

MARCOS FERNANDO SILVA DE BORBA

**AVALIAÇÃO *IN VITRO* DA RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO DE BRAQUETES  
ORTODÔNTICOS COLADOS SOBRE SUPERFÍCIES RESINOSAS SUBMETIDAS  
A DIFERENTES TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIE**

CAMPINAS  
2008

MARCOS FERNANDO SILVA DE BORBA

**AVALIAÇÃO *IN VITRO* DA RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO DE BRAQUETES  
ORTODÔNTICOS COLADOS SOBRE SUPERFÍCIES RESINOSAS SUBMETIDAS  
A DIFERENTES TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIE**

Dissertação apresentada ao Centro de  
Pós-Graduação / CPO São Leopoldo  
Mandic, para obtenção do grau de Mestre  
em Odontologia.

Área de Concentração: Ortodontia

Orientador: Prof. Dr. Rogério Heládio  
Lopes Motta

CAMPINAS  
2008

**Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca "São Leopoldo Mandic"**

B726a Borba, Marcos Fernando Silva de.  
Avaliação *in vitro* da resistência ao cisalhamento de braquetes ortodônticos colados sobre superfícies resinosas submetidas a diferentes tratamentos de superfície / Marcos Fernando Silva de Borba. – Campinas: [s.n.], 2008.  
55f.: il.

Orientador: Rogério Heládio Lopes Motta.  
Dissertação (Mestrado em Ortodontia) – C.P.O. São Leopoldo Mandic – Centro de Pós-Graduação.

1. Resistência ao cisalhamento. 2. Tração. 3. Ortodontia.  
I. Motta, Rogério Heládio Lopes. II. C.P.O. São Leopoldo Mandic – Centro de Pós-Graduação. III. Título.

**C.P.O. - CENTRO DE PESQUISAS ODONTOLÓGICAS  
SÃO LEOPOLDO MANDIC**

**Folha de Aprovação**

A dissertação intitulada: **“AVALIAÇÃO *IN VITRO* DA RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO DE BRAQUETES ORTODÔNTICOS COLADOS SOBRE SUPERFÍCIES RESINOSAS SUBMETIDAS A DIFERENTES TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIE”** apresentada ao Centro de Pós-Graduação, para obtenção do grau de Mestre em Odontologia, área de concentração: \_\_\_\_\_ em \_\_/\_\_/\_\_\_\_, à comissão examinadora abaixo denominada, foi aprovada após liberação pelo orientador.

---

Prof. (a) Dr (a)  
Orientador

---

Prof. (a) Dr (a)  
1º Membro

---

Prof. (a) Dr (a)  
2º Membro

Dedico este trabalho à minha família, que sempre esteve ao meu lado, contribuindo e me apoiando na busca da realização de meus sonhos, e sendo presente nos momentos difíceis.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, que iluminou meu caminho nesta trajetória.

À Faculdade de Odontologia São Leopoldo Mandic, nas pessoas do Prof. Dr. José Luiz de Cintra Junqueira, ilustríssimo Reitor, e do Prof. Dr. Thomaz Wassal, ilustríssimo Coordenador de Pós-Graduação, por ter me acolhido por estes anos e ter proporcionado a realização de um sonho.

Ao Prof. José Luiz Herdy e sua equipe, por ter me proporcionado uma aprendizagem na ortodontia de qualidade e pelos bons momentos de convívio neste período.

Ao meu orientador Prof. Dr. Rogério Heládio Lopes Motta, os meus sinceros agradecimentos pela orientação e por iniciar a minha formação científica. Agradeço também a paciência, amizade e grande incentivo nos momentos difíceis.

A Profa. Dr. Flávia Martão Flório pela colaboração na orientação deste trabalho e valiosas críticas e sugestões para realização do mesmo e pela elaboração da análise estatística.

Ao Prof. Dr. Francisco Carlos Groppo, integrante da banca examinadora, pelas relevantes discussões, críticas e sugestões feitas durante o exame de qualificação e defesa da dissertação.

Ao colega de profissão Róbson Tetsuo Sasaki,..pela colaboração e dedicação na realização dos trabalhos realizados no laboratório, como a confecção dos corpos-de-prova e testes de cisalhamento.

Aos meus colegas e amigos Aluísio Euzébio e Wladimir Lorensini, agradeço a vocês pela convivência e pelos momentos agradáveis durante essa jornada, amenizando a distância e saudade de nossos familiares.

Aos meus pais que sempre foram um modelo de vida para mim, e que me incentivaram no ingresso na Odontologia e me impulsionaram no início da minha vida profissional.

Aos meus irmãos que sempre estiveram ao meu lado nos momentos mais importantes de minha vida.

A minha amada filha, Isadora Freitas de Borba, que é e sempre será a razão da minha busca pelo sucesso e que sempre compreendeu a minha ausência nestes anos de dedicação ao Mestrado.

A minha esposa, amada, companheira e cúmplice de todos os momentos, que com amor e confiança sempre me apoiou em meus projetos pessoais, contribuindo com meu crescimento pessoal e profissional.

## RESUMO

Este estudo teve como objetivo avaliar a resistência ao cisalhamento de braquetes metálicos colados sobre superfícies de resina composta. Para obtenção dos corpos-de-prova foram confeccionados 50 discos de resina composta Z100 (3M/ESPE<sup>®</sup>) inseridos em tubos de PVC preenchidos com resina acrílica quimicamente ativada, ficando imersos em água destilada por 30 dias. Os espécimes foram então separados aleatoriamente e divididos em cinco grupos (n=10). Cada grupo recebeu um tratamento de superfície específico: asperização com ponta diamantada (G1), ácido fluorídrico a 10% (G2), jateamento com óxido de alumínio (G3), ácido fosfórico a 35% (G4) e um grupo controle (G5) que não recebeu tratamento de superfície. Após os preparos de superfície, os braquetes foram colados com resina fotoativada Transbond XT<sup>®</sup> (3M/ ESPE<sup>®</sup>). Os espécimes ficaram armazenados em água destilada a uma temperatura de 37°C por 24 horas e, em seguida, foi realizado o teste de cisalhamento em uma máquina EMIC DL 2000, com carga de 200N, a velocidade de 0,5mm/min. Os dados foram submetidos à análise estatística (Kruskal-Wallis,  $\alpha=5\%$ ). Os resultados (Média em MPa  $\pm$  DP) encontrados foram: G1 (9,19ab  $\pm$  1,62); G2 (10,42a  $\pm$  1,64), G3 (10,78a  $\pm$  3,78); G4 (6,58b  $\pm$  1,54) e G5 (6,93b  $\pm$  1,97). Concluiu-se que o método de tratamento de superfície pode interferir na resistência ao cisalhamento de braquetes metálicos colados sobre superfície de resina composta. Dentre os métodos de tratamento avaliados, o ácido fluorídrico a 10%(G2), e o jateamento com óxido de alumínio (G3) foram os que apresentaram os melhores resultados.

Palavras-chave: Cisalhamento. Tração. Ortodontia.

## ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate *in vitro*, the shear strength of brackets bonded to a resin composite surface. To obtain test specimens, 50 disks were made of resin composite Z100 (3M/ESPE®) inserted into PVC tubes filled with chemically activated acrylic resin, which remained immersed in distilled water for 30 days. The specimens were then randomly separated and divided into five groups with 10 specimens in each. Each group received a specific surface treatment: roughening with diamond tip, 10% fluorhydric acid, airborne particle abrasion with aluminum oxide, and 35% phosphoric acid. The control group did not receive any type of surface treatment. After the surface preparations, the brackets were bonded with light activated resin, Transbond XT® (3M/ ESPE®). The specimens were stored in distilled water at a temperature of 37°C for 24 hours, and after that the shear test was performed in an EMIC DL 2000 machine, with a load of 200N, at a speed of 0.5mm/min. The mean shear strength was 10.78 Mpa for the Aluminum Oxide Group; 10.42 Mpa for the Fluorhydric Acid Group; and 9.19 Mpa for the Diamond Tip Group. These groups provided the highest shear strength values, and are therefore the most efficient surface treatment methods for bonding orthodontic brackets to resin composite. The Phosphoric Acid Group, with a mean of 6.58 Mpa, was statistically similar to the Control Group, which obtained a mean value of 6.93 Mpa.

Keywords: Shear. Traction. Orthodontic.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Confecção do botão de resina composta na matriz acrílica sobre a placa de vidro. ....	35
Figura 2 - Botão de resina composta inserido na resina acrílica. ....	36
Figura 3 - Posicionamento do braquete sobre a superfície do botão de resina. ....	38
Figura 4 - Aplicação da tensão de cisalhamento com cinzel. ....	40

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>12</b>
<i>2.1 Evolução da colagem direta de braquetes sobre os dentes .....</i>	<i>12</i>
<i>2.2 Colagem de braquetes sobre materiais restauradores ou protéticos. ....</i>	<i>15</i>
<i>2.3 Tratamento de superfície para reparos de resina composta.....</i>	<i>25</i>
<b>3 PROPOSIÇÃO .....</b>	<b>34</b>
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>35</b>
<i>4.1 Confecção dos corpos de prova.....</i>	<i>35</i>
<i>4.2 Preparo das superfícies.....</i>	<i>37</i>
<i>4.3 Procedimento de colagem dos braquetes .....</i>	<i>37</i>
<i>4.4 Teste de resistência ao cisalhamento .....</i>	<i>39</i>
<i>4.5 Análise Estatística.....</i>	<i>40</i>
<b>5 RESULTADOS.....</b>	<b>41</b>
<b>6 DISCUSSÃO .....</b>	<b>42</b>
<b>7 CONCLUSÃO .....</b>	<b>49</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>50</b>
<b>ANEXO A - TABELA .....</b>	<b>54</b>
<b>ANEXO B - APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ETICA.....</b>	<b>55</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A Ortodontia corretiva baseia-se na aplicação e transmissão de forças aos dentes, através dos componentes que constituem o aparelho fixo, e os braquetes desempenham um papel de extrema importância neste processo (Moreira et al., 2001).

Durante muitos anos, para possibilitar a movimentação ortodôntica devido à falta de adesão à superfície dentária, acessórios ortodônticos eram fixados aos elementos dentários através de bandas (anéis), as quais eram fixadas com cimento de fosfato de zinco (Pascotto et al., 2002). Porém, com esta técnica era necessária a separação de todos os dentes a fim de se obter espaço necessário para a adaptação dos anéis nos dentes, causando um grande desconforto ao paciente. Além disso, a higienização ficava comprometida e a estética era extremamente prejudicada (Caputo, 2003).

Com os estudos de Buonocore (1955), foi introduzida a utilização de ácido fosfórico no condicionamento do esmalte para aumentar a retenção das restaurações adesivas aos dentes. Entretanto, Newman (1965) foi quem começou a utilizar a colagem dos acessórios diretamente sobre o esmalte dental. Com isso a técnica de bandagem ficou restrita à região posterior, onde há muita pressão da mastigação, nos primeiros e segundos molares, e aos dentes com restaurações extensas ou elementos protéticos (Proffit, 1993; Velásquez et al., 1998).

Com a técnica de colagem direta foram obtidas diversas vantagens sobre a bandagem de todos os dentes, tais como: melhores condições de higiene, diminuição da irritação gengival pelo acúmulo de placa bacteriana, menor índice de

desmineralização dentária, melhora considerável da estética, e uma redução significativa do tempo operatório (Andreasen, Stieg, 1988; Smith, 1988).

