado por 10 segundos. O cimento resinoso foi manipulado por 10 segundos, aplicado na superfície da cerâmica e então colocados sobre a superfície de dentina recebendo uma carga de 500 g fornecida pela agulha de Gilmore. Os excessos de cimento resinoso foram removidos com um microbrush e uma sonda exploradora, e então foi fotoativado por 60 segundos com aparelho de LED utilizado para o cimento resinoso anterior (Figuras 30 a 41).



**Figura 31** – Condicionamento com ácido fosfórico 37%. / **Figura 32** – Lavagem do ácido fosfórico 37% realizado com água da seringa tríptica. / **Figura 33** – Secagem da dentina realizada com papel absorvente. / **Figura 34** – Adesivo sendo colocado no microbrush. / **Figura 35** – Aplicação do adesivo de forma ativa na superfície do dente. / **Figura 36** – Remoção dos excessos do adesivo utilizando jato de ar livre de óleo. / **Figura 37** – Remoção dos excessos de adesivo utilizando um microbrush. / **Figura 38** – Polimerização da camada de adesivo.





**Figura 39** – Agente de cimentação utilizado para os grupos. / **Figura 40** – Dispositivo elaborado para que a força de 500 g fosse aplicada durante a cimentação através da agulha de Gilmore. / **Figura 41** – Remoção dos excessos utilizando um microbrush. / **Figura 42** – Otimização da remoção dos excessos com sonda exploradora. / **Figura 43** – Fotoativação do agente de cimentação. / **Figura 44** – Radiômetro mostrando a irradiância do fotopolimerizador utilizado.

#### 4.5 Armazenamento das amostras

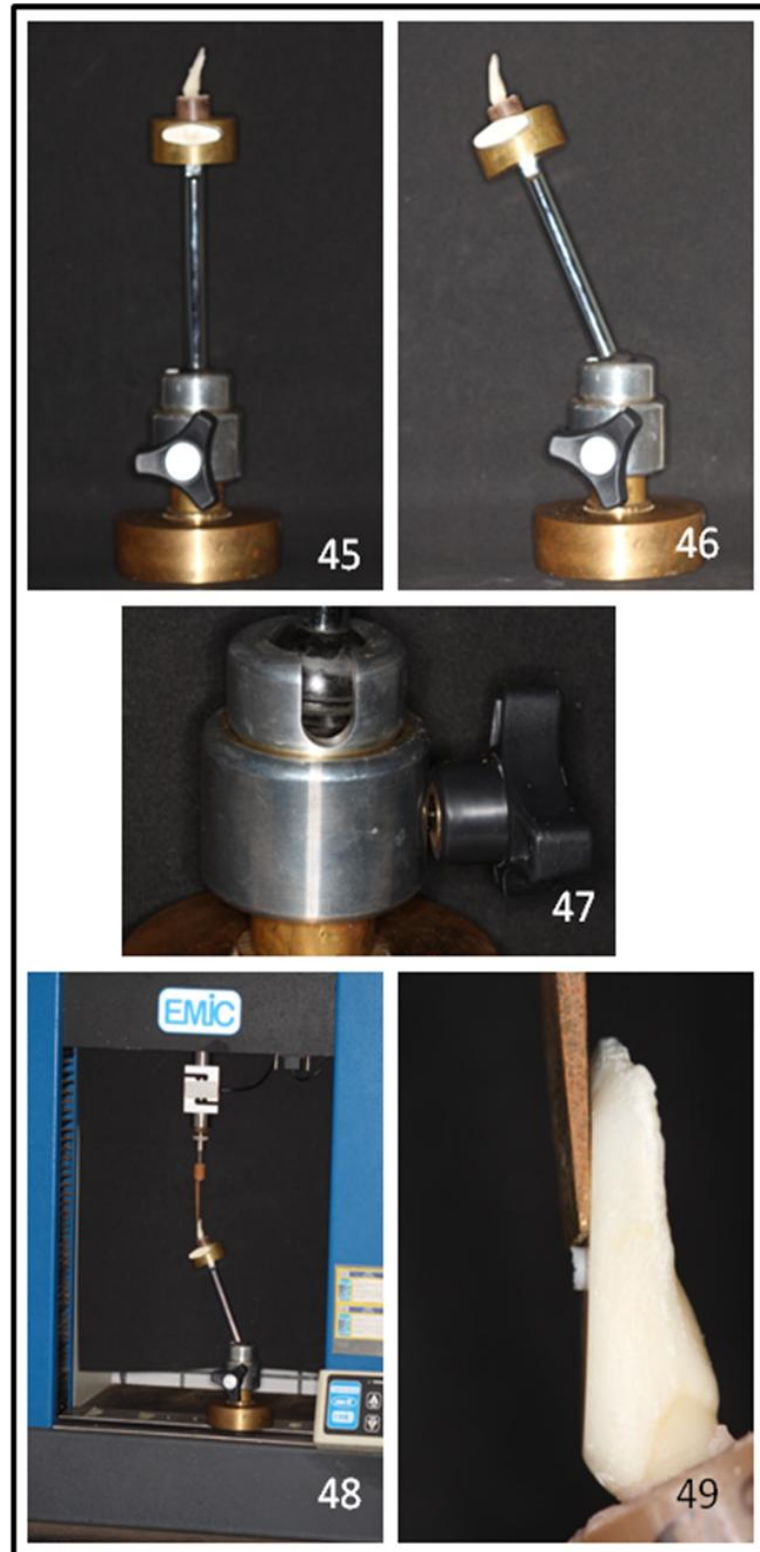
Dez minutos após a cimentação as amostras foram imersas em água destilada a 37°C por 24 horas antes da realização do ensaio de cisalhamento.

