

RICARDO OLIVEIRA CHICRI

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE BRAQUETES COLADOS COM UM  
CIMENTO DE IONÔMERO DE VIDRO MODIFICADO POR RESINA,  
COMPARANDO-SE DIFERENTES TRATAMENTOS PRÉVIOS NO ESMALTE**

CAMPINAS

2009

RICARDO OLIVEIRA CHICRI

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE BRAQUETES COLADOS COM UM  
CIMENTO DE IONÔMERO DE VIDRO MODIFICADO POR RESINA,  
COMPARANDO-SE DIFERENTES TRATAMENTOS PRÉVIOS NO ESMALTE**

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

Área de Concentração: Dentística

Orientadora: Prof. Dra. Ynara Bosco de Oliveira Lima Arsati

CAMPINAS

2009

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

C533a Chicri, Ricardo Oliveira.  
Avaliação da resistência de união de braquetes colados com um cimento de ionômero de vidro modificado por resina, comparando-se diferentes tratamentos prévios no esmalte/ Ricardo Oliveira Chicri. – Campinas: [s.n.], 2009.  
57f.: il.

Orientador: Ynara Bosco de Oliveira Lima Arsati.

Dissertação (Mestrado em Dentística) – C.P.O. São Leopoldo Mandic – Centro de Pós-Graduação.

1. Cimentos de ionômeros de vidro. 2. Braquetes ortodônticos.  
I. Arsati, Ynara Bosco de Oliveira. II. C.P.O. São Leopoldo Mandic – Centro de Pós-Graduação. III. Título.

## FOLHA DE APROVAÇÃO

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha esposa, Cristiane, com quem pretendo passar o resto dos meus dias, que teve paciência e entendeu ou procurou entender os motivos que me levaram a realizar este sonho e por ter vencido todos os obstáculos que nos foram impostos durante este período.

Dedico também ao meu filho, Matheus, este milagre de Deus que veio para nos consolar e nos dar mais força.

E, dedico à minha mãe, Imaculada Chicri, que sempre me apoiou em todos os meus projetos de vida e seu exemplo de vida e dedicação aos filhos é sua marca registrada.

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, por tudo que me deu até hoje;

Ao Prefeito Municipal de Cataguases, Tarcísio Humberto Parreiras Henriques;

Ao Coordenador Odontológico da Prefeitura de Cataguases, Dr. Rogério Guimarães Costa Cruz, que como meu superior imediato nunca se opôs à realização deste curso;

À Prof. Dra. Roberta Tarkany Basting Hofling, coordenadora do Mestrado em Dentística, a quem eu tenho muito respeito, gratidão e principalmente admiração;

À Prof. Dra. Ynara Bosco de Oliveira Lima Arsati, minha orientadora, que com todo seu conhecimento e experiência laboratorial fez com que esse trabalho se realizasse;

À Dental Solução de Campinas, na pessoa de Claudete, que me cedeu parte do material para o experimento;

À Tatiana Ricci, responsável pelo Laboratório de Ensaio de Materiais do CPO São Leopoldo Mandic;

Ao Robson Sasaki, aluno do curso de especialização em Implantodontia do CPO São Leopoldo Mandic;

Ao meu amigo Omar Neves Morhy, cirurgião-dentista, que obteve a doação dos dentes com os pacientes para esta pesquisa.

## RESUMO

Materiais ionoméricos podem diminuir ou evitar a desmineralização dentária por liberarem fluoreto, e possuem adesão ao esmalte, sendo considerados uma boa opção para material de colagem de braquetes. O objetivo do presente estudo foi avaliar a resistência de união, pelo teste de cisalhamento, de braquetes colados com cimento de ionômero de vidro modificado por resina (CIVMR) (Vitremer<sup>®</sup>), variando-se o tratamento aplicado previamente ao esmalte. Foram utilizados 45 pré-molares humanos divididos aleatoriamente em 5 grupos (n = 9). Após fixá-los por suas raízes em cilindros de resina acrílica e delimitar a área adesiva, foram colados braquetes utilizando-se: apenas CIVMR (grupo VT); *primer* do material + CIVMR (grupo VP); condicionamento ácido + adesivo + CIVMR (grupo VC); adesivo autocondicionante de dois passos + CIVMR (grupo VAC) e adesivo autocondicionante de passo único + CIVMR (grupo VPU). Os corpos-de-prova foram submetidos a uma ciclagem de pH por 14 dias (6h DES, 18h RE), para ser realizado o ensaio de resistência de união pelo teste de cisalhamento na máquina de ensaios universal (0,5 mm/min). Os testes de Kruskal-Wallis e método de Dunn mostraram que a mediana  $\pm$  o desvio padrão (em MPa) dos grupos foram: grupo VT -  $8,34 \pm 1,11^a$ ; grupo VP -  $7,05 \pm 2,24^a$ ; grupo VC -  $7,00 \pm 4,79^a$ ; grupo VAC -  $0,54 \pm 0,30^b$ ; grupo VPU -  $10,61 \pm 4,58^a$  (valores seguidos de letras distintas indicam diferença estatisticamente significativa,  $p < 0,05$ ). Pode-se concluir que o CIVMR testado é adequado para colar braquetes ortodônticos, mesmo quando usado sem tratamento prévio do esmalte, e a utilização de sistemas adesivos não melhora seu desempenho, inclusive podendo apresentar menor valor de resistência de união quando se utiliza um adesivo autocondicionante de dois passos.

Palavras-chave: Braquetes. Cimento ionômero de vidro modificado por resina. Resistência ao cisalhamento.

## ABSTRACT

Ionomeric materials can reduce or prevent dental demineralization because they release fluoride and bond to enamel, being considered a good option as bracket bonding material. The aim of the present study was to evaluate the shear bond strength of brackets bonded with resin-modified glass ionomer cement (RMGIC) (Vitremer®), when varying the treatment previously applied to the enamel. Use was made of 45 human pre-molars randomly divided into 5 groups (n=9). After fixing the teeth in acrylic resin cylinders by their roots, and delimiting the adhesive area, the brackets were bonded, using the following: only RMGIC (Group VT); primer of the material + RMGIC (Group VP); acid etching + adhesive + RMGIC (Group VC); two-step self-etching adhesive + RMGIC (Group VAC) and one-step self-etching adhesive + RMGIC (Group VPU). The specimens were submitted to pH cycling for 14 days (6h DES, 18h RE), in order to perform the shear bond strength in a universal test machine (0.5 mm/min). The Kruskal-Wallis test and Dunn method showed that the median  $\pm$  the standard deviation (in MPa) of the groups were: Group VT -  $8.34 \pm 1.11$  a; Group VP -  $7.05 \pm 2.24$  a; Group VC -  $7.00 \pm 4.79$  a; Group VAC -  $0.54 \pm 0.30$  b; Group VPU -  $10.61 \pm 4.58$  a (values followed by different letters indicate statistically significant difference,  $p < 0.05$ ). It could be concluded that the RMGIC tested is suitable for bonding orthodontic brackets, even when used without previous enamel treatment. The use of adhesive systems does not improve its performance, and could present less adhesion when a two-step self-etching adhesive system is used.

Keywords: Brackets. Resin-modified glass ionomer cement. Shear bond strength.



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>7</b>
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>10</b>
<b>3 PROPOSIÇÃO .....</b>	<b>30</b>
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>31</b>
<b>4.1 Delineamento experimental.....</b>	<b>31</b>
<b>4.2 Obtenção dos dentes:.....</b>	<b>31</b>
<b>4.3 Preparo dos Corpos-de-prova: .....</b>	<b>32</b>
<b>4.4 Ciclagem de pH .....</b>	<b>38</b>
<b>4.5 Ensaio de resistência de união por teste de cisalhamento:.....</b>	<b>39</b>
<b>4.6 Avaliação do modo de fratura:.....</b>	<b>40</b>
<b>4.7 Análise Estatística: .....</b>	<b>41</b>
<b>5 RESULTADOS.....</b>	<b>42</b>
<b>6 DISCUSSÃO .....</b>	<b>44</b>
<b>7 CONCLUSÃO .....</b>	<b>52</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>53</b>
<b>ANEXO A - Folha de Aprovação do Comitê de Ética .....</b>	<b>57</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Em meados do século passado, durante o tratamento ortodôntico, os braquetes eram soldados em bandas de aço, sendo estas cimentadas em todos os dentes, em um procedimento dispendioso e não agradável esteticamente (Newman, 1965).

Com a introdução dos materiais adesivos, a partir do desenvolvimento da técnica de condicionamento ácido proposta por Buonocore, em 1955, houve a substituição de braquetes soldados em bandas por braquetes colados diretamente ao dente. Este avanço fez com que vários pesquisadores procurassem o melhor material para colagem de braquetes (Buzzita et al., 1982; Fricker, 1992; Bishara et al., 2005; Amra et al., 2007).