Atualmente, um grande número de pacientes adultos com reabilitação protética tem procurado a Ortodontia (Andreasen, Stieg, 1988). A maioria destes pacientes apresenta restaurações confeccionadas com os mais diversos materiais, tais como ligas metálicas ou materiais cerâmicos, fazendo com que estes elementos dentais sejam cada vez mais utilizados como pontos de ancoragem para a mecânica corretiva (Velásquez et al., 1998; Moreira et al., 2001). Devido à melhora nas qualidades da resina composta, também é comum a presença de dentes tratados com este material nos pacientes ortodônticos (Schwartz et al., 1990; Tavares et al., 2004). As restaurações em resina composta são utilizadas geralmente como restauração estética em dentes que sofreram trauma, erosão, abrasão, cárie, hipoplasia do esmalte e outras anomalias do esmalte como microdontia (Lai et al., 1999).

Com o avanço tecnológico e novas técnicas é possível obter uma retenção adequada e duradoura dos acessórios ortodônticos sobre as superfícies restauradas com estes diferentes materiais. Para o aumento da retenção sobre os materiais restauradores, deve ser criada uma asperização sobre a superfície a receber a colagem dos braquetes, podendo ser obtida através do condicionamento com ácido fluorídrico a 10% (Zachrisson, Buyukyilmaz, 1993; Sampaio, Pacheco, 2001), com ácido fosfórico a 35% (Schwartz et al., 1990; Lai et al., 1999), com jato de óxido de alumínio (Vieira, 2002; Tavares et al., 2004) ou, mesmo, com asperização com ponta diamantada (Bonstein et al., 2005).

A obtenção e a manutenção de uma união confiável entre o braquete e a estrutura dental se constituem em pré-requisitos para o sucesso do tratamento e

está diretamente relacionado com o sistema adesivo e cimentos utilizados, bem como a morfologia do substrato (Moreira et al., 2001).

Tendo em vista que a maioria dos trabalhos realizados nesta área estuda a resistência dos braquetes colados sobre superfície de porcelana e de metais, ainda são escassos estudos sobre colagem em resina composta,

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Evolução da colagem direta de braquetes sobre os dentes

Buonocore (1955) foi o precursor para o início da colagem direta dos braquetes. Ao observar a utilização de ácido fosfórico pelas indústrias no tratamento de superfícies metálicas, passou a utilizar ácido fosfórico a 85% para o condicionamento do esmalte dental, aumentando a retenção de resinas acrílicas ao dente.

Newman (1965) deu o início da colagem direta de braquetes sobre o esmalte utilizando braquetes plásticos, e observou três vantagens deste método: (1) melhora da estética; (2) redução da descalcificação do dente; e (3) diminuição do custo do aparelho. O autor também concluiu em seus estudos que quanto maior a área de união, maior a força necessária para quebra esta união.

Segundo Lee et al. (1974), as bandas ortodônticas contribuem direta e indiretamente para a redução da saúde dentária, pois favorece o acúmulo de alimentos sob a banda e, na periferia, leva a inflamações gengivais, podendo originar doença periodontal. Com o objetivo de melhorar a colagem direta sobre o esmalte dentário, foi desenvolvido um estudo *in vitro* utilizando dentes bovinos na confecção de corpos-de-prova, que foram colados com diversos compósitos e estocados em água tamponada a 37°C. Foi constatada a ocorrência de uma resistência à tração com todos os compósitos testados.

Reynolds (1975), em revisão de literatura sobre colagens ortodônticas relatou que, no processo de condicionamento ácido do esmalte, a contaminação por umidade é o principal fator responsável por falhas na interface esmalte-adesivo.

Quanto às forças que possam atuar no deslocamento do dispositivo, afirmou que seria difícil determinar um valor de retenção para um adesivo obter sucesso, mas que valores entre 60 a 80 kg/cm<sup>2</sup> seriam necessários para suportar as cargas decorrentes da terapia ortodôntica em condições normais. Esta resistência em megapascais (MPa) significa de 6 a 8 Mpa, respectivamente.

De acordo com Maijer & Smith (1979), para uma adequada colagem da resina sobre o esmalte é necessário uma microrretenção. Segundo os autores, a dissolução do esmalte pode se dar com o condicionamento do ácido fosfórico. Os cristais sobre o esmalte também podem ser removidos com ultrassom seguido de profilaxia com pedra pomes a fim de melhorar a adesão mecânica.

Viazis (1986) citou na introdução de seu trabalho, as vantagens da colagem direta de braquetes sobre o esmalte dentário, sendo ela: manutenção do comprimento do arco, menor trauma aos tecidos, melhor estética e menor risco de descalcificação do esmalte, quando a colagem é realizada corretamente. O autor sugere um condicionamento com ácido fosfórico durante um minuto, com concentração de 37% a 60%, e lavar o esmalte com água corrente evitando deixar sais de fosfato que podem diminuir a resistência da colagem, e ainda citou como ideal em uma resina: aderir tanto aos braquetes de plásticos como aos braquetes metálicos e possuir força de adesão correta, mas que permita fácil remoção dos mesmos no final do tratamento.

Correr Sobrinho et al. (1994) desenvolveram um estudo a fim de avaliar a intensidade da luz emitida pelos aparelhos fotopolimerizadores comerciais. Para medir a intensidade da luz foi utilizado o Curing Radiometer Model 100 (Demetron Reserarch Co. USA). A recomendação é que a luz esteja acima de 300mW/cm<sup>2</sup>, para que a polimerização seja efetivada. Utilizando o tempo de luz recomendado

pelo fabricante. Foram testados 100 aparelhos de luz de várias marcas comerciais existentes em 100 consultórios dentários da região de Piracicaba e Ribeirão Preto, sendo realizadas medidas em  $\text{mW/cm}^2$ . Para cada aparelho foram realizadas três leituras com intervalos de 20 segundos. Os resultados demonstraram que 68 aparelhos apresentavam valores abaixo de  $200 \text{ mW/cm}^2$ , 27 entre 200 e  $300 \text{ mW/cm}^2$  e cinco acima de  $300 \text{ mW/cm}^2$ , concluindo, assim, que apenas 5% dos aparelhos apresentavam condições satisfatórias para polimerizar compósito.

Correr Sobrinho et al. (2002) avaliaram a resistência ao cisalhamento de quatro materiais para a colagem de braquetes e os tipos de fratura nos tempos pós-fixação de 10 minutos e 24 horas. As faces vestibulares de 32 pré-molares foram condicionadas com ácido fosfórico a 35% (3M/ESPE®) por 30 segundos, sendo que 16 deles, os braquetes (Dental Morelli) foram fixados com resina Z100 e nos demais com Concise Ortodôntico. Em 32 dentes, os braquetes foram fixados com Fuji I e Fuji Ortho LC, sem condicionamento ácido do esmalte. Após a colagem, 32 corpos-de-prova foram armazenados em água destilada a  $37^\circ\text{C}$  por 10 minutos e os demais por 24 horas. Segundo os resultados, os maiores valores de resistência ao cisalhamento aos 10 minutos e 24 horas foram observados com o Concise Ortodôntico, com uma diferença estatística significativa sobre os outros materiais. Além disso, observou-se que os valores obtidos no período de 24 horas foram superiores em relação aos 10 minutos, independentemente do material utilizado.

Caputo (2003) avaliou, em seu estudo, o Enhance LCTM como um potencializador de adesão do adesivo ao dente, em esmalte contaminado por saliva após o condicionamento ácido 37% (3M do Brasil). Sua efetividade foi testada com os adesivos Light Bond® e Transbond-XT®, em esmalte contaminado por saliva e seco. Para este estudo foram utilizados 10 dentes de humanos, hígidos e recém

extraídos, para cada grupo. Após o teste de cisalhamento em uma máquina INSTRON, concluiu-se que o Enhance LC<sup>®</sup> foi eficiente em aumentar a adesão dos adesivos em esmalte contaminado por saliva pós-condicionamento ácido e tanto associado ao Light Bond<sup>®</sup> como ao Transbond-XT<sup>®</sup>.

## **2.2 Colagem de braquetes sobre materiais restauradores ou protéticos.**

O trabalho de Smith et al. (1988) teve como objetivo avaliar as resistências adesivas de dois compósitos ortodônticos às superfícies de porcelana tratadas, o efeito da termociclagem e a superfície da porcelana após o condicionamento. Sessenta discos de porcelana foram divididos em três grupos de tratamento superficial: Silano (S), asperização e silano (RS) e asperização (R). Mediante os resultados pode-se concluir que o efeito da termociclagem não foi significativo e que a asperização da porcelana e o tratamento com silano alcançaram resistências adesivas que poderiam ter sucesso clínico. A asperização sem o tratamento com silano pode não produzir resistências de união clinicamente aceitáveis

Segundo Andreasen & Stieg (1988), a prática ortodôntica tem incluído uma grande proporção de adultos, os quais muitos desses apresentam coroas e pontes fabricadas de porcelanas, metais não-nobres e ouro. Nesses casos a colagem de braquetes ortodônticos à restauração promove uma alternativa satisfatória. Neste estudo os autores relatam como vantagens da colagem direta à superfície a melhor higiene oral, redução da irritação aos tecidos moles, queda do risco de descalcificação do dente, melhor estética e redução do tempo de atendimento. Tratando-se de colagem direta de braquetes à porcelana os autores

preconizam o uso de silano, a fim de aumentar a resistência adesiva da resina à porcelana.

Schwartz et al. (1990) compararam dois tipos de sistema adesivo para colagem sobre resina composta: adesivos de “passo único” (Unite-Unitek, System 1+Ormco Corporation, Mono-Lok 2 ) e adesivos fotoativados (Silux Plus-3M, P-50-3M). Os testes foram realizados sobre amostra que não receberam tratamento superficial (controle) e sobre amostras que foram utilizados quatro tipos de tratamento de superfície: condicionamento com ácido ortofosfórico a 37%; abrasão com ponta diamantada em alta rotação; camada de agente união silano e camada de agente de união dentinária. Segundo os resultados, nenhuma diferença significativa foi evidenciada entre os compósitos controle Silux Plus (média=4.3Mpa  $\pm$  2.0DP) e P-50 (média=4.4Mpa  $\pm$  1.4DP) colados com Cotacto. A colagem de superfícies não-tratadas com Unite (média=10.3Mpa  $\pm$  2.6DP) e Mono-Lok 2 (média=10.5Mpa  $\pm$  3.2DP) produziu valores de resistência significativamente maior do que Contacto. Os autores concluíram o uso de adesivo de “passo-único” para a colagem de braquetes ortodônticos a resinas compostas de micropartículas não-tratadas pode ser recomendado. Para a colagem de braquetes de aço-inoxidável nas resinas compostas híbridas, o uso de silano e agente adesão dentinária são sugeridos como um tratamento superficial.