#### 4.6 Ensaio de micro cisalhamento

Para a realização dos ensaios de microcisalhamento foi desenvolvido um dispositivo onde o tubo de P.V.C. com o dente incluído e o disco cerâmico cimentado foi acoplado. Este dispositivo pode ser movimentado em até 180° o que permite o correto posicionamento da lâmina de carregamento de ensaio para gerar cargas de cisalhamento mais puras possíveis na máquina de ensaio universal (EMIC DL3000, São José dos Pinhais, PR, Brasil) com cinzel com força de 500 g (figuras 44 a 49). Os resultados foram obtidos em Newton (N) e convertidos para megapascal (MPa).

#### 4.7 Análise estatística

Os dados foram estatisticamente analisados utilizando o teste de hipótese não paramétrica Kruskal-Wallis. Foram calculados média, desvio padrão, mediana e coeficiente de variação para cada condição de tratamento. As comparações entre os materiais testados foram realizadas usando o teste *post hoc* student-Newman-Keuls. Todos os testes foram realizados com  $\alpha=0,05$ .



**Figura 45** – Dispositivo confeccionado para correto posicionamento do dente na máquina de ensaio universal em uma das possíveis posições. / **Figura 46** – Variável de posicionamento do dispositivo confeccionado. / **Figura 47** – Componente do dispositivo que permite movimentação vertical e giratória das amostras nele posicionadas. / **Figura 48** – Dispositivo posicionado na Máquina de Ensaio Universal (EMIC) Para realização dos testes de microcisalhamento, no qual a superfície do dente encontra-se rente à célula de carga. / **Figura 49** – Cinzel posicionado paralelo à superfície de dentina e rente à cerâmica para realização dos ensaios.

## 5 RESULTADOS

### Ensaio de microcisalhamento

Pela análise dos dados em relação a média denotam-se valores distantes, sendo que para o grupo GEL+U200 o maior valor médio, em comparação aos outros grupos avaliados, os números (7,695), (21,341) e (25,335), para o grupo C-U200, segunda maior média, (21,775), para o grupo GEL+ARC, terceira maior média, (0,399), (0,985) e (2,384), e para o grupo C-ARC, menor valor médio os valores (13,899) e (11,767).

Os dados originais foram submetidos a estatística descritiva, onde observou-se a influência dos valores distantes da média no coeficiente de variação que foram altos principalmente para os grupos GEL+ARC e C-ARC. Na tabela 1 e no gráfico, pode-se observar a média e desvio padrão dos grupos.