A fixação de braquetes diretamente ao dente tornou-se popular desde sua idealização por Newman (1965), sendo destacadas suas principais vantagens: melhor estética, melhor higienização por parte do paciente e menor desmineralização do esmalte, menor tempo clínico e menor custo (Newman, 1971; Reynolds, Von Fraunhofer, 1976; Johnson et al., 1976; Betteridge, 1979; Fricker, 1992).

Dentre os materiais utilizados, destacam-se as resinas compostas e os cimentos de ionômero de vidro. As resinas compostas oferecem maiores valores de resistência de união ao esmalte (Francisconi et al., 2000; Correr Sobrinho et al., 2001; Grandhi et al., 2001); entretanto, necessitam de prévio condicionamento ácido e/ou uso de sistema adesivo, que pode prejudicar a superfície dental durante a remoção ou recolagem de braquetes (White, 1986; Capellozza Filho et al., 1997).

Os cimentos de ionômero de vidro se aderem quimicamente à estrutura dentária, além de liberar íons flúor na cavidade bucal (Wilson, Kent, 1972), o que diminui e até evita a perda mineral na estrutura dentária ao seu redor (Fricker, 1992); entretanto, apresenta baixos valores de resistência adesiva (Maijer, Smith, 1988; Wiltshire, 1994). Sendo assim, uma alternativa é a utilização dos cimentos de ionômero de vidro modificados por resina, que possuem melhor resistência adesiva e também liberam íons flúor no meio (Capelozza Filho et al., 1997).

Devido ao componente resinoso pode-se sugerir a necessidade de utilização de sistemas adesivos para melhorar a adesão do cimento ionomérico modificado por resina ao dente. Verifica-se na última década uma grande evolução nos sistemas adesivos, que podem ser classificados em convencionais e autocondicionantes. Os adesivos convencionais são aqueles que empregam o condicionamento ácido como uma etapa separada das demais. Nos adesivos autocondicionantes, não existe o passo de condicionamento ácido seguido de lavagem. Estes podem ser ainda classificados em: autocondicionantes de 2 passos e autocondicionantes de passo único. Nos autocondicionantes de 2 passos, o *primer* é a solução acidificada. Os de passo único, apesar do nome, vêm acondicionados em recipientes separados que são misturados previamente para aplicação em uma única etapa clínica (Carvalho et al., 2004).

Sabe-se que o condicionamento ácido melhora as características de adesão da resina composta ao dente (Buonocore, 1955), e que este prévio condicionamento é fundamental para a colagem de braquetes com resina composta. Porém, o ácido pode prejudicar o esmalte devido à desmineralização causada pela sua aplicação (Carvalho et al., 2004).

Com o objetivo de se obter uma resistência adesiva suficiente para a colagem de braquetes ortodônticos, sem, contudo prejudicar o esmalte após a remoção acidental ou não dos mesmos, é interessante avaliar a colagem de braquetes com cimento de ionômero de vidro modificado por resina, associado ou não aos diferentes tipos de sistemas adesivos.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Em 1955, Buonocore propôs a utilização de ácido fosfórico na superfície do esmalte dental como forma de aumentar a fixação de resinas a este. Neste trabalho, o autor empregou dois métodos: a) ácido oxálico; e b) ácido fosfórico a 85%. Foram fixados discos de resina acrílica com 5 mm de diâmetro por 2 mm de espessura. Foi demonstrado que o ácido fosfórico obteve melhores resultados em reter a resina acrílica à superfície do esmalte, além de ser mais fácil de ser utilizado.

Newman, em 1965, utilizando-se do recurso do condicionamento ácido do esmalte realizou um estudo no qual colocou braquetes de plástico ao esmalte. Como na época não existia um material que suprisse as necessidades desejadas, surgiu um compósito desenvolvido por um grupo de pesquisa do *Newmark College of Engineering*. Este material levava de 15 a 30 minutos para ter uma polimerização inicial que poderia manter o braquete na posição e mais 4 dias para uma polimerização final. Para o autor, isso não era problema, pois o arco poderia ser introduzido uma semana depois. Chegou-se à conclusão de que quanto maior a área adesiva, maior a força necessária para romper a união.

Newman (1971) publicou um trabalho sobre colagem de braquetes plásticos ao esmalte dental, enfatizando as vantagens dessa técnica: menor desmineralização do esmalte, não diminuição no comprimento do arco e melhora na estética. O autor utilizou cinco pacientes e ressaltou que era importante manter o local de colagem seco, usar força leve e a colaboração do paciente em não mastigar alimentos duros e manter uma boa higienização.

Em 1972, Wilson & Kent relataram o desenvolvimento de um novo material constituído basicamente de pó de cimento de silicato e o líquido do cimento de poliacarboxilato. A reação de presa ácido-base resultou em um sal hidratado. Este material (cimento) foi considerado híbrido por possuir propriedades comuns aos poliacarboxilatos (adesão ao dente) e ao silicato (liberação de flúor). Foi chamado de cimento ionomérico, e se adere ao dente através de interações iônicas e polares, resultando em uma união físico-química.

Reynolds & Von Fraunhofer (1976) realizaram uma revisão de literatura sobre a colagem de braquetes e relataram algumas vantagens como: menor desconforto para o paciente, não necessidade de separação de dentes, maior estética, melhor higienização dos dentes por parte do paciente, menor risco de desmineralização dentária, diagnóstico de cárie mais fácil e ausência de espaço interdental causado pelas bandas. Os autores citaram ainda que as principais falhas na adesão se devem à contaminação do campo pela saliva. Porém, sua principal conclusão foi de que forças entre 6 a 8 MPa (MegaPascal) seriam suficientes para um tratamento ortodôntico satisfatório e que estes valores devem ser respeitados, pois uma resistência adesiva muito grande pode lesar o esmalte dentário, bem como uma resistência baixa não suportaria os esforços mastigatórios.

Johnson et al. (1976) sugeriram que a colagem de braquetes diretamente sobre o esmalte seria a melhor solução para diminuir a desmineralização causada pela cimentação de bandas ortodônticas. Neste trabalho, os autores utilizaram 210 incisivos inferiores bovinos e compósitos quimicamente ativados, e realizaram teste de cisalhamento, concluindo que a colagem direta é satisfatória na montagem do aparelho.

Betteridge (1979) citou as vantagens da colagem direta dos braquetes sobre o esmalte como: melhor estética, montagem mais rápida, ausência da necessidade de separação dental (o que ocorre nos casos de banda), maior facilidade para diagnosticar lesões de cáries e de tratá-las e fácil manutenção da saúde dentária e gengival. Outra grande vantagem é que ao se soltar um braquete, o paciente percebe imediatamente o que não ocorre com a banda, podendo levar ao acúmulo de resíduos alimentares entre banda e dente. Enfatizou ainda, que existe a necessidade de profilaxia com pedra pomes e água e um bom isolamento para manter o campo seco para a colagem do braquete.

Hocevar (1979) relatou que as falhas das colagens ocorrem por deficiência da técnica ou quando o braquete é submetido a grandes forças oclusais. A contaminação por saliva deve ser evitada, pois é o problema mais comum na colagem. Desse modo, o autor concluiu que, para colagem de braquete, o dente deve estar seco e isolado, o ataque ácido deve ser feito por 30 segundos e deve-se utilizar pouco compósito na base do braquete.

Diedrich (1981) analisou, em MEV, as alterações do esmalte condicionado por ácido após colagem dos braquetes e sua remoção. O autor relatou que a técnica de colagem direta contribui para a debilitação da estrutura superficial do esmalte e que as áreas condicionadas ficaram livres de resina após a remoção de braquetes.

Buzzita et al. (1982) utilizaram braquetes de aço, plásticos e de porcelana, aos quais utilizou três diferentes tipos de resinas compostas para fixação em dentes. Após 24 horas de colagem, realizaram teste de tração e os resultados foram os seguintes: houve maior falha de adesão entre braquetes e resina para os braquetes metálicos; entre o adesivo e a resina composta para os braquetes

plásticos e sempre entre o braquete e o adesivo para os braquetes de porcelana. Concluíram que os três tipos de braquetes colados com os três tipos de resinas se mostraram estatisticamente diferentes. A maior resistência à tração ocorreu com a resina de diacrilato colando braquetes de metal.

Pulido & Powers (1983) utilizaram para colagem de braquetes, sete tipos de resinas e três tipos de braquetes plásticos. As resinas compostas Concise (3M) e o Endur (Ormco), utilizando primer na base do braquete foram as que obtiveram melhor resultado. A falha ocorria sempre entre o braquete e a resina, tendo uma fina camada de resina composta na base do braquete. Os autores concluíram que: as resinas compostas de diacrilatos apresentavam maiores valores de resistência à tração, porém quando não era aplicado o primer, estes valores diminuía e quase 100% das falhas ocorridas nas colagens que não utilizavam primer eram na interface braquete-adesivo e 83% quando utilizavam o primer.