Zachrisson & Buyukyilmaz (1993), em suas pesquisas, concluíram que o ataque ácido convencional é ineficiente para a colagem sobre porcelana. É necessário que ocorra uma retenção mecânica através de asperização com pontas diamantadas, uso de primers e uma resina altamente adesiva, o que pode ocasionar danos à porcelana, devido à alta força de adesão. Segundo este autor para a colagem em porcelana deve ser utilizado ácido fluorídrico a 9,6% por dois a quatro

minutos (o ácido fosfórico a 37% por dez minutos também pode ser utilizado), aplicar duas a três camadas de silano, colar o braquete com resina à base de BIS-GMA.

Jost-Brinkmann et al. (1996) analisaram mais de 25 associações de resina para colagem e sistema condicionante com relação à sua resistência adesiva a diferentes metais, assim como o amálgama. Para isso, foram utilizados botões linguais de aço-inoxidável colados com vários adesivos e suas resistências ao cisalhamento e tipos de falha adesiva foram determinados após 24 horas. Todas as amostras foram abrasionadas com óxido de alumínio de 50 microns por dois a quatro segundos através de micro-condicionante antes da colagem. Para comparação, os botões também foram colados ao esmalte bovino após abrasão com ar ou condicionamento convencional com ácido fosfórico a 37% (Dentsply®). Os resultados mostraram que, em todos os metais estudados, muitos materiais alcançaram resistências adesivas similares ou maiores do que aquelas conseguidas com a técnica de condicionamento ácido convencional no esmalte. Porém, segundo os autores, a resistência máxima não é sempre desejável para a colagem do braquete, o tipo de falha adesiva também tem que ser considerado, uma vez que a abrasão com óxido de alumínio pode causar danos consideráveis ao esmalte dentro de quatro segundos.

Velásques (1998) em seu artigo, afirma que atualmente um grande número de pacientes adultos tem procurado a ortodontia e que a maioria deles apresenta diversas restaurações confeccionadas com os mais diversos materiais, tais como ligas metálicas ou materiais cerâmicos. Neste caso, segundo o autor, é necessário que se efetue microretenções a fim de favorecer o imbricamento da resina na superfície do substrato, aumentando a resistência da união. Neste trabalho, o autor sugere que a colagem de braquete em superfície de metal seja feita

após um condicionamento mecânico desta superfície com ponta diamantada ou pelo jateamento de óxido de alumínio. Posteriormente às retenções mecânicas, deve ser feito à aplicação de ácido fosfórico por 20 ou 30 segundos, a fim de eliminar qualquer tipo de contaminação (óleo, sujeira ou resíduos do pó de óxido de alumínio). Lavar abundantemente e secar a superfície. Dessa maneira a superfície metálica estará pronta para receber a aplicação do Primer Metálico e do Adesivo ProBOND para a colagem do braquete.

Tacon et al. (1998) estudaram *in vitro* a força de união existente entre braquetes e a superfície de amálgama utilizando cimentos resinosos como alternativa de cimentação de bandas ortodônticas. Foram realizados os seguintes tratamentos de superfície do amálgama: jateamento com AL203; superfície polida; rugosidade com ponta diamantada; condicionamento ácido e grupo controle. Os autores concluíram que os tratamentos mais efetivos da superfície metálica foram conseguidos com jatos abrasivos e pontas diamantadas em relação aos demais tratamentos. Os resultados mostraram necessidade de macro e micro retenção para melhor adesão de braquetes ortodônticos.

Lai et al. (1999) compararam a resistência ao cisalhamento de diferentes braquetes ortodônticos colados à resina composta de micropartículas utilizando diferentes tipos de sistema adesivo, avaliado o efeito da termociclagem na resistência ao cisalhamento. Foram testados dois tipos de braquetes em aço-inoxidável (Victory e Optimesch), um de cerâmica (Transcend 6000) e um de um de policarbonato (Spirit MB). As colagens foram realizadas com Fuji Ortho, System 1+ e Transbond XT<sup>®</sup>. Setenta e duas amostras de cada braquete foram divididas em três grupos para a colagem com um dos três adesivos. A superfície dos corpos-de-prova foram abrasionadas com disco Soflex-3M e condicionadas com ácido fosfórico 37%

(3M/ESPE<sup>®</sup>). Metade das amostras de cada grupo foi termocicladas e a outra ficou em água à 37°C. Os autores concluíram que todas as combinações de braquete-adesivo mostraram médias de força adesivas que foram clinicamente aceitáveis com exceção para a combinação Spirit MB/ System 1+. Com a termociclagem, ambas as combinações Optimesh/Transbond XT (média=26,8 Mpa) e VictorY/System 1+ (média=24,4 Mpa) mostraram maiores médias de força adesiva. A associação Spirit MB/Transbond XT<sup>®</sup> apresentou-se como a menos provável de causar danos às superfícies de resina composta. Segundo os autores as variáveis estudadas devem sempre consideradas juntamente com outros fatores, tais como, a resistência do próprio braquete, fricção dentro do slot do braquete, desejos do paciente, custo dos materiais e maloclusão existente.

Avaliando a resistência ao cisalhamento de braquetes colados à cerâmica dentária, Borges (2000) utilizou três variáveis: aplicação de silano, tratamento de superfície e três tipos de adesivo para colagem dos braquetes: Transbond XT<sup>®</sup>, Concise e Fuji Ortho LC. Os corpos-de-prova divididos em quatro grupos de acordo com o tratamento de superfície: Grupo I - condicionamento com ácido fosfórico 37% por 30 segundos; Grupo II - condicionamento com ácido hidrófluorídrico 10% por dois minutos; Grupo III - jateamento com óxido de alumínio por 4 segundos e Grupo IV - apenas profilaxia com pedra pomes e água por 30 segundos. De acordo com a análise dos resultados pode-se concluir que independente do tratamento de superfície da cerâmica e silanização, o Transbond XT<sup>®</sup> mostrou valores superiores em relação ao Concise e ao Fuji Ortho LC. O condicionamento da superfície da cerâmica com ácido hidrófluorídrico 10% apresentou valores superiores em relação ao jateamento com óxido de alumínio e a aplicação do silano aumentou a resistência da união entre o braquete e a cerâmica para os três materiais e tratamentos

superficiais, com exceção para os braquetes colados com Concise em superfícies submetidas à profilaxia com pedra pomes.

Sampaio & Pacheco (2001), realizaram um estudo com o objetivo de avaliar a influência do tempo de aplicação do ácido fluorídrico 4% comparado ao jateamento com óxido de alumínio no condicionamento de porcelana para colagem de acessórios ortodônticos com o compósito Concise Ortodôntico. Os autores utilizaram 50 placas de porcelana divididas em cinco grupos e cada grupo foi exposto a tempos diferentes de ácido fluorídrico. O grupo I foi exposto há um minuto; o grupo II, há dois minutos; o grupo III, há três minutos; o grupo IV, há quatro minutos. A média de resistência da união à tração dos grupos foi: 7,25Mpa, 6,74Mpa, 7,34Mpa, 8,72Mpa e 5,98Mpa, respectivamente. Neste trabalho os autores concluíram que os resultados não apresentaram diferenças estatisticamente significativas no teste de resistência à tração. Desta forma este estudo recomendou que fosse usado um condicionamento ácido a 4% por um minuto com ácido fluorídrico ou jateamento com óxido de alumínio por cinco segundos para que no momento da descolagem do acessório a superfície da porcelana esteja pouco danificada ou até mesmo intacta, necessitando apenas de polimento para a remoção do agente de união.

Segundo Vieira (2002), nos últimos anos a população que procura tratamento ortodôntico tem sido representada por um grande número de indivíduos adultos. Em relação aos adolescentes, os adultos apresentam maior quantidade de restaurações em amálgama em molares, coroas e pontes em porcelana ou em metais preciosos. Com base nisso, o autor realizou um trabalho com o objetivo de fazer uma revisão dos materiais e técnicas mais recentes para colagens de acessórios ortodônticos em superfícies artificiais como amálgama, ouro ou

porcelana. Mediante a literatura analisada, chegou-se às seguintes conclusões: a) é possível realizar colagens ortodônticas eficientes restaurações de amálgama e à superfície de porcelana; b) o preparo de superfície de amálgama ou de porcelana pelo jateamento apresenta características retentivas superiores às realizadas com pontas diamantadas; c) o ácido hidrófluorídrico é mais efetivo que o jateamento para a asperização da superfície da porcelana, porém apresenta riscos quanto à sua utilização devido ao seu grande potencial corrosivo; d) a utilização do ácido hidrófluorídrico e a remoção do “glaze” aumentou o índice de fraturas da superfície da porcelana.

Sant’anna et al. (2002) desenvolveram um estudo com a finalidade de avaliar a influência de vários tratamentos de superfície da porcelana sobre a resistência de cisalhamento de braquetes ortodônticos colados sobre a porcelana e o modo de fratura após a colagem. Foram divididas em quatro grupos, oitenta peças de porcelana feldspática: (GI) a porcelana foi mantida intacta, (GII) asperização com ponta diamantada, (GIII) condicionamento com ácido fluorídrico 10% e (GIV) jateamento com óxido de alumínio. Os corpos de prova foram tratados com silano e os braquetes foram colados com Concise. Após o teste de cisalhamento observou-se que todos os grupos alcançaram-se forças adequadas para suportar as forças ortodônticas. Entretanto, um maior número de fraturas ocorreu onde o glaze foi removido. Este estudo demonstrou que selecionando adequadamente os materiais, somente com a utilização de compósito e silano, pode-se promover a colagem de braquetes.

Segundo Borges et al. (2003), o jateamento com óxido de alumínio deve ser utilizado com partículas de óxido de alumínio de 50 $\mu$ m com aparelhos denominados de microjato. O tempo de jateamento por três a cinco segundos com

um fluxo de ar de 60 a 80 libras a uma distância de 5 mm e o condicionamento com ácido Hidrofluorídrico por dois minutos são o suficiente para promover irregularidades microscópicas na cerâmica feldspática, aumentando a força de adesão.

Schmage et al. (2003), em seus estudos, concluíram que a asperização com ponta diamantada, com média de 1,6 Mpa, promove uma superfície microrretentiva e causa maior grau de aspereza da superfície do que o condicionamento com ácido fluorídrico, assim como menores valores de resistência de união em comparação ao jateamento com óxido de alumínio+silano (15,8 Mpa) e ácido fluorídrico (14,7 Mpa). Apesar de ser um procedimento simples e rápido, a ponta diamantada causa maior destruição da superfície da cerâmica.

Segundo Pascotto (2002), muitas vezes, o profissional se depara com a necessidade de aderir o acessório ortodôntico sobre diferentes materiais restauradores, como amálgama, resina composta ou cerâmica, ficando em dúvida de qual a melhor forma de proceder para obter valores de retenção satisfatória. A autora sugere que quando houver uma restauração em amálgama ou resina composta na superfície vestibular do dente a receber o braquete, antes da aplicação da técnica adesiva, o profissional deverá criar retenções mecânicas na superfície da restauração, seja por meio de asperização com ponta diamantada, microporosidades a partir de jateamento com partículas de óxido de alumínio ou confecção de orifícios com broca no 1/4 a fim de obter uma colagem efetiva.