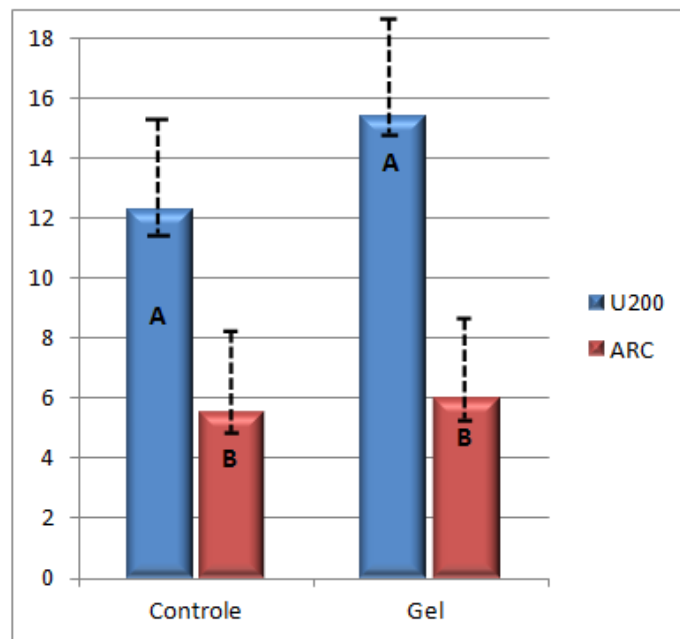
O teste de normalidade Shapiro-Wilks foi aplicado, onde os valores ( $p < 0,05$ ) determinaram distribuições não normais para os grupos C-U200 e C-ARC (tabela 2), por estes resultados apresentados, tornou-se necessária a aplicação do teste não paramétrico Kruskal-Wallis e *post hoc* de student-Newman-Keuls que denotou não haver diferenças estatisticamente significativas entre os grupos GEL+U200, C-U200, GEL+ARC e C-ARC, mas havendo diferenças significantes entre os grupos GEL-U200 em relação aos grupos GEL-ARC e C-ARC e do grupo C-U200 em relação aos grupos GEL+ARC e C-ARC, que podem ser observados no gráfico 1.

**Tabela 1** - Resistência de união ao ensaio de micro cisalhamento (MPa) entre a cerâmica a base de zircônia e os agentes de cimentação estudados sob diferentes tratamentos de superfície da cerâmica (Média  $\pm$  DP; n=10).

Cimentos	Tratamento de superfície	
	Controle	Pérolas de vidro
U 200	12,24 $\pm$ 4,05 A, a	15,39 $\pm$ 4,98 A, a
Rely X ARC	5,49 $\pm$ 4,22 A, b	5,98 $\pm$ 4,84 A, b

Letras maiúsculas diferentes em linhas e letras minúsculas diferentes em coluna denotam diferenças estatisticamente significativas,  $P < .05$ .

**Gráfico 1** - Resistência de união ao ensaio de micro cisalhamento (MPa) entre a cerâmica a base de zircônia e os agentes de cimentação estudados sob diferentes tratamentos de superfície da cerâmica.



Letras distintas denotam diferenças estatísticas significativas entre os grupos. Barras negras tracejadas representam o desvio padrão.

**Tabela 2** - Resultados da aplicação do teste de normalidade Shapiro-Wilks.

GRUPOS	GEL+U200	C-U200	GEL+ARC	C-ARC
Tamanho da amostra =	10	10	10	10
W =	0,9271	0,8358	0,9098	0,7893
p =	0,4368	0,0449	0,3368	0,0133

## 6 DISCUSSÃO

A hipótese nula (1) de que o uso do gel contendo pérolas de vidro após sinterizado não altera a resistência de união entre cerâmica e agente de cimentação quando comparado ao tratamento de superfície convencional foi aceita. Como pode ser visto no gráfico 2, que para ambos os cimentos o controle não diferiu do grupo experimental. Todavia, a hipótese nula (2) de que não há diferenças entre na resistência de união para os agentes de cimentação estudados foi rejeitada. O cimento auto adesivo apresentou valores superiores com diferença estatística significativa em relação ao cimento com aplicação do sistema adesivo pela técnica úmida.

Diversos trabalhos mostram a importância do tratamento de superfície para o êxito da cimentação adesiva (LINDGREN et al., 2008; TANAKA et al., 2008; OYAGYE et al., 2009; ATTIA, 2010; CHAI ET AL., 2010; ATHINA E KERN, 2011; SUBAŞI E IRNAN, 2012). Nesse mesmo sentido, sabe-se que a cerâmica a base de zircônia não se adere ao agente de cimentação resinoso em função da ausência de fase vítrea ( $\text{SiO}_2$ ) em sua composição o que impossibilita o tratamento de sua superfície, fazendo com que os procedimentos convencionais de condicionamento com ácido hidrófluídrico e silanização não sejam capazes de modificar sua superfície (DERAND et al., 2005). Os fabricantes recomendam a utilização de jateamento abrasivo ou cobertura de sílica para melhorar a resistência de união. Contudo, os resultados são controversos sobre a eficácia desses tratamentos (VALANDRO, et al., 2006; BLATZ, et al., 2010). No presente estudo, os resultados mostraram uma relação desfavorável, pois como foi revelado em ambos os cimentos, não houve diferenças estatisticamente significativas entre os grupos controle e experimental. Assim, apesar de a pérola de vidro ter sido utilizada na tentativa de aumentar a resistência de união por se tratar de uma matriz vítrea ( $\text{SiO}_2$ ), as estatísticas mostram que não houve uma correlação satisfatória.