Schulz et al. (1985) utilizaram três materiais para colagem de braquetes sobre esmalte dental: Concise, Miradepth e Endur. Os autores realizaram testes de tração em 240 dentes humanos. Os testes foram feitos em dois tempos: 30 minutos e 48 horas após a colagem. Os resultados encontrados demonstraram que o Concise foi mais resistente nos testes de 30 minutos após a colagem que as demais e que não houve diferença estatística significativa entre os adesivos nos testes de 48 horas após a colagem. As maiores falhas ocorreram na interface adesivo/braquete.

White (1986) relatou que o cimento de ionômero vidro era muito utilizado nos procedimentos restauradores, porém, muito pouco utilizado pelos ortodontistas, apesar de suas características ideais para seu uso em ortodontia como: não ser necessário o condicionamento ácido do esmalte, apenas profilaxia local; aderir-se quimicamente ao esmalte, dentina, metais e plástico; ter resistência a forças de



compressão maior que a do cimento de fosfato de zinco; acumular e liberar íons flúor não só em seu local de colagem, mas também a alguma distância; bom tempo de trabalho, podendo uma única porção ser usado em vários dentes e fácil remoção devido ao não condicionamento ácido.

Cook & Youngson (1988) realizaram um estudo comparando a resistência de união pelo teste de cisalhamento da resina composta (Right on) e do cimento de ionômero de vidro (Ketac Cem) na colagem de braquetes. Os autores utilizaram 5 grupos neste estudo: Grupo 1 - resina composta com condicionamento ácido por 60 segundos; Grupo 2 - cimento de ionômero de vidro com prévia profilaxia e secagem; Grupo 3 - cimento ionômero de vidro com prévia profilaxia e sem secagem; Grupo 4 - cimento ionômero de vidro com prévio condicionamento ácido (ácido fosfórico do kit da resina composta Right on) por 60 segundos; Grupo 5 - cimento de ionômero de vidro com condicionamento ácido (ácido poliacrílico 40%) por 30 segundos. Os dentes foram armazenados por 24 horas a 37°C antes do ensaio de resistência pelo teste de cisalhamento. Os resultados comprovaram que a resina composta Right on apresentava maior resistência de união do que o cimento de ionômero de vidro. No caso específico do cimento de ionômero de vidro, a secagem prévia melhorou a resistência, já o condicionamento ácido gerou menor resistência ao cisalhamento. A resina composta tendeu a se romper na interface braquete-adesivo e o cimento de ionômero de vidro possuiu maior aderência ao braquete do que ao dente.

Freitas (1991) realizou um experimento *in vitro* no qual comparou a resistência de união pelo teste de cisalhamento de uma resina quimicamente ativada (Concise ortodôntico, 3M) e do cimento de ionômero de vidro (Ketac Cem). O autor utilizou pré-molares embutidos em tubos de PVC preenchidos com resina acrílica autopolimerizável ficando somente a coroa exposta. Após o teste de resistência ao

cisalhamento, concluiu que a resina Concise foi superior ao cimento de ionômero de vidro, tendo em vista os valores de resistência obtidos.

Bertoz et al. (1991) utilizaram em seu estudo 80 braquetes que foram colados com cimento de ionômero de vidro (Shofu tipo 1), para verificar se este cimento poderia inibir a desmineralização ao redor da área de cimentação e verificar também sua resistência adesiva. O estudo foi realizado *in vivo* e após 18 meses da colagem, os pacientes retornaram com a seguinte situação: 8 braquetes descolaram após 13 meses e 1 braquete após 17 meses. Os autores concluíram que o cimento de ionômero de vidro é um eficiente material para a colagem de braquetes e previne a desmineralização ao redor do braquete.

Fricke (1992), em um trabalho *in vivo*, utilizou o cimento de ionômero de vidro (Fuji I) e a resina composta (System I) para colagem de braquetes na estrutura dentária. Os materiais foram utilizados de acordo com a orientação do fabricante e os pacientes foram avaliados após 12 meses quando se verificou pelo número de braquetes descolados, que a resina apresentou resultados superiores ao cimento de ionômero de vidro, porém, o cimento de ionômero de vidro foi efetivo na prevenção de manchas de desmineralização ao redor dos braquetes.

Wiltshire (1994) comparou a resistência ao cisalhamento do cimento de ionômero de vidro com a resina composta. O autor utilizou 45 premolares colando os braquetes da seguinte maneira: Grupo 1: cimento de ionômero de vidro sem condicionamento ácido do esmalte; Grupo 2: com condicionamento ácido do esmalte e Grupo 3: resina composta com condicionamento ácido do esmalte. Concluiu que o cimento de ionômero de vidro não possui valores adequados para a colagem de braquetes nas duas condições de esmalte testadas.

Capelozza Filho et al. (1997) compararam a resistência à tração de braquetes colados com uma resina composta (Concise - 3M) e um cimento de ionômero de vidro modificado por resina (Fuji Ortho LC). Foram utilizados 28 pré-molares divididos em dois grupos. Em cada grupo os braquetes foram colados seguindo as especificações do fabricante de cada material. Os espécimes foram conservados em saliva artificial por 72 horas, para serem realizados os testes de tração em uma máquina de ensaio (Kratos). Após a análise estatística dos resultados, foi possível concluir que não houve diferença estatisticamente significativa entre os materiais utilizados e que o cimento de ionômero de vidro modificado por resina se mostrou equivalente à resina composta, devendo portanto, ser visto como uma boa opção para colagem de braquetes.

Komori & Ishikawa (1997) avaliaram a resistência de união pelo teste de cisalhamento de um cimento de ionômero de vidro modificado por resina (Fuji Ortho); um cimento de ionômero de vidro convencional (Ketac-Cem) e um cimento resinoso (Rely a Bond - grupo controle). A resina se mostrou superior aos outros dois produtos. O cimento de ionômero de vidro modificado por resina, por sua vez, obteve melhores resultados do que o cimento de ionômero de vidro convencional. Quanto ao Índice de Adesivo Remanescente (IRA), em nenhum grupo foi observado dano ao esmalte dental. Os autores concluíram que o cimento de ionômero de vidro modificado por resina (Fuji Ortho) pode ser uma boa alternativa para substituir a resina na colagem de braquetes, pois os valores obtidos por este material, estão dentro dos limites para a prática ortodôntica.

Silva Filho et al. (1999) fizeram um experimento *in vivo* no qual colaram braquetes diretamente aos incisivos permanentes de 17 pacientes com um cimento de ionômero de vidro (Vitrebond). Neste trabalho os autores concluíram que o

material em questão teve resistência suficiente para nivelar os incisivos permanentes e em todos os casos não houve o aparecimento de mancha branca.

Souza et al. (1999) utilizaram 50 pré-molares superiores humanos para colagem de braquetes. Foram utilizados os seguintes materiais para colagem: resina quimicamente ativada (Concise - 3M); cimento de ionômero de vidro modificado por resina (Fuji Ortho LC - GC); cimento de ionômero de vidro modificado por resina (Vitremmer - 3M); um compômero (Dyract - Dentsply) e cimento resinoso fotoativado (Transbond XT - 3M). Após a fixação dos braquetes (de acordo com as instruções do fabricante), os corpos-de-prova foram armazenados em água deionizada a 37°C por 24 horas. Os testes de resistência ao cisalhamento foram realizados com o auxílio de uma Máquina de Ensaio Universal (Kratos) com velocidade de 0,5 mm/min. Os autores chegaram às seguintes conclusões: a) todos os materiais utilizados atingiram valores bons na resistência ao cisalhamento; b) houve diferença estatística significativa entre a maioria dos grupos, com exceção dos grupos Concise/Transbond e Fuji Ortho/Transbond; c) as falhas adesivas ocorreram na interface cimento/braquete, na maioria das vezes, o que é desejável.

Kirovski & Madzarova (2000) verificando se o condicionamento prévio e as condições de umidade sobre o esmalte influenciavam a resistência adesiva na colagem de braquetes com cimento de ionômero de vidro modificado por resina (Fuji Ortho LC) utilizaram 40 pré-molares humanos, divididos em quatro grupos (n=10), sendo que o primeiro foi umedecido com água destilada, porém, sem condicionamento, o segundo também foi umedecido com água destilada com condicionamento, o terceiro contaminado com saliva humana e o quarto com plasma sanguíneo humano. Após a colagem dos braquetes, as amostras foram armazenadas a 37°C por 24 horas e submetidas ao ensaio de resistência à tração

com velocidade de 1,0 mm/min. Os resultados mostraram valores médios de resistência à tração de 9,97 MPa para o Grupo 1, 10,30 MPa para o Grupo 2, 11,35 MPa para o 3 e 13,58 MPa para o 4. As colagens realizadas após condicionamento ácido em ambiente contaminado obtiveram maiores valores de força adesiva, sendo que o grupo contaminado com plasma humano obteve valor médio superior, entretanto, sem diferença estatística em relação aos demais grupos.