Bishara et al. (2003) estudaram a colagem de braquetes sobre resina composta mediante diferentes preparos de superfície (nenhum preparo, ponta diamantada, jateamento e silano) associados ao condicionamento com ácido

fosfórico a 37% (Dentsply®)+primer ou primer condicionante. Após os testes de cisalhamento, pode-se concluir o procedimento que proporciona maior resistência na colagem à superfície do compósito é o preparo da superfície com broca diamantada (média =  $9.4 \pm 1.3$ Mpa) juntamente com ácido fosfórico a 37% e um selante, previamente à fixação do braquete com o adesivo. O jateamento (média =  $7.8$ Mpa  $\pm$  2.2 DP) e o silano (média =  $7.8$ Mpa  $\pm$  2.3 DP) não diferiram estatisticamente entre si.

Borges et al. (2004) avaliaram a resistência ao cisalhamento de braquetes fixados à cerâmica dental, utilizaram as variáveis: materiais de cimentação e tratamento de superfície com silano. Confeccionaram 48 discos de porcelana com 7 mm de diâmetro na superfície, 6 mm na região oposta e 4 mm de espessura, foram em resina e separados em dois grupos de 24 amostras cada. Grupo I - condicionamento com ácido fluorídrico 10%, por dois minutos e aplicação do silano; e, Grupo II - sem aplicação do silano. Os braquetes foram fixados à cerâmica com Concise Ortodôntico, Transbond XT® ou Fuji Ortho LC. As amostras foram armazenadas em água destilada numa estufa por 24 horas e submetidas ao teste de cisalhamento numa máquina universal Instron com velocidade de 0,5mm/minuto. Os resultados mostraram que a aplicação do silano aumentou estatisticamente a resistência da união cerâmica/braquete para os três materiais de colagem. O Transbond XT® (média=9,42Mpa) mostrou valores de resistência ao cisalhamento estatisticamente superiores em relação ao Concise (média=7,85Mpa) e Fuji Ortho LC (média=5,73Mpa), exceto para a condição com aplicação do silano, onde não houve diferença entre Transbond XT® (média=11,69Mpa) e Concise Ortodôntico (média=10,67Mpa).

Estudando a resistência ao cisalhamento de braquetes colados em superfície de resina composta, Tavares et al. (2004) elaboraram 30 discos de resina

composta fotopolimerizável (Durafill) inseridos em tubos de PVC preenchidos por resina acrílica quimicamente ativada. Os corpos-de-prova foram separados aleatoriamente e divididos em três grupos de dez. O grupo I (controle) não recebeu nenhum condicionamento na superfície de resina composta. No grupo II a superfície recebeu tratamento de Jato de Óxido de Alumínio com partículas de 50 µm. No grupo III a superfície de resina composta recebeu ranhuras realizadas com broca diamantada em alta rotação. Os braquetes foram colados, após o preparo das superfícies, com compósito ativado quimicamente (Concise Ortodôntico, 3M). Após o teste de cisalhamento concluiu-se que os braquetes metálicos colados em superfície de resina composta condicionada com jato de óxido de alumínio apresentaram melhores valores de resistência ao cisalhamento, com média de 5,76 Mpa, e que o condicionamento da superfície de resina composta através de ranhuras causadas por pontas cilíndricas diamantadas em alta rotação foram ineficazes em aumentar a resistência ao cisalhamento. Este grupo apresentou média de 3,01 Mpa.

Ajlouni et al. (2005) desenvolveram um estudo a fim de avaliar os efeitos de um novo primer auto-condicionante sobre a resistência ao cisalhamento de braquetes ortodônticos colados à superfície de porcelana. Foram avaliados 3 grupos: G I (controle), os dentes com porcelana foram condicionados com ácido fosfórico 37% (Dentsply®) seguido de um selante e os braquetes foram colados com adesivo resinoso; G II, os dentes porcelanados foram micro-condicionados e ácido hidrofluorídrico e silano foram aplicados, então os braquetes foram colados com adesivo à base de resina composta; G III, os dentes com porcelana foram condicionados com ácido fosfórico e um primer auto-condicionante e adesivo foram aplicados antes da colagem. Segundo os resultados, os grupos II e III tiveram os

maiores resultados de resistência adesiva e não diferiram estatisticamente entre os mesmos.

Prietsch et al. (2005) em seu trabalho de revisão literária relata que a colagem de braquete sobre restaurações de cerâmica tem sido uma necessidade cada vez mais freqüente nas intervenções ortodônticas. Segundo os autores, o procedimento de colagem pode ser realizado por meio de tratamento da superfície da cerâmica, como o condicionamento com ácido fluorídrico, o jateamento com óxido de alumínio, a asperização com ponta diamantada e o uso de silano, associados ao emprego de adesivos e resinas compostas, assim como de cimentos de ionômero de vidro modificados por resina. Neste trabalho é citado pelos autores que uma das desvantagens do jateamento é o fato de o mesmo espalhar partículas durante a aplicação, havendo necessidade de um aspirador de alta potência e o uso do dique de borracha. O uso do ácido fluorídrico também teria uma desvantagem, uma vez que o mesmo tem potencial de lesar a mucosa em caso de entrar em contato acidentalmente, sendo necessários cuidados durante o manuseio.

### **2.3 Tratamento de superfície para reparos de resina composta.**

Tendo em vista o escasso número de trabalhos referentes à colagem de braquetes sobre superfícies de resinas compostas, foram pesquisados na literatura estudos sobre reparos em resina composta que utilizam diferentes tratamentos de superfície, uma vez que a superfície avaliada é a mesma testada neste trabalho.

Crumper et al. (1989) pesquisaram a força de adesão de reparo em resina composta. Os corpos-de-prova receberam uma combinação de tratamentos mecânicos e químicos. Após o teste de cisalhamento os resultados indicaram como

melhor tratamento de superfície para o reparo, a asperização com ponta diamantada, seguida pelo condicionamento com ácido fosfórico e aplicação de um agente adesivo.

Söderholm & Roberts (1991), buscaram avaliar a influência da idade do compósito, o armazenamento em água e o agente adesivo sobre a resistência de reparos em resina composta. O tratamento mecânico de superfície utilizado foi a asperização com ponta diamantada. Os grupos receberam diferentes técnicas adesivas antes do reparo, porém todos foram tratados com ácido fosfórico por 60 segundos previamente. O tempo de envelhecimento variou de 1 a 60 dias. Os resultados mostraram que não houve diferença com relação ao tempo de armazenamento em seco antes do reparo (1 a 60 dias). Porém, os grupos que ficaram um longo período em água, sofreram redução na resistência. Após 90 e 360 dias em água, a resistência dos espécimes variou de 25% a 50% da resistência coesiva dos espécimes controle. Quanto às técnicas adesivas, o grupo que recebeu apenas condicionamento ácido teve resistência flexural menor que os grupos que receberam qualquer agente químico. Os autores concluíram, neste estudo, que o principal mecanismo de adesão nos reparos em resina é a retenção mecânica.

Swift Júnior et al. (1992) avaliaram a eficiência dos tratamentos de superfície no processo de reparo de cinco resinas compostas (três híbridas, uma de pequenas e uma de micropartículas). As superfícies foram submetidas aos tratamentos de superfícies: jateamento de partículas de óxido de alumínio, condicionamento com ácido fluorídrico e condicionamento com flúor fosfato acidulado. Os resultados mostraram que o jateamento produziu os reparos com maior resistência, devido a um aumento substancial da rugosidade da superfície, proporcionando uma superfície mecanicamente retentiva. O efeito do

condicionamento com ácido fluorídrico variou segundo o tipo de resina utilizado e não aumentou a resistência dos reparos. O condicionamento com flúor fosfato acidulado resultou nas menores forças de adesão, com exceção quando utilizado na resina de micropartículas. Os autores, ainda sugerem nos casos em que a composição das resinas for desconhecida, se evite o uso de condicionadores ácidos, devendo-se aplicar métodos de abrasionamento mecânicos.

Flores et al. (1995) realizaram um estudo com o propósito de avaliar o efeito do tempo e o tratamento de superfície na força adesão a um reparo de resina VariGlass VLC. Foram avaliados cinco minutos e sete dias após o reparo. As superfícies de VariGlass receberam diferentes tratamentos: nenhum tratamento; primer e adesivo; ácido fosfórico 37% (30 segundos), primer e adesivo. Os resultados indicaram que a força de adesão de espécimes reparadas a cinco minutos era significativamente maior quando nenhum tratamento de superfície era usado antes de conserto. A força de adesão do grupo reparado há uma semana não era modificada pelo de tratamento de superfície.

Brosh et al. (1997) testaram os efeitos da combinação de tratamentos de superfície e agentes adesivos na força de união e cisalhamento de superfícies de resinas compostas. Os autores concluíram que a utilização de um agente adesivo sozinho ou combinado com silano foi mais efetiva em aumentar a força de adesão dos espécimes reparados, independentemente do tratamento de superfície utilizado. A silanização com agente adesivo aumentou, porém não significativamente, a resistência dos reparos, quando comparados a somente agente adesivo. Os maiores valores de resistência foram conseguidos pelo abrasionamento da superfície com pedra carborundum e jateamento com partículas de óxido de alumínio, enquanto os menores foram produzidos pelo condicionamento com ácido fluorídrico.

Hummel et al. (1997) analisaram diferentes tratamentos de superfície realizados sobre três tipos de resina composta (2 híbridas e 1 composta). Os tratamentos de superfície analisados foram o jateamento de óxido de alumínio combinado ou não com o ácido fosfórico a 37% ou com fluorídrico a 54%. Após o teste de cisalhamento, os resultados demonstraram que não houve diferença estatística entre os tratamentos realizados. Porém, o jateamento seguido de condicionamento com ácido fosfórico produziu os melhores resultados de adesão para as três resinas testadas.

Schneider et al. (1997) avaliaram a resistência de união de seis técnicas diferentes de tratamento superficial em reparos em resina composta. Os autores utilizaram grupos com ácido fosfórico 10% (Flúor Etchant<sup>®</sup>) e ácido fluorídrico 37% (Flúor Etchant<sup>®</sup>), todos com o tempo de 60 segundos. Os maiores valores de resistência de união foram obtidos com o tratamento superficial utilizando-se ácido fosfórico com 20,72 Mpa, ficando o ácido fluorídrico com 15,66 Mpa.

Lewis et al. (1998) analisaram o quanto o tipo de superfície de espécimes recém executados confeccionados em duas resinas compostas híbridas afeta a força de adesão. Foram avaliados três tipos de superfície: superfície polimerizada contra uma tira de matriz, superfície polimerizada exposta ao ar e asperizada com discos de lixa. Segundo os resultados, houve melhor desempenho dos espécimes polimerizados contra a tira de matriz. A asperização da superfície diminuiu severamente o índice de desempenho.

Em 1998, Souza testou a resistência à tração e ao cisalhamento de reparos em resina composta realizados após 30 dias de armazenamento dos espécimes não reparados em água. Previamente ao preparo dos corpos-de-prova foi realizado tratamento de superfície para cada grupo, contendo 10 amostras cada. O

tratamento inicial era realizado com condicionamento da superfície com ácido fosfórico ou com ácido fluorídrico ou fazendo o jateamento de óxido de alumínio. Posteriormente, era realizada a aplicação do sistema adesivo, precedida ou não, da aplicação de um agente silano ou de um ativador a base de metacrilato. Os resultados mostraram que quando o condicionamento com ácido fluorídrico e o jateamento de óxido de alumínio proporcionava maior rugosidade superficial, maior era a resistência de união. Os tratamentos químicos testados pareceram não aumentar a resistência dos corpos-de-prova preparados.