Como o jateamento com partículas de óxido de alumínio é recomendado pelo fabricante, para criar microretenções e aumentar a resistência de união, e sua

eficácia já foi demonstrada em estudos anteriores, este estudo utilizou este tratamento como controle o jateamento abrasivo com partículas de oxido de alumínio de 50 µm, porém existem trabalhos com partículas de variados tamanhos, de 25 a 110 µm, onde uma melhoria na resistência de união foi observada independente do tamanho da partícula (OZCAN E VALLITTU, 2003; BLATZ ET AL., 2004; BOTTINO ET AL., 2005; AMARAL et al., 2006; DELLA BONA et al., 2007; SUBAŞI E IRNAN, 2012; VALENTINO et al., 2012).

No que se refere à relação do agente de cimentação resinoso e/ou adesivo ao substrato dental, o presente trabalho mostrou valores superiores no grupo que envolveu um agente de cimentação auto adesivo, o Rely X U200, quando comparados com o cimento RelyX ARC, que trata-se de um cimento que necessita do condicionamento prévio da dentina. Ritter, Ghaname e Pimenta (2008) em um trabalho comparativo de diferentes sistemas adesivos, encontraram, para o sistema adesivo de dois passos, valores de resistência que variaram de 2 a 30,8 MPa em dentina, mostrando as variações percebidas na dentina. Os valores inferiores e variáveis encontrados para os grupos que utilizaram o agente de cimentação RelyX ARC podem ser justificados pelo passo crítico que é o sistema adesivo pois trata-se de várias etapas que tornam o processo susceptível a falhas humanas.

Na literatura consultada, não foram encontrados estudos realizados avaliando a resistência de união entre o cimento RelyX U200 e dentina, porém, há bastante pesquisa realizada com o cimento RelyX U100 que apresenta composição semelhante a este, ambos são cimentos auto adesivos, que apresentam na matriz orgânica metacrilatos de ácido fosfórico multifuncionais ou ácidos que interagem com o dente e deveriam interagir também com a zircônia. Entretanto, relatos a respeito desta interação cimento-zircônia, são insuficientes para definição. (BURGEES et al. 2010; OYAGUE et al., 2009). Esses componentes do cimento possuem baixo pH (<2) e, assim como nos adesivos auto-condicionantes, reagem com a hidroxiapatita quando em contato com a água, alcançando valores de até 13 MPa com dentina e 16 MPa com esmalte, podendo ter a mesma reação para a superfície a zircônia (BURGEES et al., 2010). Esta característica faz com que os cimentos auto-adesivos tendam a alcançar valores de resistência de união à zircônia superiores quando comparados com qualquer outro cimento. (OYAGUE et al., 2009,



ABO-HAMMAR et al., 2005). Attia (2011) sugere valores de resistência de união em ensaios de cisalhamento entre 10 e 13 MPa como aceitáveis clinicamente no caso dos cimentos auto adesivos, que concorda com o presente estudo.

Como trata-se de interface complexa envolvendo substrato dental x agente de cimentação, agente de cimentação x cerâmica a base de zircônia e agente de cimentação x cerâmica com rede tridimensional de óxido de silício e cerâmica a base de zircônia x cerâmica a base de sílica, mais estudos são necessários, sobretudo aqueles com microscopia eletrônica de varredura, microscopia de força atômica, microscopia de dispersão de raios-X e confocal, pois os mesmos ajudariam a elucidar onde ocorreram predominantemente as falhas.

## **7 CONCLUSÃO**

Dentro das limitações desse estudo, pode-se concluir que após a sinterização, o gel contendo pérolas de vidro, não influenciou na resistência de união para ambos cimentos. Porém esses cimentos diferem entre si, sendo o cimento autocondicionante superior ao cimento que necessita de condicionamento prévio tanto para o grupo experimental como para o controle.