Francisconi et al. (2000) avaliaram a resistência de união pelo teste de cisalhamento de uma resina composta quimicamente ativada (Concise, 3M) e do cimento de ionômero de vidro modificado por resina (Fuji Ortho LC). Os autores utilizaram 20 dentes bovinos e braquetes ortodônticos Abzil. Foram usados 10 dentes para cada material e foram seguidas as instruções do fabricante para a colagem dos braquetes. Os corpos-de-prova foram armazenados em estufa a 37°C por 24 horas. Os resultados mostraram que a resina composta obteve maiores valores de resistência do que o cimento de ionômero de vidro modificado por resina, entretanto, consideraram que este último pode ser utilizado para a prática ortodôntica.

Tay & Pashley (2001) avaliaram a agressividade de adesivos autocondicionantes em comparação com um grupo controle no qual foi utilizado ataque ácido total. Foram utilizados os seguintes adesivos: adesivo autocondicionante de dois passos (Clearfil Mega Bond, Kuraray) e o adesivo autocondicionante de passo único (Prompt L-Pop, 3M). Chegaram à conclusão de que o adesivo autocondicionante de dois passos foi menos agressivo do que o adesivo autocondicionante de passo único e que este último se assemelhou ao padrão de condicionamento do ataque ácido.

Rix et al. (2001) realizaram um estudo que teve como objetivo comparar a resistência de união pelo teste de cisalhamento de 3 adesivos ortodônticos. Foi

utilizada neste estudo a resina fotoativada (Transbond XT); cimento de ionômero de vidro modificado por resina (Fuji Ortho LC) e uma resina composta modificada por poliácido (Assure). Foram feitos 4 grupos de 40 pré-molares humanos (160 dentes). Grupo 1: Resina Transbond XT; Grupo 2: Fuji Ortho LC; Grupo 3: Assure, sem contaminação por saliva e Grupo 4: Assure contaminada por saliva. Os dentes foram estocados em água destilada por 30 dias. Os valores médios de resistência demonstraram que a Resina Transbond XT obteve os melhores resultados, porém, os outros dois materiais em questão podem ser usados para colagem ortodôntica. Não houve diferença estatística significativa entre os grupos formados pelo Assure em ambiente seco e contaminado por saliva humana; os grupos formados pelo Fuji Ortho LC e Assure em campo contaminado obtiveram a maioria das fraturas na interface esmalte / adesivo, enquanto o Transbond XT e o Assure em ambiente seco tiveram fraturas coesivas no adesivo; Transbond XT e Fuji Ortho LC tiveram as mais altas taxas de fratura de esmalte devido ao maior valor de resistência encontrado para os dois produtos.

Grandhi et al. (2001) realizaram um trabalho *in vitro*, avaliando a resistência à tração de braquetes metálicos e cerâmicos colados em pré-molares humanos. Os testes foram realizados em campo seco e úmido. Os autores ressaltaram que a umidade durante a colagem pode ser a grande responsável pelos insucessos na colagem direta de braquetes. Foram utilizados os seguintes materiais: cimento resinoso fotoativado (Transbond XT) associado ao adesivo hidrofílico (Transbond XT MIP); e cimento resinoso quimicamente ativado (Concise ortodôntico). Os braquetes colados com Transbond XT associado ao Transbond XT MIP em ambiente úmido e em ambiente seco apresentaram os melhores valores de

resistência, sendo contra-indicado o uso deste adesivo hidrofílico com cimento resinoso quimicamente ativado.

Correr Sobrinho et al. (2001) avaliaram a resistência de união pelo teste de cisalhamento de cinco materiais utilizados para colagem de braquetes ortodônticos. Utilizaram para tanto 50 pré-molares humanos, e os braquetes foram fixados ao esmalte com os seguintes materiais: Resinas (Concise Ortodôntico, Transbond XT e Z-100), cimento de ionômero de vidro modificado por resina (Vitremer) e cimento de ionômero de vidro modificado por resina (Fuji Ortho LC). Somente os dentes nos quais foram utilizados o Concise, Z-100 e Transbond XT foram condicionadas com o ácido fosfórico a 35% por 30 segundos. Os corpos-de-prova foram submetidos ao teste de cisalhamento em uma máquina de ensaio universal (Instron) com velocidade de 0,5 mm/min. Os resultados de resistência ao cisalhamento obtidos foram submetidos à análise estatística e a região fraturada foi observada em MEV. Os resultados mostraram que a resina Concise Ortodôntico apresentou resultados de resistência ao cisalhamento estatisticamente superiores ao Transbond XT, Z100, Fuji Ortho LC e Vitremer. O Transbond XT, Z100 e Fuji Ortho LC foram estatisticamente superiores ao Vitremer, este último com resistência abaixo da necessária para o tratamento ortodôntico. Não foi observada nenhuma diferença estatística significativa entre o Transbond XT, Z100 e Fuji Ortho LC.

Dominguez-Rodriguez et al. (2002) verificaram *in vitro* a resistência de braquetes colados sobre dentes humanos utilizando o cimento resinoso fotoativado (Transbond Plus Self Etching Primer -TPSEP). Utilizaram 19 dentes, nos quais foi aplicado o produto conforme recomendado pelo fabricante, durante 30 segundos e removido o excesso com um leve jato de ar. Em seguida, a resina composta (Transbond XT) foi aplicada sobre a base do braquete e colado no dente, foi

removido o excesso e fotoativado por 40 segundos. As amostras foram submetidas à ciclagem térmica e a descolagem realizada em uma máquina Instron após 72 horas, com velocidade de 0,5 mm/min. Os dados foram submetidos à análise estatística e indicaram um valor médio de resistência de 6,25 MPa. Concluíram que a resistência deste material é adequada para a prática ortodôntica, além de propiciar maior rapidez, maior comodidade do que os sistemas convencionais, tendo como vantagem a simplificação do procedimento de colagem e a diminuição do tempo clínico.

Tortamano et al. (2002) apresentaram um estudo comparando a resistência de alguns cimentos utilizados na colagem de braquetes. Utilizaram 60 pré-molares humanos divididos em 6 grupos (n=10). Os grupos foram: Grupo I – resina quimicamente ativada (Concise Ortodôntico); Grupo II - resina composta fotoativada (Transbond XT); Grupo III - adesivo hidrofílico (Transbond MIP) seguido da colagem com Transbond XT; Grupo IV - adesivo (Single Bond) seguido da colagem com resina composta fotoativada (Z-100); Grupo V - adesivo (Solid Bond S) seguido da colagem com resina composta fotoativada (Durafill); e, Grupo VI - cimento de ionômero de vidro modificado por resina (Fuji Ortho LC). As amostras foram submetidas à ciclagem térmica e posteriormente ao ensaio de resistência à tração. Os dados foram submetidos à Análise de Variância e ao teste de Tukey (5%) e mostraram que o Transbond XT apresentou os melhores resultados (12,73 MPa), seguido do Concise Ortodôntico (11,06 MPa), Durafill (9,90 MPa), Z-100 (9,82 MPa), Transbond XT associado Transbond MIP (7,61 MPa) e Fuji Ortho LC (3,23 MPa). O cimento Fuji Ortho LC apresentou baixo poder de adesão. Não foram encontradas diferenças estatísticas significantes entre os materiais Concise Ortodôntico, Transbond XT, Z-100 e Durafill.



Sória et al. (2003) utilizaram três cimentos de ionômero de vidro modificado por resina, Ortho Glass LC (DFL), Ortho Glass PLC (DFL) e Fuji Ortho LC (GC) para colagem de braquetes em 48 incisivos permanentes bovinos. Os autores realizaram teste de resistência ao cisalhamento nos três grupos utilizando uma máquina de ensaio universal (Emic DL2000), com velocidade de 0,5 mm/min. Os resultados encontrados foram: Ortho Glass LC (12,42 MPa); Ortho Glass PLC (11,56 MPa) e Fuji Ortho LC (7,93 MPa). A conclusão foi a de que os três produtos testados podem ser utilizados na clínica ortodôntica.

Buyukyilmaz et al. (2003) estudaram três diferentes adesivos autocondicionantes, comparando a resistência de união pelo teste de cisalhamento na colagem de braquetes com cimento resinoso fotoativado (Transbond XT). Utilizaram como grupo controle o ácido fosfórico a 37%. Oitenta pré-molares foram divididos em quatro grupos. No grupo controle condicionou-se o esmalte com ácido fosfórico a 37% e nos outros grupos foram utilizados: adesivo autocondicionante (Clearfil SE Bond - CSE Bond), adesivo (Etch & Prime 3.0 - E&P 3.0) e Transbond Plus Self Etching Primer (TPSEP). Os valores médios de resistência encontrados foram: 16 MPa para o grupo do TPSEP; 13,1 MPa para o ácido fosfórico; 11,5 MPa para o CSE Bond; e, 9,9 MPa para o E&P 3.0. Observaram que o Transbond Plus Self Etching Primer foi estatisticamente superior aos outros materiais avaliados; o ácido fosfórico foi estatisticamente superior ao E&P 3.0, sem diferença estatística em relação ao CSE Bond. Entre o CSE Bond e o E&P 3.0 não houve diferença estatística significativa. Concluíram que todos os materiais em questão podem ser utilizados na prática ortodôntica.