Em 2000, Freitas et al. avaliaram a resistência de reparos realizados em resina compostas. As amostras foram divididas em seis grupos que receberam tratamento mecânico específico. Os grupos A e B tiveram as superfície desgastada com ponta diamantada, os grupos C e D foram preparados com disco Sof Lex (3M) de granulação média e os grupos E e F receberam jateamento com partículas de óxido de alumínio de 50µm. Os grupos B, D e F receberam, previamente ao adesivo, duas camadas de silano. Os corpos-de-prova foram submetidos ao teste de tração em uma máquina de ensaios universal. Os resultados obtidos indicaram que os tratamentos de superfície que promoveram maior rugosidade desempenharam-se melhor e, ainda, que a utilização do agente silanizador não conseguiu elevar significativamente a resistência de união quando comparado à utilização do adesivo isoladamente.

Melo (2001) avaliou a influência de diferentes tratamentos de superfície na resistência à tração de reparos em resina composta, confeccionados sobre uma resina de laboratório, Artglass. Sessenta amostras de Artglass foram divididas em seis grupos: G1) condicionamento com ácido fosfórico a 35% (Ultra-Etch<sup>®</sup>, Ultradent Products Inc., EUA); G2) asperização com ponta diamantada; G3) asperização com

disco de lixa; G4) jateamento com óxido de alumínio (50 $\mu$ m); G5) condicionamento com ácido fluorídrico a 9,5% associado ao agente silano e G6) sem tratamento de superfície. Após os tratamentos de superfície as amostras receberam aplicação de agente adesivo (PG1) previamente ao reparo com resina composta. O grupo seis (controle) não recebeu tratamento de superfície ou agente adesivo antes do procedimento de reparo. Após os testes de tração em uma máquina Instron, concluiu-se que não houve diferenças estatisticamente significante entre os grupos que receberam aplicação de agente adesivo, independentemente do tratamento de superfície executado. Porém, as médias de resistência à tração desses grupos foram significativamente maiores do que a do grupo controle.

Com o objetivo de avaliar qual tratamento de superfície sobre resina composta proporciona maior rugosidade superficial, proporcionando, assim, maior estabilidade de reparo em resina, Freitas (2001) testou diferentes tipos de tratamento de superfície: ácido fosfórico a 35%, ácido fluorídrico a 10% e jateamento com óxido de alumínio de 50  $\mu$ m. Tais tratamentos foram seguidos da aplicação de um agente adesivo, associado ou não a um silanizador. Após os testes de cisalhamento e de tração pode-se verificar que os tratamentos que proporcionaram maior rugosidade superficial obtiveram maior resistência, sendo eles: o jateamento com óxido de alumínio e condicionamento com ácido fluorídrico. Pode-se observar, ainda, que a utilização do agente silano não conseguiu elevar, com significância, a resistência dos reparos quando comparada à aplicação do adesivo isoladamente. Comparando-se os resultados dos testes realizados após 30 dias e 8 meses, pode-se verificar que o reparo manteve-se estável para os grupos tratados com jateamento de partículas de óxido de alumínio, fato que possibilita a indicação clínica segura deste procedimento.

Lucena et al. (2001) avaliaram a efetividade de combinações diferentes de tratamentos de superfície e dois agentes de união: Herculite XRV e Heliomolar. As superfícies de compósitos foram tratadas com combinações diferentes de jateamento de óxido de alumínio, ácido de fosfórico (1 min), ácido de hidrofluorídrico (dois minutos), acetona, Special Bond II, Heliobond, e Prime & Bond 2.0. Na análise dos resultados, o tratamento de superfície com abrasão de ar resultou na melhor força de adesão; o tratamento de superfície com ácido fosfórico resultou numa força de adesão mais fraca. O uso de jato de óxido de alumínio e Prime & Bond 2.0 adesivo melhorou a força adesão, consideravelmente, por ambas as combinações testadas, sendo, 14,65 Mpa com Herculite XRV e 14,13 Mpa com Heliomolar.

Souza Júnior et al. (2003) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar o tratamento de superfície que proporcionaria maior resistência à tração e ao cisalhamento nos reparos em resina. Cada grupo, dos corpos-de-prova analisados, recebeu um tratamento específico: ácido fosfórico a 35%, ácido fluorídrico a 10% ou jateamento com partículas de óxido de alumínio de 50 $\mu$ m. Tais tratamentos foram seguidos da aplicação de um agente adesivo associado ou não a um agente silanizador. Na análise dos resultados foi verificado que, para os testes propostos, os tratamentos de superfície se comportaram da mesma forma, e o jateamento com óxido de alumínio e o condicionamento com ácido fluorídrico proporcionaram maior rugosidade superficial e maior resistência, com médias de 17,6Mpa e 22,2Mpa, respectivamente. Neste estudo, pode-se observar, ainda, que a utilização do agente silano não conseguiu elevar significativamente a resistência dos reparos quando comparados àqueles grupos em que se aplicou apenas o adesivo.

Silveira (2003) avaliou diferentes tratamentos de superfície a fim de testar à micro-tração em reparos em resina composta, utilizando o compósito Tetric Ceram.

Foram concebidos nove grupos, sendo que no momento do reparo, cada grupo recebeu um tratamento de superfície específico: ácido fosfórico a 37%, ácido fluorídrico a 10% ou jateamento com partículas de alumínio de 50 µm. Foram também confeccionados espécimes íntegros que não sofreram nenhum tipo de reparo e compunham o grupo controle. Na análise dos resultados pode-se verificar que os espécimes que não sofreram nenhum tipo de reparo apresentaram resistência à tração estatisticamente superior em relação aos reparados independentemente do tratamento superficial empregado sobre os últimos. Observou ainda que o emprego do ácido fosfórico e posterior inserção do sistema adesivo, bem, como a utilização do agente silanizador seguida da aplicação do intermédio de asperização com ponta diamantada nº 1.012 KG (Sorensen), como também por jateamento com partículas de óxido de alumínio. Após o tratamento de superfície, a área de reparo foi condicionada com ácido fosfórico 37%, e o agente adesivo foram utilizados sem fotopolimerização prévia à adição do material restaurador. Depois do teste de resistência à tração, observou-se que a realização de retenções mecânicas apresentou resistência à tração significativamente inferior à força coesiva do material. A utilização de jateamento com partículas de óxido de alumínio proporcionou maior resistência de união.

Bonstein et al. (2005) analisaram tratamentos de superfície variados, combinados com adesivos para averiguar a força adesão para reparos em resina composta. Cada grupo recebeu um tratamento de superfície diferente: grupo controle, ácido fosfórico 37% (Ivoclar, Vivadent, Schaan, Liechtenstein<sup>®</sup>), ponta diamantada (SS Whit Burs<sup>®</sup>), abrasão a ar, primer+silano combinado com abrasão a ar. Após o teste de tração detectou-se que o grupo que recebeu abrasão com ponta diamantada ( $27.0 \pm 4.96\text{Mpa}$ ) obteve maior força de adesão que os outros. O grupo

tratado com ácido fosfórico ( $23.0 \pm 4.97\text{Mpa}$ ) resultou nos piores resultados, assemelhando-se ao grupo controle.

Minatti et al. (2005) compararam o efeito de diferentes tratamentos mecânicos de superfície na resistência à tração de reparos em resina composta direta. Os grupos experimentais foram reparados após o tratamento mecânico da superfície, por intermédio da realização de retenções mecânicas com boca diamantada esférica, como também após o jateamento da superfície com partículas de óxido de alumínio. Após o teste de resistência à tração pode-se concluir que o jateamento da superfície proporcionou reparos em resina composta com maior resistência de união, com média de 20,82 Mpa. A ponta diamantada, por sua vez, obteve média de 14,39 Mpa.

### **3 PROPOSIÇÃO**

Este estudo teve como objetivo avaliar a resistência ao cisalhamento de braquetes metálicos colados em superfícies de resina composta submetidas a diferentes tratamentos de superfície.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 Confeção dos corpos de prova

Para realização desta pesquisa foram confeccionados 50 discos de resina composta. A padronização destes discos foi obtida através de uma matriz de acrílico com uma placa de vidro na base para assentamento. A matriz apresentava orifício com diâmetros diferentes em cada uma das extremidades a fim de proporcionarem amostras retentivas tronco-cônicas que possibilitem a retenção das mesmas no momento da inclusão em resina acrílica (Sampaio, Pacheco, 2001), sendo o diâmetro na face superior de 7 mm e na base de 9 mm, e espessura de 4 mm.

A matriz, previamente isolada com vaselina, foi preenchida com a resina composta Z100 (3M/ESPE<sup>®</sup>) com auxílio da espátula de inserção nº1 (Premier<sup>®</sup>) e, posteriormente, fotopolimerizada com luz halógena por 20 segundos em cada na face, conforme instrução do fabricante (figura 1). A fotopolimerização foi feita com aparelho Gnatus<sup>®</sup> com luz halógena com intensidade constante de 450mW/cm<sup>2</sup>. A intensidade de luz do aparelho fotopolimerizador foi aferida com um radiômetro (DEMETRON<sup>®</sup>), a cada cinco ativações.

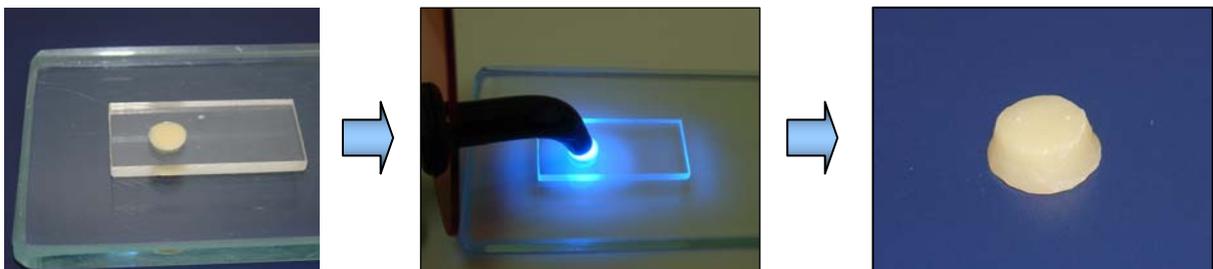


Figura 1 - Confeção do botão de resina composta na matriz acrílica sobre a placa de vidro.

Estes botões de resina composta foram inclusos em dispositivos de PVC de 20 mm de diâmetro interno e 25 mm de diâmetro externo, com 20 mm de altura (Tavares et al., 2004). Para tal, a face superior (menor diâmetro) do botão de resina foi fixada contra uma lâmina de cera utilidade (Jon<sup>®</sup> Produtos Odontológicos), esta face é que recebeu a colagem do braquete. O cilindro de PVC fora posicionado na cera de modo que o botão de resina composta ficasse localizado exatamente no centro do mesmo. Tanto o botão de resina quanto o cilindro ficaram levemente intruídos na cera para que não houvesse extravasamento da resina acrílica junto à interface.

A resina acrílica autopolimerizável (JET CLÁSSICO<sup>®</sup>) foi vertida lentamente no interior do cilindro, ainda na fase arenosa, para que não houvesse deslocamento da posição. Com a resina acrílica completamente polimerizada os cilindros foram removidos da lâmina de cera e limpos com auxílio de água quente, sendo utilizado pedra pomes com taça de borracha em baixa rotação para acabamento e limpeza da resina composta.