## REFERÊNCIAS

ABO-HAMAR SE, HILLER KA, JUNG H, FEDERLIN M, FRIEDL KH, SCHMALZ G. **Bond strength of a new universal self-adhesive resin luting cement to dentin and enamel.** Clin Oral Investig. 2005, .v.9(3), p.161-7.

ABOUSHELIB MN, FEILZER AJ, KLEVERLAAN CJ. **Bonding to zirconia Using a New Surface treatment.** J Prosthodont In Press. 2010, v.19(5), p.340-6.

ABOUSHELIB, M. N.; KLEVERLAAN, C. J.; FEILZER, A. J. **Selective infiltration etching technique for a strong and durable bond of resin cements to zirconia-based materials.** J Prosthet Dent. 2007, v.98, p.379-388.

AKYIL MS, UZUN IH, BAYINDIR F. **Bond strength of resin cement to yttrium-stabilized tetragonal zirconia ceramic treated with air abrasion, silica coating, and laser irradiation.** Photomed Laser Surg. 2010, v. 28(6), p.801-8.

AMARAL, R.; OZCAN, M.; BOTTINO, M. A.; VALANDRO, L. F. **Microtensile bond strength of a resin cement to glass infiltrated ceramic: The effect of surface conditioning.** Dent Mat. 200, v.22, p.283-290.

ATSU, S. S.; KILICARSLAN, M. A.; KUCUKESMEN, H. C.; AKA, P. S. **Effect of zirconium-oxide ceramic surface treatments on bond strength to adhesive resin.** J Prosthet Dent. 2006, v.95, p.430-436.

ATTIA A. **Bond strength of three luting agents to zirconia ceramic - influence of surface treatment and thermocycling.** J Appl Oral Sci. 2011, v.19(4), p.388-95.

ATTIA A, KERN M. **Long-term resin bonding to zirconia ceramic with a new universal primer.** J Prosthet Dent. 2011, v.106(5), p.319-27.

BEHR M, PROFF P, KOLBECK C, LANGRIEGER S, KUNZE J, HANDEL G. **The bond strength of the resin-to-zirconia interface using different bonding concepts.** J Mech Behav Biomed Mater. 2011, v.4(1), p.2-8.

BINDL, A.; LUTHY, H; MORMANN, W. H. **Thin-wall ceramic CAD/CAM copings: strength and fracture pattern.** J Or Rehab. 2006, v.33, p. 520-528.

BLATZ, M. B.; SADAN, A.; KERN, M. **Resin-ceramic bonding: a review of the literature.** J Prosthet Dent. 2003, v.89, p.268-274.

BLATZ, M. B.; SADAN, A.; MARTIN, J.; LANG, B. **In vitro evaluation of shear bond strengths of resin to densely-sintered high-purity zirconium-oxide ceramic after longterm storage and thermal cycling.** J Prosthet Dent. 2004, v. 91, p.356-362.

BLATZ MB, PHARK JH, OZER F, MANTE FK, SALEH N, BERGLER M, SADAN A. **In vitro comparative bond strength of contemporary self-adhesive resin cements to zirconium oxide ceramic with and without air-particle abrasion.** Clin Oral Investig. 2010, v.14(2), p.187-92.

BORGES GA, SOPHR AM, DE GOES MF, SOBRINHO LC, CHAN DC. **Effect of etching and airborne particle abrasion on the microstructure of different dental ceramic.** J Prosthet Dent . 2003, v.89, p.479-488.

BOTTINO, M. A.; VALANDRO, L. F.; SCOTTI, R.; BUSO, L. **Effect of surface treatments on the resin bond to zirconium-based ceramic.** Int J Prosth. 2005, v.18, p.60-65.

BRAGA, RR; CESAR, PF; GONZAGA CC. **Tensile bond strength of filled and infilled adhesives to dentin.** Am J Dent. 2000, v.13, p.73-6.

BURGESS JO, GHUMAN T, CAKIR D. **Self-adhesive resin cements.** J Esthet Restor Dent. 2010. V.22(6), p.412-9.

CAVALCANTI AN, FOXTON RM, WATSON TF, OLIVEIRA MT, GIANNINI M, MARCHI GM. **Bond Strength of Resin Cements to a Zirconia Ceramic with Different Surface Treatments.** Oper Dent. 2009, v.34-3, p.280-287.

CHAI J, CHU FC, CHOW TW. **Effect of Surface Treatment on Shear Bond Strength of Zirconia to Human Dentin.** J Prosthodont. 2011, v.20(3), p.173-9.