Cacciafesta et al. (2003) avaliaram a resistência de união pelo teste de cisalhamento e o IRA de braquetes colados com alguns produtos em sete diferentes

condições de esmalte. Os dentes bovinos foram divididos em vinte e um grupos, sete grupos para cada tipo de material: adesivo (Transbond XT primer); adesivo hidrofílico (Transbond MIP) e cimento resinoso fotoativado (Transbond Plus Self Etching Primer). Os produtos foram colados em esmalte seco; umedecido antes da aplicação do primer; umedecido após aplicação do primer; umedecido antes e depois da aplicação e também contaminado por saliva na mesma ordem dos grupos acima. Os grupos que avaliaram o Transbond XT primer e o Transbond MIP foram condicionados previamente com ácido fosfórico a 37%. Em todos os grupos, os braquetes foram colados com o compósito Transbond XT. As conclusões do trabalho foram as seguintes: a) as superfícies de esmalte secas obtiveram os maiores valores de resistência em todos os produtos; b) nas colagens realizadas em superfícies secas não houve diferença estatística significativa entre os tipos de *primer*; c) na maioria das condições úmidas e contaminadas, o Transbond Plus Self Etching Primer obteve os maiores valores de resistência adesiva; d) o Transbond MIP em esmalte seco produziu maiores valores de resistência adesiva em relação ao esmalte umedecido e contaminado; e) Entre o Transbond XT primer e Transbond MIP ocorreram diferenças estatísticas, dependendo da condição do esmalte; f) o Transbond Plus Self Etching Primer pode ser usado como agente condicionador e primer na colagem de braquetes em condições de esmalte seco, úmido ou contaminado com saliva.

Cal Neto & Miguel (2004) publicaram um trabalho de revisão sobre adesão em ortodontia. Os autores verificaram as metodologias empregadas pelos principais trabalhos científicos de 1993 a 2002. Os periódicos foram retirados da *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* e *The Angle Orthodontist*. Em todos os artigos foi avaliada a resistência de braquetes utilizando

máquina de ensaio universal (Emic ou similares). Foram analisados 127 artigos e em 86% foi utilizado teste de cisalhamento e em 14% foi utilizado teste de tração. No que diz respeito aos grupos utilizados, em 28 artigos foi analisado entre 6 e 10 espécimes por grupo; 30 artigos entre 11 e 15; em 33 entre 16 e 20 e os outros 36 analisaram mais de 20 espécimes. Quanto à solução de armazenagem, as mais utilizadas foram água destilada em 43% dos trabalhos; timol a 0,1% em 28%. Com relação à velocidade empregada na máquina de ensaio o resultado foi o seguinte: 25 estudos foi 0,5 mm/min.; em 43 foi 1 mm/min.; em 8 foi 2 mm/min e em 38 foi 5mm/min. Como conclusão, os autores acharam que não existe um consenso na metodologia empregada e que deveria haver uma padronização.

Bishara et al. (2005) publicaram um artigo no qual comparam o tempo para fixação de braquetes e a resistência ao cisalhamento de dois sistemas de colagem de braquetes. Foi utilizado um sistema de passo único (ácido e adesivo juntos) e um sistema convencional (ácido e adesivo usados separadamente). Os resultados para a resistência foram de 9,4 MPa para o sistema único e de 6,2 MPa para o sistema convencional. Com relação ao tempo de colagem, este foi de 36 segundos por dente para o sistema de passo único e 46 segundos por dente para o sistema convencional. Houve diferenças estatísticas significantes nas duas variáveis estudadas, porém, os dois métodos foram eficientes para colagem de braquetes.

Vicente et al. (2005) avaliaram os efeitos de dois sistemas autocondicionantes para colagem de braquetes em comparação com o método convencional que utiliza o ataque ácido. Os autores utilizaram 75 pré-molares humanos superiores que foram armazenados em timol 0,1% e a resina Transbond XT (3M) para colagem dos braquetes. Os corpos-de-prova foram divididos em 3 grupos assim tratados: 1- condicionamento ácido 37% + Transbond XT Primer +

Transbond XT; 2- Transbond Plus Self Etching Primer + Transbond XT; 3- Adper Prompt L-Pop (3M) + Transbond XT. Os testes foram realizados em uma máquina de ensaio universal. Foi utilizado microscópio eletrônico de varredura para avaliar o efeito de cada produto sobre o esmalte do dente. Como resultado, não houve diferenças significativas entre os três grupos avaliados ( $p > 0,05$ ). O sistema adesivo Transbond Plus Self Etching deixou menos adesivo aderido ao dente em comparação com método convencional (ataque ácido) e o Adper Prompt L-Pop deixou menos adesivo aderido ao dente comparado ao Transbond Plus Self Etching Primer ( $p < 0,017$ ). Os efeitos sobre o esmalte são aproximadamente os mesmos para todos os grupos em questão.

Movahhed et al. (2005) realizaram um estudo no qual utilizaram o teste de resistência de união ao cisalhamento de braquetes colados com dois sistemas: um cimento de ionômero de vidro modificado por resina (Fuji Ortho LC) e uma resina composta (Transbond XT) associada ao Transbond Plus Self Etching Primer. Os autores ainda compararam a resistência em diferentes tempos de descolagem. Foram utilizados 80 pré-molares humanos divididos da seguinte maneira: Grupo 1- Transbond Plus Self Etching Primer + Transbond XT, descolados após 5 minutos; Grupo 2- Fuji Ortho LC, descolados após 5 minutos; Grupo 3- braquetes colados como no grupo 1, porém, descolados após 15 minutos e Grupo 4- braquetes colados como no grupo 2, porém, descolados após 15 minutos. Os resultados foram os seguintes para a resistência ao cisalhamento: G1 - 8,8 MPa; G2 - 6,6 MPa; G3 - 11,0 MPa; G4 - 9,6 MPa. Os autores concluíram que todos os grupos possuíam resistência adequada ao cisalhamento.

Cehreli et al. (2005) realizaram um estudo no qual compararam a resistência de união pelo teste de cisalhamento de 4 adesivos autocondicionantes e

um sistema convencional (grupo controle). Os produtos autocondicionantes utilizados foram: Prompt L-Pop (3M); Clearfil SE Bond (Kuraray); FL Bond (Shofu) e One-Up Bond F (Tokuyama). Para o sistema convencional foi utilizado o produto Prime&Bond NT (Dentsply). Foi utilizada a resina Transbond XT para a colagem dos braquetes. Neste estudo foram utilizados 35 incisivos bovinos (n=7 por grupo). Os resultados dos testes de resistência de união por cisalhamento foram os seguintes: (Prompt L-Pop 1,72 MPa - Clearfil SE Bond 1,75 MPa - FL Bond 1,71 MPa - One-Up Bond F 1,77 MPa) e houve diferença significativa dos 4 grupos estudados em comparação ao grupo controle (Prime&Bond NT 10,5 MPa), porém, não houve diferença significativa entre os 4 grupos. Os autores concluíram que os sistemas autocondicionantes estudados apresentaram valores muito abaixo em relação ao grupo controle e que clinicamente seu uso é inviável.

Perdigão et al. (2006) compararam a força de adesão de cinco adesivos autocondicionantes de passo único usando como grupo controle dois adesivos autocondicionantes de dois passos. Foram utilizados 84 molares humanos distribuídos aleatoriamente em 7 grupos. Os adesivos de passo único foram: Adper Prompt L-Pop (3M); Clearfil S3 Bond (Kuraray); G-Bond (GC); iBond (Heraeus Kulzer) e Xeno IV (Dentsply). Como controle foi utilizado: Adper Single Bond Plus (3M) e Clearfil SE Bond (Kuraray). Os dentes foram restaurados com a resina Z250 (3M). Os autores realizaram os testes utilizando diferentes profundidades de esmalte e dentina e como resultado, relataram que os adesivos autocondicionantes de passo único demonstraram força de adesão inferior em quase todas as profundidades de esmalte e dentina e que necessitam de mais estudos para serem indicados clinicamente.

Davari et al. (2007) realizaram um experimento para determinar a resistência de braquetes colados com um sistema autocondicionante, Prompt L-Pop (3M) e também o modo de fratura do adesivo. Foram utilizados 36 incisivos bovinos armazenados em solução de timol a 0,1% que foram divididos em 3 grupos de 12. Grupo 1 (controle)- ataque ácido + resina Transbond XT; Grupo 2: Prompt L-Pop + Transbond XT e Grupo 3- ataque ácido + Prompt L-Pop + Transbond XT. Os resultados mostraram que não existiu diferença estatisticamente significativa entre os grupos ( $p=0,8$ ). Grupo 1: 11,7 MPa; Grupo 2: 10,5 MPa e Grupo 3: 10,9 MPa. Também não houve diferença significativa entre o índice de remanescente dental entre os três grupos ( $p=0,55$ ).