Figura 2 - Botão de resina composta inserido na resina acrílica.

## 4.2 Preparo das superfícies

Após o armazenamento em água destilada por 30 dias, em temperatura ambiente, os 50 corpos-de-prova foram secos com ar comprimido e divididos em 5 (cinco) grupos, separados aleatoriamente, onde cada grupo possuía 10 (dez) exemplares. Cada grupo recebeu um tratamento de superfície específico. Foram estabelecidos os seguintes grupos:

- a) Grupo Ponta Diamantada (G1): asperização com ponta diamantada N<sup>o</sup> 3205 (KG Sorensen<sup>®</sup>) em turbina de alta rotação, sob refrigeração de ar e spray, após asperização foi feita lavagem e secagem (Melo, 2001; Bonstein et al., 2005);
- b) Grupo Ácido Fluorídrico (G2): condicionamento por 60 segundos com ácido fluorídrico 10% (Dentsply<sup>®</sup>), com lavagem e secagem por 30 segundos (Schneider et al., 1997; Sampaio, Pacheco, 2001);
- c) Grupo Óxido de Alumínio (G3): jateamento com óxido de alumínio com partículas de 50µm, a um cm de distância da superfície, durante 5 a 10 segundos, até a resina ficar opaca (Tavares et al., 2004);
- d) Grupo Ácido Fosfórico (G4): condicionamento por 60 segundos com ácido fosfórico 35% (3M/ ESPE<sup>®</sup>), com lavagem e secagem por 30 segundos (Bishara et al., 2003);
- e) Grupo Controle (G5): sem tratamento de superfície.

## 4.3 Procedimento de colagem dos braquetes

Após o preparo das superfícies foi realizada a colagem dos braquetes

Straight-Wire (Dental Morelli<sup>®</sup>) sobre as superfícies dos corpos-de-prova de resinas compostas utilizando-se o sistema adesivo Transbond XT<sup>®</sup> (3M/ ESPE<sup>®</sup>) de acordo com a descrição que se segue.

Com um aplicador (KG<sup>®</sup>) foi inserido o adesivo (Adhesive Primer Transbond-XT<sup>®</sup>) sobre a superfície do botão de resina. Após este procedimento, com o auxílio de uma espátula de inserção nº 1 (Premier<sup>®</sup>), foi aplicada a resina (Transbond-XT<sup>®</sup>) sobre a base do braquete, que fora levado em posição de colagem com a pinça de apreensão (Dental Morelli<sup>®</sup>) e levemente pressionado contra a superfície do corpo-de-prova, com pressão manual até provocar o escoamento do sistema adesivo.

Após o posicionamento do braquete e a remoção do excesso do material escoado com sonda exploradora (figura 3), foi realizada a fotopolimerização por 40 segundos, sendo dez segundos em cada face (distal, mesial, gengival, oclusal), conforme orientação do fabricante, com o aparelho Gnatus<sup>®</sup> com luz halógena com intensidade constante de 450mw/cm<sup>2</sup>.

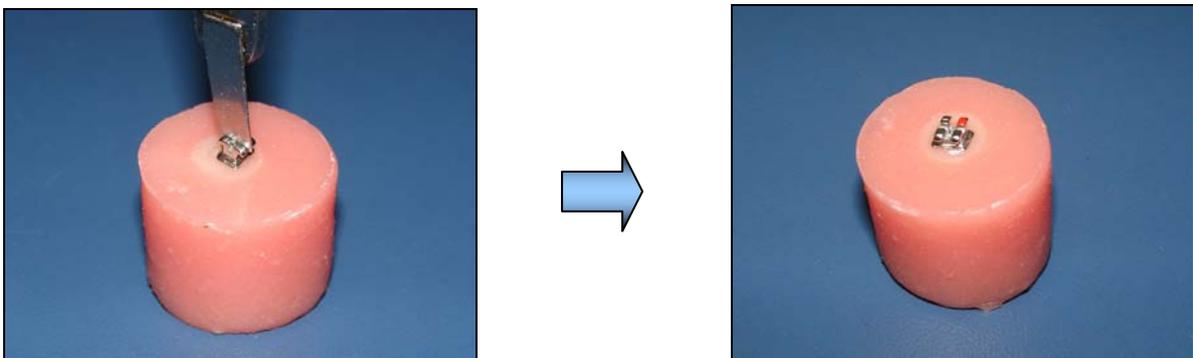


Figura 3 - Posicionamento do braquete sobre a superfície do botão de resina.

#### 4.4 Teste de resistência ao cisalhamento

O teste de resistência ao cisalhamento foi realizado no laboratório de ensaio de materiais dentários do Centro de Pesquisas Odontológicas São Leopoldo Mandic - Centro de Pós-Graduação, Campinas, SP.

Após a colagem dos braquetes os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada numa estufa a 37°C por 24 horas (Romano et al., 2005; Ajlouni et al., 2005). Posteriormente, os corpos-de-prova foram submetidos ao teste de cisalhamento em uma Máquina Universal de ensaios EMIC, modelo DL 2000, equipada com célula de carga de 200N a velocidade de 0,5mm/min até a ruptura de união braquete-resina (Sampaio, Pacheco, 2001; Vasques, 2005). Os corpos-de-prova foram fixados aos mordentes da máquina de modo que a força fosse paralela à superfície do braquete, imprimindo a tensão de cisalhamento, simulando o que ocorre em boca. Para aplicação desta tensão sobre o braquete utilizou-se um cinzel em aço inoxidável com 10 mm de largura por 1 mm de espessura (figura 4). A força foi registrada em quilograma-força (Kgf) e em seguida esse valor foi dividido pela área da superfície do braquete, obtendo assim o valor da resistência ao cisalhamento em quilograma-força por milímetro quadrado (Kgf/mm<sup>2</sup>), através da seguinte fórmula:  $R=F/A$ .

R = Resistência ao cisalhamento.

F = Carga necessária para o rompimento de união braquete/dente.

A = Área de base do braquete.

Posteriormente, os valores em Kgf/mm<sup>2</sup> foram convertidos em Mega-Pascal (Mpa) sendo multiplicados por 9,807 (Caputo, 2003).

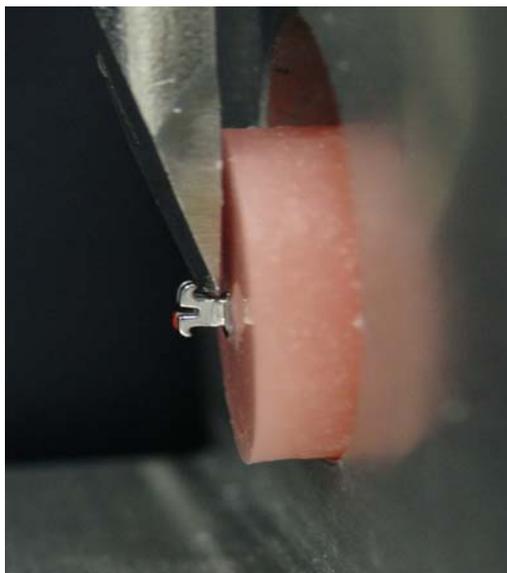


Figura 4 - Aplicação da tensão de cisalhamento com cinzel.

#### **4.5 Análise Estatística**

A comparação dos grupos experimentais foi realizada pelo teste não paramétrico Kruskal-Wallis, empregando-se o teste de Comparações Múltiplas para as verificações individuais (Método de Dunn). Os cálculos estatísticos foram realizados pelo pacote Bioestat 4.0, e o nível de significância adotado foram de 5%.

## 5 RESULTADOS

A tabela 1 apresenta os resultados de cisalhamento observados nos diferentes grupos de estudo.

Tabela 1 - Média e desvio padrão da resistência ao cisalhamento dos grupos testados.

	Ponta Diamantada	Ácido Fluorídrico	Óxido de Alumínio	Ácido Fosfórico	Controle
Média	9,19 ab	10,42 a	10,78 a	6,58 b	6,93 b
Desvio padrão	1,62	1,64	3,78	1,54	1,97

Valores seguidos de letras iguais na horizontal não diferem entre si pelo teste Kruskal Wallis ( $p > 0,05\%$ )

De acordo com a análise da tabela e observa-se que o Grupo do Óxido de alumínio (G3) que obteve uma média final de 10,78 Mpa, assemelhou-se, estatisticamente, ao Grupo da ponta diamantada (G1), que obteve média final de 9,19 Mpa e ao Grupo do ácido Fluorídrico 10% (G2), com média final de 10,42 Mpa. Embora o Grupo da ponta diamantada não tenha se diferenciado estatisticamente dos Grupos do jato de óxido de alumínio e do ácido Fluorídrico, ele também não se diferenciou do Grupo Controle (G5).

O Grupo do Ácido Fosfórico 35% (G4) registrou menor resistência ao cisalhamento, com média final de 6,58 Mpa. Este grupo assemelhou-se, estatisticamente, ao Grupo Controle, o qual obteve média final de 6,93 Mpa.

## 6 DISCUSSÃO

Neste trabalho procurou-se realizar o máximo de padronização possível entre os grupos, a fim de se evitar fatores que pudessem interferir na veracidade dos resultados. Desta forma, os corpos-de-prova foram armazenados por 30 dias em água destilada a 37°C, antes da colagem dos braquetes, para que ocorresse o envelhecimento da resina composta, simulando a situação do meio bucal, como preconizado por Brosh (1997), Souza Júnior et al. (2003), Tavares et al. (2004), Ajlouni et al. (2005). Posteriormente a este processo, os corpos-de-prova foram separados aleatoriamente para a divisão dos grupos. Essa busca pela padronização pode ser vista na tabela dos resultados, em que mostra uma baixa variabilidade entre as amostras dentro de um mesmo grupo.

Durante a realização de um estudo *in vitro* torna-se difícil comparar os resultados obtidos com outros estudos, tendo em vista a grande variedade de materiais disponíveis, as variações na formulação e estrutura das resinas compostas, além das diferenças nas metodologias utilizadas na preparação dos corpos-de-prova e nos testes aplicados (Melo, 2001).

Embora se tenha procurado simular, em laboratório, ao máximo as situações do meio bucal, Lewis et al. (1998) ressaltaram que os resultados obtidos *in vitro* necessitam ser analisados como indicativos do comportamento clínico. O comportamento e a estabilidade das ligações, quando submetidas às condições da cavidade bucal, esforços mastigatórios e mudanças de temperatura, devem, ainda, ser investigados e esclarecidos (Freitas, 2001).

A confecção dos botões de resina foi realizada sobre uma placa de vidro, de modo que a superfície que fosse passar pelo preparo mantivesse uma lisura padronizada para todos os corpos-de-prova (Souza Júnior et al., 2003).

O uso da resina ortodôntica Transbond XT<sup>®</sup> e o adesivo/primer Transbond XT<sup>®</sup> deve-se ao fato de serem largamente empregados tanto na clínica ortodôntica quanto em pesquisas com colagem de acessórios ortodônticos (Caputo, 2003; Romano et al., 2005; Vásques, 2005).