CHEN C, HE F, MICHAEL BF, XIE H, ZHU Y, ZHANG F. **Bond strengths of two self-adhesive resin cements to dentin with different treatments.** J Med Biolog Engin. 2010, v.31(1), p.73-77.

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.1998, v.26, p.53-8.

DELLA BONA, A.; BORBA, M.; BENETTI, P; CECHETTI, D. **Effect os surface treatments on the bond strength of a zirconia-reinforced ceramic to composite resin.** Braz Or Res. 2007, v.21, p.10-15.

DERAND T, MOLIN M, KVAM K. **Bond strength of composite luting cement to zirconia ceramic surface.** Dent Mater 2005. V.21, p.1158-1162.

DE SOUZA GM, SILVA NR, PAULILLO LA, DE GOES MF, REKOW ED, THOMPSON VP. **Bond strength to high-crystalline content zircônia after different surface treatments.** J Biomed Mater Res B Appl Biomater In press. 2010, v.103, p.210-220.

DIAZ-ARNOLD, A.; VARGAS, M. A.; HASELTON, D. R. **Current status of luting agents for fixed prosthodontics.** J of Prosthet Dent. 1999, v.81, p.135-141.

DONASSOLLO TA. ROMANO AR, DEMARCO FF, DELLA-BONA A. **Avaliação da microdureza superficial do esmalte e da dentina de dentes bovinos e humanos (permanentes e decíduos).** Rev. Odonto Ciênc. 2007, v.22, p.311-316.

DONOVAN TE. **Factors Essential for Successful All-Ceramic Restorations.** J Am Dent Assoc. 2008, v.139, p.14S-18S.

ERNST, C-P.; COHNEN, U.; STENDER, E.; WILLERSHAUSEN. **In vitro retentive strength of zirconium oxide ceramic crowns using different luting agents.** J Prosthet Dent. 2005, v.93, p.551-558.

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

KIM BK, BAE HE, SHIM JS, LEE KW. **The influence of ceramic surface treatments on the tensile bond strength of composite resin to all-ceramic coping materials.** J Prosthet Dent . 2005, v.94, p.357-362.

KRÄMER N, LOHBAUER U, FRANKENBERGER R. **Adhesive luting of indirect restorations.** Am J Dent. 2000, v.13. p.60-76.

KUMBULOGLU, O.; LASSILA, L. V. J.; USER, A.; VALLITTU, P. K. **Bonding of resin compositenluting cements to zirconium oxide by two air-particle abrasion methods.** Oper Dent. 2006, v.31, p.248-255.

LINDGREN, J.; SMEDS, J.; SJOGREN, G. **Effect of surface treatments and aging in water on bond strength to zirconia.** Oper Dent. 2008, v.33, n.6, p.675-681.

MAGNE P, PARANHOS MP, BURNETT LH JR. **New zirconia primer improves bond strength of resin-based cements.** Dent Mater. 2010, v.26(4), p.345-52

NAKAMICHI I, IWAKU M, FUSAYAMA T. **Bovine Teeth as Possible Substitutes in the Adhesion Test.** J Dent Res. 1983, v.62(10), p.1076-1081.

OYAGUE, R. C.; MONTICELLI, F.; TOLEDANO, E. O.; FERRARI, M.; OSORIO, R. **Influence of surface treatmants and resin cement selection on bonding to denselysintered zirconium-oxide ceramic.** Dent Mat. 2009, v.25, p.172-179.

OZCAN, M.; NIJHUIS, H.; VALANDRO, L. F. **Effect of various surface conditioning methods on the adhesion of dual-cure resin cement with MDP functional monomer to zirconia after thermal aging.** Dent Mat. 2008, v.27, p.99-104.

OZCAN, M.; KERKDIJK, S.; VALANDRO, L. F. **Comparison of resin cement adhesion to Y-TZP ceramic following manufavturers instructions of cements only.** Clin Or Invest. 2008, v.12, p.279-282.

OZCAN, M.; VALLITTU, P. K. **Effect of surface conditioning methods on bond strength of luting cement to ceramics.** Dent Mat. 2003, v.19, p.725-731.

PALACIOS, R. P.; JOHNSON, G. H.; PHILLIPS, K. M.; RAIGRODSKI. **Retention of zirconium oxide ceramic crowns with three types of cement.** J Prosthet Dent. 2006, v.96, p. 104-114.