Bishara et al. (2007a) apresentaram um estudo sobre a resistência de união pelo teste de cisalhamento de braquetes colados com dois sistemas: cimento de ionômero de vidro modificado por resina (Fuji Ortho LC) e a resina Transbond XT associada ao Transbond Plus Self Etching Primer. Foram utilizados 40 molares humanos armazenados em solução de timol a 0,2% divididos em 2 grupos. No grupo 1 os braquetes foram colados com Fuji Ortho LC e no grupo 2 os braquetes foram colados com resina Transbond XT. Os dentes foram armazenados por 24 horas a 37°C e termociclados em seguida entre 5°C e 55°C. Para o grupo 1 a resistência ao cisalhamento foi de 6,4 MPa e para o grupo 2 foi de 6,1 MPa. Não houve diferença significativa entre os grupos para os valores de resistência ao cisalhamento ( $p=0,837$ ) ou para o IRA ( $p=0,907$ ). Concluíram assim, que os dois sistemas podem ser usados clinicamente.

Bishara et al. (2007b) realizaram um estudo sobre um sistema adesivo autocondicionante (GC Self-conditioner) para ser utilizado juntamente com o cimento ionômero de vidro modificado por resina (Fuji Ortho LC) para colagem de braquetes.

Foram utilizados neste trabalho 60 molares humanos divididos em 3 grupos (n=20) da seguinte maneira: Grupo 1 (controle): Transbond Plus Self-etching Primer; Grupo 2: Condicionamento ácido + Fuji Ortho LC e Grupo 3: GC Self-conditioner + Fuji Ortho LC. Os resultados mostraram que não houve diferença significativa entre os grupos: G1 (8,6 MPa); G2 (9,1 MPa) e (9,9 MPa). Quanto ao IRA, o Grupo 1 foi o que se mostrou com mais adesivo remanescente ao dente. Concluíram que este sistema autocondicionante pode ser utilizado com sucesso para colagem de braquetes e que o grupo com Fuji Ortho LC deixou menos adesivo remanescente ao dente.

Rosenbach et al. (2007) avaliaram a resistência de união pelo teste de cisalhamento *in vivo* de braquetes colados com um cimento ionômico de vidro modificado por resina (Fuji Ortho LC). Foram selecionados 15 pacientes que possuíam pré-molares que tinham indicação de serem extraídos por razões ortodônticas. Os braquetes foram colados antes de serem extraídos os dentes. Em cada paciente foram colados 4 braquetes, nos primeiros pré-molares, perfazendo um total de 60 dentes. Os grupos foram divididos da seguinte maneira: Grupo 1: ataque ácido + Fuji Ortho LC e Grupo 2: Fuji Ortho LC sem ataque ácido. Foram colocadas quantidades iguais de superiores e inferiores em ambos os grupos. Os dentes foram extraídos 4 semanas após a colagem para serem feitos os testes. O grupo 1 obteve 6,26 MPa e o grupo 2, 6,52 MPa. Não houve diferença estatística significativa entre os grupos ( $p=0,599$ ), concluindo-se que o condicionamento ácido não melhora os valores de resistência da colagem de braquetes com cimento de ionômico de vidro modificado por resina, clinicamente.

Amra et al. (2007) compararam a resistência de união pelo teste de cisalhamento e o IRA de braquetes colados com o sistema convencional que utiliza

condicionamento ácido e um adesivo autocondicionante, Xeno III (Dentsply). Foram utilizados 120 pré-molares humanos que foram divididos em 6 grupos de 20 dentes, em que o Grupo 1 e 4 foram os grupos controle. Grupo 1: Condicionamento ácido + Transbond XT *primer*+adesivo; Grupo 2: Xeno III + Transbond XT *primer*+adesivo; Grupo 3: Xeno III + Transbond XT adesivo (sem *primer*); Grupo 4: Condicionamento ácido + Fuji Ortho LC; Grupo 5: Xeno III + Fuji Ortho LC; Grupo 6: Fuji Ortho LC sem condicionamento ácido. Após a confecção dos corpos-de-prova, os mesmos foram submetidos à ciclagem térmica de 500 ciclos de 5° a 55°C. Os resultados mostraram que o adesivo autocondicionante Xeno III possui resistência comparável ao método convencional com ataque ácido e, portanto, pode ser usado clinicamente. Quanto ao IRA, o Grupo 3 foi o que mostrou menos adesivo no dente.

Bishara et al. (2008) compararam a resistência de união pelo teste de cisalhamento de um novo material ionomérico para colagem de braquetes (GC Fuji Triage). Os autores utilizaram 60 molares divididos em 3 grupos (n=20) de acordo com o condicionamento do esmalte. Grupo 1: ácido poliacrílico a 10% + material ionomérico; Grupo 2: ácido fosfórico a 37% + material ionomérico e Grupo 3: ácido fosfórico a 37% + resina composta. Os resultados mostraram que houve diferença significativa entre os grupos e que os grupos nos quais foram utilizados o material ionomérico, tiveram resistência inferior ao grupo controle (grupo 3): G1(3,2 MPa); G2 (2,3 MPa) e G3 (5,2 MPa). Os autores concluíram que apesar de sua propriedade de inibição da desmineralização ao redor dos braquetes, este novo produto apresenta baixa resistência ao teste de cisalhamento.



### 3 PROPOSIÇÃO

Os objetivos do presente estudo foram:

- a) avaliar a resistência de união do cimento de ionômero de vidro modificado por resina quando utilizado para colar braquetes;
- b) avaliar a resistência de união do cimento de ionômero de vidro modificado por resina em função do tratamento prévio no esmalte (não utilização do *primer* ou uso de diferentes tipos de sistemas adesivos), quando utilizado para colar braquetes.

## **4 MATERIAIS E MÉTODOS**

Por utilizar dentes humanos extraídos, o presente trabalho foi previamente avaliado (protocolo n° 06/255) e aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Faculdade de Odontologia e Centro de Pesquisas Odontológicas São Leopoldo Mandic, Campinas, SP (Anexo A). A pesquisa foi executada no Laboratório de Ensaio de Materiais da referida instituição.

### **4.1 Delineamento experimental**

Trata-se de um experimento *in vitro*, no qual as unidades experimentais foram 45 dentes humanos extraídos, aos quais colaram-se braquetes com cimento de ionômero de vidro modificado por resina (CIVMR), sendo o fator em estudo o tratamento prévio no esmalte, totalizando 5 grupos experimentais. Houve 9 repetições por grupo (n=9), sendo as variáveis de resposta avaliadas: resistência de união por teste de cisalhamento (MPa; quantitativa) e tipo de fratura (qualitativa).

### **4.2 Obtenção dos dentes:**

Foram utilizados 45 premolares humanos superiores recém extraídos por finalidade ortodôntica, que possuíam a face vestibular hígida, sem tratamento endodôntico e sem ter recebido prévia colagem de acessórios ortodônticos. Após extraídos, os dentes foram lavados em água corrente e foi feita uma raspagem com cureta periodontal, removendo os restos de tecidos periodontais. Logo após, os dentes foram armazenados em solução aquosa de timol a 0,1%.

### 4.3 Preparo dos Corpos-de-prova:

Os dentes foram incluídos individualmente, pela porção radicular, em um tubo de PVC medindo 2 cm de altura x 2,5 cm de diâmetro, preenchido com resina acrílica quimicamente ativada (Jet Clássico, São Paulo, SP, Brasil). Os dentes foram incluídos na resina de modo que a área da coroa a receber o braquete ficasse perpendicular ao plano horizontal; isso foi verificado visualmente. Desta maneira, ficaram expostas apenas as coroas de cada dente. Os 45 dentes foram divididos, de forma aleatória, em 5 grupos (n=9), sendo que cada grupo recebeu seu respectivo tratamento. Foi feita a profilaxia com pedra pomes (S. S. White, Petrópolis, RJ, Brasil) e água em todos os corpos-de-prova com o auxílio de uma escova de Robinson (KG Sorensen, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) acoplada ao contra-ângulo (Kavo do Brasil, Joinville, SC, Brasil) em baixa velocidade durante 10 segundos e logo depois foram lavados em água corrente.

A fim de delimitar a área adesiva, foram utilizados moldes feitos em papel adesivo, com tamanho de 4 x 4 mm. Estes foram colados na face vestibular de todos os dentes. Logo após, foi aplicada uma camada de esmalte de unha (Colorama/CEIL Com Exp Ind Ltda, São Paulo, SP, Brasil) em todos os corpos-de-prova. Após a secagem do esmalte, foi retirado o molde, ficando exposta apenas a área de 4 x 4 mm (figura 1).



Figura 1- Corpo-de-prova com a área delimitada para a colagem

Utilizou-se braquetes superiores *Edgewise Slim* (Dental Morelli Ltda, Sorocaba, SP, Brasil) com área da base de  $10,5 \text{ mm}^2$  ( $3 \times 3,5 \text{ mm}$ ).

Assim, houve uma área de esmalte exposta ( $16 \text{ mm}^2$ ) maior que a área da base do braquete ( $10,5 \text{ mm}^2$ ), correspondente a uma margem de esmalte ao redor do mesmo de  $5,5 \text{ mm}^2$ , que foi submetida à ciclagem de pH.