Embora alguns autores tenham utilizado com sucesso em seus trabalhos a aplicação do ácido fosfórico com um tempo de 15 segundos (Melo, 2001) ou de 30 segundos (Lai et al., 1999), neste estudo foi utilizado um condicionamento de 60 segundos (Schneider et al., 1997; Bishara et al., 2003), a fim de padronizar os tempos de condicionamento do ácido fosfórico e do ácido fluorídrico, como fizeram os autores Schneider et al., 1997 e Freitas, 2001. Além disso, o tempo de condicionamento de 60 segundos do ácido fluorídrico é preconizado por vários autores (Andreasen, Stieg, 1988; Schneider, 1997; Sampaio, Pacheco, 2001) e pelo próprio fabricante.

A pressão manual foi utilizada somente para assegurar adaptação justa da base do braquete à superfície de adesão, tanto quanto teria sido realizada na prática clínica normal e como foi realizada nos estudos de Lai et al., 1999; Borges, 2000; Sampaio & Pacheco, 2001; Borges et al., 2004 e Tavares et al., 2004.

Para que seja possível analisar e compreender os resultados deste estudo, é relevante entender o mecanismo de adesão entre os compostos resinosos. Segundo Swift Júnior et al. (1992) e Brosh et al. (1997), os mecanismos de adesão seriam: adesão química às partículas de carga; adesão química à matriz orgânica; e retenção micromecânica, através da penetração do monômero resinoso nas

microasperezas, proporcionadas por um tratamento de superfície. Porém, estas ligações químicas não parecem ter grandes influências nos valores de resistência adesiva, uma vez que quando utilizado silano não há aumento da adesão entre a resina polimerizada e a recém-adicionada, como mostra os estudos de Silva e Souza Júnior et al. (2003), Bonstein et al. (2005) e Brosh et al. (1997).

De acordo com os resultados, o desempenho obtido com o grupo do jato de óxido de alumínio pôde ser observado também nos estudos de Swift Júnior et al. (1992), Lucena et al. (2001); Freitas (2001); Souza Júnior et al. (2003), Tavares et al. (2004) e Minatti et al. (2005). Autores como Swift Júnior et al. (1992), Souza (1998) e Tavares et al. (2004) atribuíram os bons resultados à presença de micro-rugosidades na superfície jateada quando analisadas no microscópio, proporcionando, assim, uma melhor retenção mecânica. Esta maior rugosidade pode justificar a maior resistência ao cisalhamento obtida no presente estudo para este tipo de tratamento de superfície.

Além disso, segundo Silveira (2003), o jateamento de óxido de alumínio cria porosidades superficiais que aumentam a área de contato de superfície da resina composta, propiciando a penetração do adesivo na superfície da restauração. Entretanto, é válido ressaltar que para a utilização da técnica de jateamento é necessário o uso de um aspirador de alta potência e do dique de borracha pelo fato de o mesmo espalhar partículas durante a aplicação (Prietsch et al., 2005).

O grupo tratado com ponta diamantada obteve valor de resistência ao cisalhamento, estatisticamente, similar ao grupo tratado com jato de óxido de alumínio. A utilização da ponta diamantada, assim como o jateamento, proporciona aspereza na superfície, gerando sobre a resina macrorretenções mecânicas,

aumentando a superfície de contato e, conseqüentemente, melhorando a adesão. (Melo, 2001; Minatti et al., 2005).

Estes resultados corroboram com os resultados de Bonstein et al. (2005), que verificaram um bom desempenho do tratamento com ponta diamantada sobre superfície de resina composta, quando comparado com o ácido fosfórico e o jateamento de óxido de alumínio nos reparos de resina.

O condicionamento da superfície com ácido fluorídrico 10% resultou também num bom desempenho quanto à resistência ao cisalhamento, sendo similares aos trabalhos de Hummel et al. (1997); Souza (1998); Lucena et al. (2001); Freitas (2001).

Segundo os estudos de Crumper et al. (1989), Swift Júnior et al. (1992) e Melo (2001) o ácido fluorídrico costuma ser empregado a fim de gerar retenção micromecânica na superfície da resina composta, favorecendo o embricamento mecânico. Isso justifica o bom desempenho do grupo tratado com ácido fluorídrico 10% neste trabalho, somado ao fato de o condicionamento de superfície não ter dissolvido completamente a fase inorgânica da resina.

Söderholm & Roberts (1991) e Silveira (2003) afirmaram que a aplicação deste ácido por um tempo excessivo causaria a dissolução de todas as partículas expostas, uma vez que ele ataca as partículas de vidro. As partículas de vidro condicionadas seria um substrato para a aplicação do agente de ligação silano, previamente à utilização do adesivo. Estudos como os de Brosh et al. (1997), Souza (1998), e de Freitas, (2001) mostraram que a utilização do silano é desnecessária, uma vez que a aplicação deste não aumentou a resistência da colagem do braquete à resina composta, o que nos levou a não avaliar a aplicação do silano no tratamento de superfície da resina composta.

De acordo com Freitas (2001), não é indicado que se ultrapassem os 60 segundos indicados pelo fabricante na aplicação do ácido fluorídrico, pois além de dissolver a matriz resinosa, prejudicando a penetração do adesivo, este pode alterar a superfície da resina, deixando-a mais esbranquiçada e comprometendo a estética da restauração. Além disso, é sugerido que na utilização do ácido fluorídrico se utilize dique de borracha, luvas e óculos de proteção para o profissional e para o paciente, uma vez que este ácido é extremamente corrosivo, o que pode provocar lesões aos tecidos.

Quanto ao grupo tratado com ácido fosfórico, optou-se por incluí-lo neste estudo devido ao fato de ser um ácido utilizado em grande escala nos consultórios odontológicos como condicionador de esmalte para colagem de braquetes e restaurações em resina composta.

O grupo tratado com ácido fosfórico 35% proporcionou os piores resultados, igualando-se, estatisticamente, ao grupo controle. A baixa resistência ao cisalhamento dos espécimes tratados com o ácido fosfórico nesta condição assemelhou-se àqueles encontrados por Söderholm & Roberts (1991), Souza (1998) e Hummel et al. (1997), que não encontraram no microscópio eletrônico alteração morfológica suficiente para permitir uma boa adesão mecânica. Autores como Lucena et al. (2001); Freitas (2001), Minatti et al. (2005) e Bonstein et al. (2005) também chegaram à conclusão em seus trabalhos que a utilização do ácido fosfórico não é indicada para melhorar a resistência adesiva.

Segundo Crumper et al. (1989) e Söderholm & Roberts (1991) a utilização do ácido fosfórico se limitaria apenas à remoção de impurezas da superfície, aumentando, assim, a energia de superfície.

Com a crescente demanda de pacientes que surgem na clínica apresentando restaurações estéticas e que, muitas vezes, se desconhece a composição das resinas compostas, é sugerido que se utilizem os meios de preparo de superfície de ação mecânica, como o jato de óxido de alumínio e a ponta diamantada, pois ambos não interferem quimicamente na resina e, além disso, como já descrito, a retenção micromecânica é o principal responsável pela adesão. O tratamento mecânico produz porosidades sobre a superfície, permitindo a penetração de monômeros resinosos do sistema adesivo (Freitas, 2001).

O jato de óxido de alumínio, além ter proporcionado o melhor resultado quanto à resistência ao cisalhamento, possui um custo relativamente mais baixo que os ácidos e a ponta diamantada, e produz porosidades padronizadas sobre a superfície (Brosh et al., 1997; Freitas et al., 2000; Freitas, 2001). Além disso, ao contrário da ponta diamantada, o jateamento diferenciou-se estatisticamente do Grupo Controle. Porém, o uso da ponta diamantada dispensa o uso de aspirador e dique de borracha.

Na análise estatística do teste de cisalhamento, observou-se que todos os grupos testados ficaram dentro da média estabelecida por Reynolds (1975), que é de 6 a 8 Mpa. Entretanto Maijer, Smith (1979) recomendam uma força de 8 a 10 Mpa, ficando os grupos IV (6,58 Mpa) e V (6,93 Mpa), que obtiveram as menores médias, abaixo deste valor. Além disso, nestes grupos 30% dos corpos-de-prova ficaram com média abaixo de 6Mpa. Os grupos I, II e III, por terem ficados acima de 8 Mpa, podem proporcionar, clinicamente, maior estabilidade e confiabilidade da adesão dos braquetes ortodônticos, principalmente em casos onde elementos dentários possam vir a necessitar de maior força para sua movimentação, como dentes com apinhamento severo, por exemplo.

Entretanto, os autores Jost-brinkmann et al. (1996) e Sampaio & Pacheco (2001) afirmaram que nem sempre a resistência máxima é desejável para a colagem de braquetes, pois, uma força excessiva na remoção do acessório poderia causar dano à estrutura dental ou à superfície da resina composta, prejudicando a estética.

Além das características individuais de cada preparo de superfície, neste estudo analisadas, outros fatores também devem ser considerados na escolha do sistema de condicionamento pelo profissional, como: disponibilidade do material, a experiência com o uso dos materiais e a disponibilidade de tempo de atendimento. Uma adesão adequada entre o braquete e o elemento dental pode evitar contratempos indesejáveis que retardam o tratamento ortodôntico e está diretamente relacionada com o sistema adesivo e com o tipo de superfície a sofrer a colagem.

## 7 CONCLUSÃO

Diante da metodologia empregada e com base na análise estatística dos resultados obtidos no presente trabalho, concluiu-se que o método de tratamento de superfície pode interferir na resistência ao cisalhamento de braquetes metálicos colados sobre superfícies de resina composta. Dentre os métodos de tratamento avaliados, o ácido fluorídrico a 10%(G2), e o jateamento com óxido de alumínio (G3) foram os que apresentaram os melhores resultados.

## REFERÊNCIAS<sup>1</sup>

- Ajlouni R, Bishara SE, Oonsombat C, Soliman M, Laffoon J. The effect of porcelain surface conditioning on bonding orthodontic brackets. *Angle Orthod.* 2005 Sept;75(5):858-64.
- Andreasen G, Stieg M. Bonding and debonding brackets to porcelain and gold. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1988 Abr;93(4):341-5.
- Bishara SE, Ajlouni R, Oonsombat C. Bonding orthodontic brackets to composite using different surface preparations and adhesive/primers: a comparative study. *World J Orthod.* 2003 Aug-Dec;4(4):343-47.
- Bonstein T, Garlapo D, Donarummo Junio J, Bush PJ. Evaluation of varied repair protocols applied to aged composite resin. *J Adhes Dent.* 2005;7(1):41-49.
- Borges GA. Avaliação da resistência ao cisalhamento de braquetes fixados à cerâmica com diferentes tratamentos superficiais e agentes de cimentação [tese]. Piracicaba: Universidade Estadual de Campinas; 2000.
- Borges GA, Sophr AM, Goes MF, Sobrinho LC, Chan DC. Effect of etching and airborne particle abrasion on the microstructure of different dental ceramics. *J Prosthet Dent.* 2003 May;89(5):479-488.
- Borges GA, Correr Sobrinho LC, Sinhoret MAC, Correr AB, Consani S. Influência do tratamento da superfície com ácido fluorídrico na resistência ao cisalhamento da união braquetes e cerâmica. *Rev Assoc Paul Espec Ortodon-Ortop Facial.* 2004 out-dez;2(4):165-171.
- Brosh T, Pilo R, Bichacho N, Blutstein R. Effect of combinations of surface treatments and bonding agents on the bond strength of repaired composites. *J Prosthet Dent.* 1997 Feb;77(2):122-6.
- Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res.* 1955 Dec;34(6):849-53.
- Caputo MC. Avaliação *in vitro* da resistência ao cisalhamento de braquetes fixados com adesivos resinosos a um potencializador de adesão [dissertação]. Campinas: Centro de Pesquisas Odontológicas São Leopoldo Mandic; 2003.
- Correr Sobrinho L, Góes MF, Consani S. Avaliação da intensidade de luz visível emitida por aparelhos fotopolimerizadores. *An Soc Pesqui Odontol.* 1994;11:136.
- Correr Sobrinho L, Correr GM, Consani S, Sinhoreti MAC, Consani RLX. Influência pós-fixação na resistência ao cisalhamento de braquetes colados com diferentes materiais. *An Pesqui Odontol Bras* 2002 jan-mar;16(1):43-9.