PANADERO RA, FONT AF, RODRÍGUEZ JLR, RUÍZ MG, HIGHSMITH RJ, RUÍZ MFS. **Zirconia Versus Metal: A Preliminary Comparative Analysis of Ceramic Veneer Behavior.** Int J Prosthodont. 2012, v.25(3), p.294-300.

ROSENSTIEL SF, LAND MF, CRISPIN BJ. **Dental luting agents: a review of the current literature.** J Prosth Dent. 1998, v.80(3), p.280-301.

SILVA FT, ZACCHÉ MAN, AMORIM H. **Influence of Different Surface Treatments on the Fracture Toughness of a Commercial ZTA Dental Ceramic Materials Research,** 2007, v.10, p.63-68.

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

SOARES, P.V; PEREIRA, J.C; FONSECA, R.B. **Surface treatment protocols in the cementation process of ceramic and laboratory-processed composite restorations: a literature review.** J Esthet Restor Dent. 2005, v.17, p. 224-35.

SORENSEN, J.A; KANG, S.K; AVERA, S.P. **Porcelain-composite interface microleakage with various porcelain surface treatments.** Dent Mat.1991, v.7, p.118-23.

SPOHR, A.M; BORGES, G.A; JUNIOR, L.H.B; MOTA, E.G; OSHIMA, H.M.S. **Surface modification of In-Ceram Zirconia Ceramic by Nd:YAG Laser, Rocatec System, or Aluminum.** 2003, v.16, p.277-82.

SUBAŞI MC, İNAN O. **Evaluation of the topographical surface changes and roughness of zirconia after different surface treatments.** Lasers Med Sci. 2012, v.27, p.735–742

TANAKA, R.; FUJISHIMA, A.; SHIBATA, Y.; MANABE, A.; MIYAZAKI, T. **Cooperative of phosphate monomer and silica modification o zirconia.** J Dent Res. 2008, v.87, p.666-670.

Thompson JY, Stoner BR, Piascik JR, Smith R. **Adhesion/cementation to zirconia and other non silicate ceramics: where are we now?** Dent Mater. 2011, v.27(1), p.71-82.

THURMOND JW, BARKMEIER WW, WILWERDING TM. **Effect of porcelain surface treatments on bond strengths of composite resin bonded to porcelain.** J Prosthet Dent. 1994, v.72(4), p.355-9.

VALANDRO, L. F.; OZCAN, M.; BOTTINO, M. C.; BOTTINO, M. A.; SCOTTI, R.; DELLA BONA, A. **Bond strength of a resin cement to high-alumina and zirconia reinforced ceramics: The effect of surface conditioning.** J Adhes Dent. 2006, v.8, p.175-181.

VALANDRO, L. F.; OZCAN, M.; AMARAL, R.; LEITE, F. P. P.; BOTTINO, M. A. **Microtensile bond strength of a resin cement to silica-coated and silanized In-Ceram Zirconia before and after aging.** Int J Prost. 2007, v. 20, p. 70-72.

VALENTINO TA, BORGES GA, BORGES LH, PLATT JA, CORRER-SOBRINHO L. **Influence of glazed zircônia on dual-cure luting agent bond strength.** Oper Dent. 2012, v.37(2), p.181-7.

VALVERDE GB, COELHO PG, JANAL MN, LORENZONI FC, CARVALHO RM, THOMPSON VP, WELTEMANND KD, SILVA NRFA. **Surface characterisation and bonding of Y-TZP following non-thermal plasma treatment.** J Dentrist. 2013, v.41(1), p.51-9.

WANG X, FAN D, SWAIN MV, ZHAO K. **A systematic review of all-ceramic crowns: clinical fracture rates in relation to restored tooth type.** Int J Prosthodont. 2012, v.25(5), p.441-50.

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



## APÊNDICE

Valores e médias originais do grupo GEL+U200 em N e MPa.

	Fmáx (N)	MPa
1	57.014	16.132
2	89.536	25.335
3	75.421	21.341
4	49.585	14.030
5	55.652	15.747
6	48.861	13.825
7	51.774	14.650
8	51.636	14.611
9	37.090	10.495
10	27.197	7.695
<b>Média</b>	<b>54.377</b>	<b>15.386</b>

Valores e médias originais do grupo C-U200 em N e MPa.