A colagem dos braquetes nos cinco grupos experimentais foi feita com um cimento de ionômero de vidro modificado por resina (CIVMR, Vitremer, 3M ESPE, Sumaré, SP, Brasil; figura 2) variando-se o tratamento prévio aplicado ao esmalte, nos seguintes grupos experimentais:

#### **GRUPO VT: Vitremer**

O material CIVMR foi manipulado segundo orientação do fabricante, dispensando em um bloco de espatulação uma colher de pó para uma gota plena de líquido e manipulando o produto com uma espátula para cimento n° 27 (Duflex, Rio de Janeiro, RJ, Brasil). O procedimento de espatulação levou, em média, 30 s (segundos). Logo após, o produto foi aplicado sobre a base do braquete utilizando uma espátula de inserção n° 1 (Duflex, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) em uma quantidade que preencheu toda sua base e com a ajuda de uma pinça porta braquete (Starlet, São Paulo, SP, Brasil) este foi levado até o dente, sendo feita uma

pressão digital para que o material apresentasse um escoamento. Foi removido o excesso de cimento com uma sonda exploradora (Duflex, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) e, em seguida, foi feita a fotoativação por 40 s (10 s em cada face) com um aparelho fotopolimerizador Optilight Plus (Gnatus, Ribeirão Preto, SP, Brasil), com média de intensidade de luz de  $418 \text{ mW/cm}^2$ , verificada em um aparelho radiômetro (Demetron Research Corp).



Figura 2 - Cimento de ionômero de vidro modificado por resina (Vitremer).

### ***GRUPO VP: Vitremer com aplicação prévia de seu primer***

Antes da fixação do braquete ao dente, com o CIVMR, foi aplicado à superfície do esmalte o *primer* do material Vitremer (figura 3), de acordo com as instruções do fabricante: foi espalhado durante 30 s, com auxílio de um pincel descartável (FGM, Joinvile, SC, Brasil) e em seguida foi feita a secagem por 20 s e fotoativação por 20 s. A manipulação e aplicação do CIVMR seguiram os mesmos passos descritos no Grupo VT.



Figura 3 - *Primer* do Vitremer utilizado no grupo VP

***GRUPO VC: Vitremer com aplicação prévia de sistema adesivo convencional (ácido + adesivo)***

Foi feito o condicionamento ácido (ácido fosfórico 37%, FGM, Joinville, SC, Brasil) do esmalte por 30 s, seguido de lavagem por 20s e secagem por 10s com ar de seringa tríplice. Aplicou-se o adesivo (Scotchbond Multipurpose, 3M ESPE, Sumaré, SP, Brasil; figura 4) com um pincel descartável (FGM, Joinville, SC, Brasil) por 20 s e logo após este foi fotoativado por 20 s. Neste caso não foi necessária a aplicação de um *primer*, pois apenas o esmalte foi tratado. A manipulação e aplicação do CIVMR seguiram os mesmos passos descritos no Grupo VT.



Figura 4 - Sistema Adesivo convencional (Scotchbond Multipurpose) utilizado no grupo VC

**GRUPO VAC: Vitremer com aplicação prévia de sistema adesivo autocondicionante (2 Passos)**

Utilizou-se o sistema adesivo autocondicionante Self Etch Bond (Vigodent, Rio de Janeiro, RJ, Brasil; figura 5). Foi aplicado ao esmalte uma gota do frasco 1 (*primer* acidificado) com um pincel descartável (FGM, Joinvile, SC, Brasil) e espalhado na superfície por 20 s. Logo depois foi feita uma leve secagem e aplicado uma gota do frasco 2 (adesivo), feita um nova secagem e assim fotoativado por 20s. A manipulação e aplicação do CIVMR seguiram os mesmos passos descritos no Grupo VT.



Figura 5 - Sistema adesivo autocondicionante (Self Etch Bond) utilizado no grupo VAC

**GRUPO VPU: Vitremer com aplicação prévia de sistema adesivo de passo único**

Foi utilizado o sistema adesivo de passo único Adper Prompt L-Pop (3M ESPE, Sumaré, SP, Brasil; figura 6). Os compartimentos do sistema adesivo foram pressionados por 5 s para que o produto se misturasse. A aplicação foi feita por meio de um pincel descartável acoplado ao produto. Depois de misturado, o produto foi aplicado ao esmalte por 20 s, seguido de uma leve secagem e fotoativado por 10

s. A manipulação e aplicação do CIVMR seguiram os mesmos passos descritos no Grupo VT.

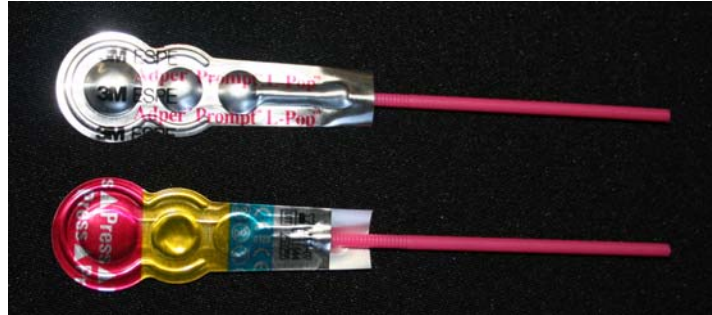


Figura 6 - Sistema adesivo de passo único (Adper Prompt L-Pop) utilizado no grupo VPU

O quadro 1 contém a classificação, a composição e o número de lote desses materiais.



Nome Comercial	Classificação	Composição	Lote
Vitremer - 3M ESPE	Cimento de ionômero de vidro modificado por resina	Pó: vidro de silicato de flúor-alumínio  Líquido: à base de ácido policarboxílico, água, hidroxietilmetacrilato  Primer: copolímero de ácido polialcenóico, grupos metacrilatos, etanol e canforoquinona.	24017
Adper Scotchbond Multipurpose - 3M ESPE	Sistema Adesivo Convencional	Bis-GMA <sup>*</sup> , HEMA <sup>**</sup> e aminas	6PL
Self Etch Bond - Vigodent	Sistema Adesivo Autocondicionante (2 Passos)	Primer: HEMA <sup>**</sup> Copolímero, Monômero adesivo, dimetacrilatos, álcool, água, fotoiniciadores estabilizantes.  Adesivo: Monômero adesivo, HEMA <sup>**</sup> , Bis-GMA <sup>*</sup> , dimetacrilatos, álcool, microfiller, fotoiniciadores e estabilizantes	002/06
Adper Prompt L-Pop - 3M ESPE	Sistema Adesivo Autocondicionante (Passo Único)	Líquido A: Mono e di-HEMA <sup>**</sup> fosfatos, dimetacrilato, canforoquinona, amina aromática e fenol substituído. Líquido B: Água, hidroximetil-metacrilato, ácido policarbônico de metacrilato e fenol substituído	253255

<sup>\*</sup>Bis-GMA = Bisfenolglicidilmetacrilato; <sup>\*\*</sup>HEMA = 2-hidroxietilmetacrilato

Quadro 1 - Descrição dos materiais testados

#### 4.4 Ciclagem de pH

Logo após a colagem dos braquetes (figura 7), foi realizada a ciclagem de pH. A ciclagem foi feita por 14 dias nos quais foi simulado o processo de desafio cariogênico que ocorre na cavidade bucal. Durante o processo, os corpos-de-prova foram estocados em uma estufa (Fanem, São Paulo, SP, Brasil) regulada a 37°C. Os espécimes foram imersos durante 6 horas em solução desmineralizante (pH 4,3;

Ca 2,0 mM; P 2,0 mM; tampão acetato 0,075M ) e 18 horas em solução remineralizante (pH 7,0; Ca 1,5 mM; P 0,9 mM; KCl 0,15 M; tampão Tris 0,02M), assim como as soluções descritas por Serra e Cury (1992). O volume de solução remineralizante utilizado foi de aproximadamente 17 ml e da solução desmineralizante foi de aproximadamente 34 ml. Esta ciclagem simula uma situação de desafio cariogênico.



Figura 7 - Corpo-de-prova

#### **4.5 Ensaio de resistência de união por teste de cisalhamento:**

Após os 14 dias, período no qual realizou-se a ciclagem de pH, foi realizado o teste de resistência de união por cisalhamento em uma Máquina de Ensaio Universal EMIC (Equipamentos e Sistemas de Ensaio Ltda, São José dos Pinhais, PR, Brasil) regulada para a velocidade de 0,5 mm/min (milímetros por minuto), com célula de carga de 200 Kgf, até a ruptura da união entre braquete e dente (figura 8).

O equipamento forneceu resultados de força (F), em Kgf, que é a força necessária para o rompimento da união braquete/dente, estes valores foram transformados para N (Newton), através da fórmula:  $N = Kgf \times 9,807$ .

Para chegar aos dados de resistência ao cisalhamento (R), em MPa, foi preciso dividir a força aplicada pela área do braquete (10,5 mm<sup>2</sup>). A fórmula usada foi a seguinte:

$$R \text{ (MPa)} = \frac{F \text{ (N)}}{A}$$

A (mm<sup>2</sup>).