---

<sup>1</sup> De acordo com o Manual de Normalização para Dissertações e Teses da Faculdade de Odontologia e Centro de Pós-Graduação São Leopoldo Mandic baseado no modelo de Vancouver de 2007, e abreviaturas dos títulos de periódicos em conformidade com o Index Medicus

Crumper DC, Bayne SC, Sockwell S, Brunson D, Roberson TM. Bonding to resurfaced posterior composites. *Dent Mat.* 1989 Nov;5(6):417-424.

Flores S, Charlton DG, Evans DB. Repairability of polyacid-modified composite resin. *Oper Dent.* 1995 Sept-Oct;20(5):191-6.

Freitas ABDA, Souza Júnior MHS, Wang L. Bond strength of repaired composites with different surface. *J Dent Res.* 2000 May;79(5):1041.

Freitas ABDA. Avaliação da estabilidade de reparos em resina composta por testes de tração e cisalhamento, utilizando diferentes tratamentos de superfície [dissertação]. Bauru: Faculdade de Ortodontia de Bauru; 2001.

Hummel SK, Marker V, Pace L, Goldfogle M. Surface treatment of indirect resin composite surfaces before cementation. *J Prosthet Dent.* 1997 June;77(6):568-572.

Jost-Brinkmann PG, Drost C, Can S. In-vitro study of the adhesive strengths of brackets on metals, ceramic and composite. Part 1: Bonding to precious metals and amalgam. *J Orofac Orthop.* 1996 Apr;57(2):76-87.

Lai PY, Woods MG, Tyas MJ. Bond strengths of orthodontic brackets to restorative resin composite surfaces. *Aust Orthod J.* 1999 Apr;15(4):235-45.

Lee HL, Orłowski JA, Enabe E, Rogers BJ. *In vitro* and in vivo evaluation of direct-bonding orthodontic bracket systems. *J Clin Orthod.* 1974 Apr;8(4):227-38.

Lewis G, Johnson W, Martin W, Canerdy A, Claburn C, Collier M. Shear bond strength of immediately repaired light-cured composite resin restorations. *Oper Dent.* 1998 Mar-Apr;23(3):121-127.

Lucena-Martín C, Gonzáles-Lópes S, Navajas-Rodríguez Mondelo JM. The effect of various surfaces treatments and bonding agents on the repaired strength of heat-treated composites. *J Prosthet Dent.* 2001 Nov;86(5):481-8.

Maijer R, Smith DC. A new surface treatment for bonding. *J Biomed Mater Res.* 1979 Nov;13(6):975-85.

Melo RODN. Resistência à tração de reparos em resina composta confeccionados sobre a resina de laboratório Artglass utilizando-se diferentes tratamentos de superfície [tese]. São Paulo: Faculdade Odontologia-USP; 2001.

Minatti D, Yamashita C, Madeira L. Avaliação de diferentes tratamentos mecânicos de superfícies na resistência à tração de reparos em resina composta direta. *Rev Soc Bras Odontol.* 2005;2(1):17-21.

Moreira NR, Sinhoreti MAC, Oshima HNS, Casagrande RJ, Consani RLX. Avaliação *in vitro* da resistência de braquetes ortodônticos metálicos colados ao esmalte ou à cerâmica, com compósito químico ou fotoativo. *Biosci J.* 2001 Dec;17(2):171-182.

Newman GV. Epoxy adhesives for orthodontic attachments: progress report. *Am J Orthod.* 1965 Dec;51(12):901-12.

Pascotto RC, Hoepfner MG, Pereira SK. Materiais de colagem e cimentação em Ortodontia Parte II - Sistema adesivos resinosos. *Rev Dent Press Ortodon Ortop Facial.* 2002 maio-jun;7(3):121-28.

Prietsch JR, Mainieri ET, Oshima HMS, Spohr AM. Colagem de braquetes em cerâmica. *Ortodon Gauch*. 2005 jul-dez;9(2):142-48.

Proffit WR, Fields Junior HW, Ackerman JL, Thomas PM, Tulloch JFC. *Ortodontia Contemporânea*. São Paulo: Pancast; 1993.

Reynolds IR. A review of direct orthodontic bonding. *Br J Orthod*. 1975;2(3):171-8.

Romano FL, Tavares SW, Nouer DF, Consani S, Magnani MBBA. Shear bond strength of metallic orthodontic brackets bonded to enamel prepared with Self-Etching Primer. *Angle Orthod*. 2005 Sept;75(5):849-53.

Sampaio RSC, Pacheco JFM. Colagem de acessórios ortodônticos metálicos sobre a porcelana através do uso de variados tempos de condicionamento com ácido fluorídrico e jateamento com óxido de alumínio. *JBO J Bras Ortodon Ortop Facial*. 2001;6(32):109-17.

Sant'Anna EF, Monnerat ME, Chevitaese O, Stuani MB. Bonding brackets to porcelain-in vitro study. *Braz Dent J*. 2002;13(3):191-6.

Schmage P, Nergiz I, Herrmann W, Özcan M. Influence of various surface-conditioning methods on the bond strength of metal brackets to ceramic surfaces. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2003 May;123(5):540-546.

Schneider R, Pacheco JFM, Conceição EN. Influência do tratamento superficial na resistência de união dos reparos em resina composta. *Rev Fac Odontol Porto Alegre* 1997;38(2):26-29.

Schwartz RE, Tyas MJ, West VC. The bonding of orthodontic to composite resin surfaces. *Aust Dent J*. 1990 Oct;35(5):472-3.

Souza Júnior MHS, Freitas ABDA, Mondelli RFL, Ishiquiriama A. Avaliação da estabilidade de reparos em resina composta por testes de tração e cisalhamento utilizando diferentes tratamentos de superfície. *JBC J Bras Clin Odontol Integr*. 2003 maio-jun;7(39):196-201.

Silveira RR. Avaliação da resistência à micro-tração de reparos em resina composta, utilizando-se diferentes tratamentos de superfície [tese]. Bauru: Faculdade de Odontologia de Bauru-USP; 2003.

Smith GA, McInnes-Ledoux P, Ledoux WR, Weinberg R. Orthodontic bonding to porcelain--bond strength and refinishing. *Am J Dentofac Orthod Orthop*. 1988 Sept;94(3):245-52.

Söderholm KJM, Roberts MJ. Variables influencing the repair strength of dental composites. *Scand J Dent Res*. 1991 Apr;99(2):173-80.

Souza EM. Avaliação da resistência de reparos em resina composta submetidos a testes de resistência à tração e ao cisalhamento [dissertação]. Bauru: Faculdade de Odontologia de Bauru-USP; 1998.

Swift Junior EJ, Le Valley BD, Boyer DB. Evaluation of new methods for composite repair. *Dent Mater*. 1992 Nov; 8: 362-365.

Tacon ECS, Holtz TC, Youssef MN, Carmo ARP, Anauate Netto C. Colagem de braquetes sobre superfície de amálgama: estudo de resistência à tração. *JBO J Bras Ortodon Ortop Facial*. 1998 set-out;3(17):18-22.

Tavares SW, Romano FL, Cunha FI, Consani S, Nouer DF. Resistência ao cisalhamento de braquetes metálicos colados em superfície de resina composta. Rev Dent Press Ortodon Ortop Facial. 2004 mar-abr;9(2):25-30.

Vasques WO. Estudo comparativo *in vitro* da resistência ao cisalhamento de diferentes braquetes metálicos colados com resina composta fotoativa [dissertação]. Campinas: Centro de Pesquisas Odontológicas São Leopoldo Mandic; 2005.

Velasques NZ, Henriques JFC, Martins DC. Colagem de braquetes em dentes metálicos usando um sistema adesivo universal. Rev Dent Press Ortodon Ortop Facial. 1998 set-out;3(5):45-51.

Viazis AD. Direct bonding of orthodontic brackets. J Pedod. 1986 Fall;11(1):1-23.

Vieira S, Armando S, William W, Hiroshi M. Adesão em ortodontia. Parte II. Colagem em superfície de amálgama, ouro e porcelana. JBO J Bras Ortodon Ortop Facial. 2002 set-out;7(41):415-24.

Zachrisson BU, Buyukyilmaz . Recent advances in Bonding to Gold, Amalgam, and Porcelain. J Clin Orthod. 1993 Dec;27(12):661-675.

**ANEXO A - TABELA**

Tabela 2 - Valores individuais de cada corpo-de-prova obtidos no teste de resistência ao cisalhamento, expressos em Mega Pascal.

<b>Corpo-de-prova</b>	<b>Grupo 1</b>	<b>Grupo 2</b>	<b>Grupo 3</b>	<b>Grupo 4</b>	<b>Grupo 5</b>
1	6,88	11,66	11,93	5,02	8,19
2	11,42	8,72	14,39	4,87	6,24
3	8,04	9,02	14,79	7,76	6,84
4	8,53	13,18	10,04	6,90	4,01
5	7,06	11,68	14,40	9,42	5,54
6	9,29	10,31	11,84	6,58	6,39
7	9,47	10,23	9,75	4,28	7,57
8	10,95	7,75	7,54	6,49	5,83
9	11,07	10,06	2,30	6,85	11,45
10	9,13	11,56	10,82	7,66	7,26

## ANEXO B – APROVAÇÃO DO COMITE DE ÉTICA



**SÃO LEOPOLDO MANDIC**  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA  
CENTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO

**Aprovado pelo CEP**

**Campinas, 09 de Maio de 2006.**

**A(o)**

**C. D. Marcos Fernando Silva de Borba**

**Curso: Mestrado em Ortodontia**

**Prezado(a) Aluno(a):**

O projeto de sua autoria "*AVALIAÇÃO IN VITRO DA RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO DE BRAQUETES ORTODÔNTICOS COLADOS EM RESINAS COMPOSTAS SUBMETIDAS A DIFERENTES TIPOS DE TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE*".

Orientado pelo(a) Prof(a). Dr(a). Rogério Heládio Lopes Motta

Entregue na Secretaria de Pós-graduação do CPO - São Leopoldo Mandic, no dia 10/04/2006, com número de protocolo nº 06/132 foi APROVADO pelo Comitê de Ética e Pesquisa instituído nesta Universidade de acordo com a resolução 196 / 1.996 do CNS – Ministério da Saúde, em reunião realizada no dia 24/04/2006.

**Cordialmente**

**Coordenador de Pós-Graduação  
Prof. Dr. Thomaz Wassall**