	Fmáx (N)	MPa
1	41.140	11.641
2	34.608	9.792
3	28.972	8.198
4	57.496	16.269
5	39.830	11.270
6	76.955	21.775
7	46.173	13.065
8	30.575	8.651
9	39.279	11.114
10	37.538	10.621
<b>Média</b>	<b>43.257</b>	<b>12.240</b>

Valores e médias originais do grupo GEL+ARC em N e MPa.

	F <sub>máx</sub> (N)	MPa
1	4.774	1.350
2	3.481	0.985
3	8.428	2.384
4	25.301	7.159
5	21.199	5.998
6	37.211	10.529
7	18.062	5.110
8	1.413	0.399
9	47.689	13.494
10	43.898	12.421
<b>Média</b>	<b>21.146</b>	<b>7.306</b>

Valores e médias originais do grupo C-ARC em N e MPa.

1	9.514	2.692
2	11.513	3.257
3	6.067	1.716
4	8.652	2.448
5	14.512	4.106
6	12.892	3.647
7	12.840	3.633
8	27.507	7.783
9	49.120	13.899
10	41.588	11.767
<b>Média</b>	<b>19.421</b>	<b>5.495</b>

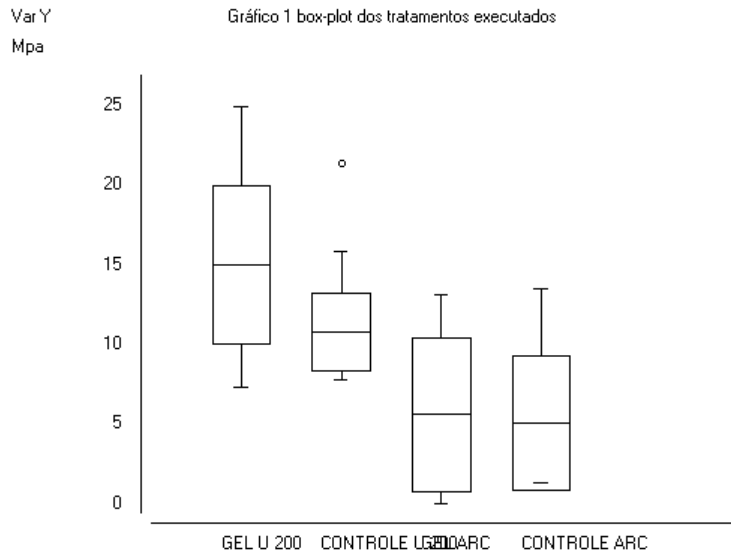
Valores originais registrados em MPa

Tratamentos	GEL+U200	C-U200	GEL+ARC	C-ARC
	16,132	11,641	1,350	2,692
	25,335	9,792	0,985	3,257
	21,341	8,198	2,384	1,716
	14,030	16,269	7,159	2,448
	15,747	11,270	5,998	4,106
	13,825	21,775	10,529	3,647
	14,650	13,065	5,110	3,633
	14,611	8,651	0,399	7,783
	10,495	11,114	13,494	13,899
	7,695	10,621	12,421	11,767
Média	15,386	12,240	5,983	5,495

Estatística descritiva para os tratamentos testados.

Tratamentos	média ± desvio padrão	mediana	coeficiente de variação
GEL+U200	15,3861 ± 4,9847	14,6305	32,40%
C-U200	12,2396 ± 4,0583	11,1920	33,16%
GEL+ARC	5,9829 ± 4,8448	5,5540	80,98%
C-ARC	5,4948 ± 4,2222	3,6400	76,84%

Média e desvio padrão das variações dos grupos.



Resultados do teste Kruskal-Wallis

---

H = 18,9410

P = 0,0003

---

Resultados das comparações pelos postos médio de student-Newman-Keuls.

---

H = 18.9410

Graus de liberdade = 3

(p) Kruskal-Wallis = 0.0003

R 1 (posto médio) = 31.3000

R 2 (posto médio) = 25.2000

R 3 (posto médio) = 12.7000

R 4 (posto médio) = 12.8000

Comparações Student-Newman-Keuls	Dif. Postos	p-valor
Grupos ( 1 e 2) =	6.1000	0.2433
Grupos ( 1 e 3) =	18.6000	0.0004
Grupos ( 1 e 4) =	18.5000	0.0004
Grupos ( 2 e 3) =	12.5000	0.0168
Grupos ( 2 e 4) =	12.4000	0.0177
Grupos ( 3 e 4) =	0.1000	0.9847

---

Diferença entre as médias dos postos pelo teste Kruskal-Wallis.