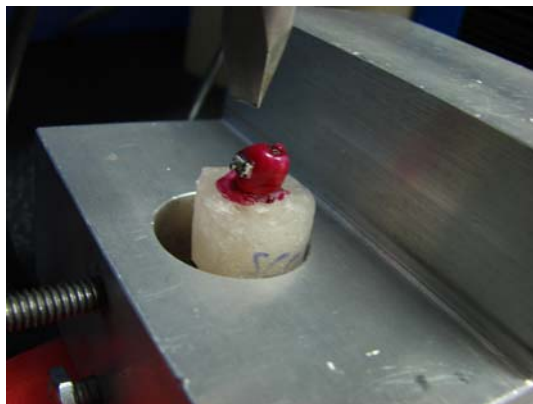


Figura 8- Vista do corpo-de-prova na máquina de ensaio

#### 4.6 Avaliação do modo de fratura:

Após o ensaio de resistência, os corpos-de-prova foram observados por meio de uma Lupa Estereoscópica Carl Zeiss (EK3ST, CQA Comercial Química Americana Ltda., Americana, SP, Brasil) com aumento de 25x, para verificar o modo de fratura. O tipo de fratura foi classificado da seguinte maneira:

- a) fratura coesiva de: *esmalte* (rompimento de esmalte) *material de colagem* (rompimento do material de colagem - CIVMR) *braquete* (rompimento do braquete);
- b) fratura adesiva: soltar-se totalmente do braquete ou esmalte;

- c) fratura mista: parte de material de colagem no braquete e parte no esmalte, pois também rompe-se o material de colagem.

#### **4.7 Análise Estatística:**

A homogeneidade de variâncias, ou a distribuição normal dos dados, foi avaliada através do Teste F. Os resultados indicaram variâncias não homogêneas, mesmo após transformação dos dados em logaritmo de base 10 ou em raiz quadrada ( $p < 0,01$ ). Assim, foi realizado um teste estatístico não-paramétrico de análise de variâncias, o Kruskal-Wallis, que indicou existir diferença entre os grupos. Para discernir entre quais grupos houve diferença, comparando-os aos pares, foi utilizado o método de Dunn.

Assim, devido à utilização de testes não-paramétricos, além dos valores de média, estão demonstrados também os valores de mediana.

Em acréscimo, foi realizado o Teste Z para calcular o valor de intervalo de confiança a 95%. A intersecção destes valores entre os grupos indica semelhança estatística.

Para a análise estatística dos dados obtidos foi utilizado o programa BioEstat 5.0 (Ayres, Ayres Junior, 2003).

## 5 RESULTADOS

A tabela 1 apresenta os valores de resistência ao cisalhamento obtidos nos cinco grupos experimentais.

Tabela 1 - Média, mediana, desvio padrão (DP), valores mínimos (MIN) e máximos (MAX), intervalo de confiança a 95% (IC 95%) e significância estatística (\*) dos valores de resistência ao cisalhamento (MPa) obtidos nos grupos experimentais (n=9)

	<b>VT</b>	<b>VP</b>	<b>VC</b>	<b>VAC</b>	<b>VPU</b>
<b>MÉDIA</b>	7,95	7,13	7,85	0,57	11,55
<b>MEDIANA</b>	8,34	7,05	7,00	0,54	10,61
<b>DP</b>	1,11	2,24	4,79	0,30	4,58
<b>MIN</b>	6,21	2,49	3,00	0,22	5,85
<b>MAX</b>	9,34	10,56	17,04	1,20	18,38
<b>IC 95%</b>	7,2292 a	5,6654 a	4,7194 a	0,3773 a	8,5566 a
	8,6796	8,5924	10,9784	0,7693	14,5412
<b>*</b>	a	a	a	b	a

\*letras distintas indicam diferença estatisticamente significativa (Kruskal-Wallis + método de Dunn,  $p < 0,05$ ).

De acordo com a tabela 1, pode-se observar que o grupo no qual foi utilizado o Vitremer associado a um sistema adesivo autocondicionante de dois passos (VAC) apresentou os menores valores de resistência ao cisalhamento, com

significância estatística. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os resultados dos demais grupos.

No grupo VT, todos os corpos-de-prova alcançaram valores acima de 6 MPa, ou seja, valores desejáveis. No grupo VAC, todos os corpos-de-prova tiveram valores entre 0,22 e 1,20 MPa, que são inaceitáveis para a prática ortodôntica.

Os valores de intervalo de confiança (95%) evidenciam a semelhança estatística entre os grupos VT, VP, VC e VPU e a diferença de todos em relação ao grupo VAC.

Os dados da tabela 1 estão ilustrados no gráfico 1.

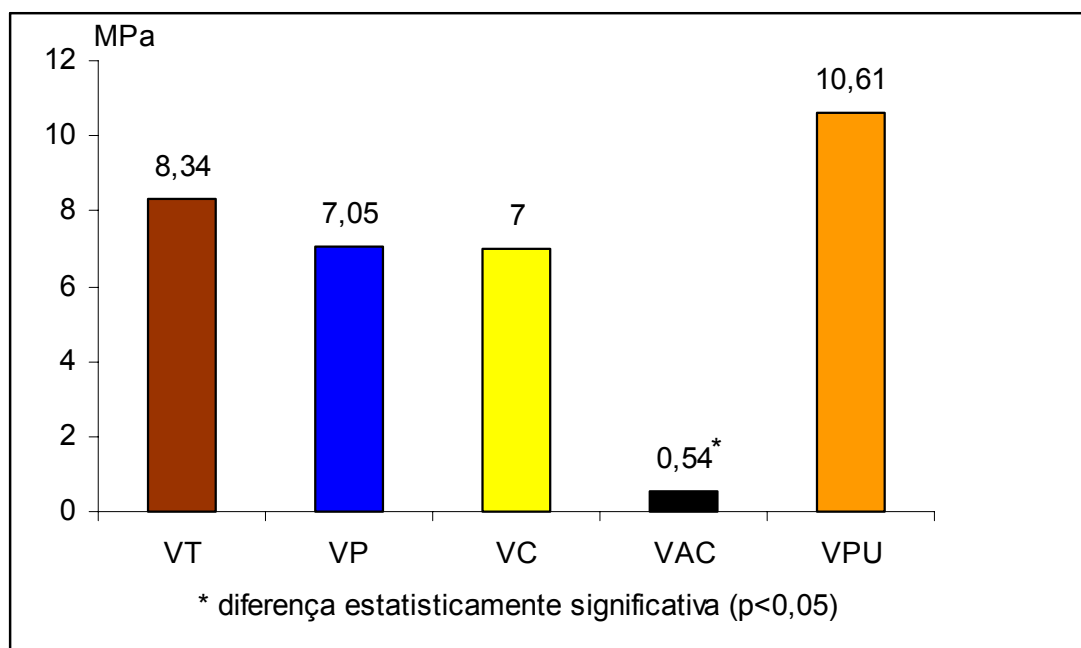


Gráfico 1 - Mediana dos valores de resistência ao cisalhamento (MPa) obtidos nos grupos experimentais (n = 9).

Quanto ao tipo de fratura, foi observado que em todos os casos, este foi do tipo “mista”.

## 6 DISCUSSÃO

Nas últimas décadas, um grande avanço da ortodontia foi a colagem direta de braquetes e acessórios ao dente; isso foi possível graças à pesquisa iniciada por Buonocore (1955) com a introdução do condicionamento ácido do esmalte. Desde então, iniciou-se a busca do melhor material de fixação de braquetes ao esmalte dental, preconizada por Newman, em 1965, havendo vários trabalhos científicos realizados com esse propósito (Buzzita et al., 1982; Fricker, 1992; Bishara et al., 2005; Amra et al., 2007; Bishara et al., 2007a, Bishara et al., 2008).

Os materiais mais utilizados para colagem de braquetes são as resinas autopolimerizáveis e as resinas compostas fotopolimerizáveis (Capelozza Filho et al., 1997), sendo que para o uso de ambas se realiza prévio condicionamento ácido da superfície e, com as resinas compostas fotopolimerizáveis, se aplica também o adesivo. As resinas autopolimerizáveis possuem excelente resistência ao cisalhamento (Pulido, Powers, 1983), porém, isso pode danificar o esmalte quando da sua descolagem.

As resinas compostas fotopolimerizáveis também mostram resultados bastante eficientes na colagem de braquetes ortodônticos, tanto clinicamente quanto em experimentos laboratoriais (Schulz et al., 1985; Freitas, 1991; Fricker, 1992), inclusive superiores aos do cimento de ionômero de vidro modificado por resina, como demonstrado em alguns trabalhos (Komori, Ishikawa, 1997; Francisconi et al., 2000; Correr Sobrinho et al., 2001; Souza et al., 1999; Movahhed et al., 2005).

Por outro lado, a colagem feita com cimento de ionômero de vidro modificado por resina diminui a quantidade de passos clínicos, pois não exige o condicionamento ácido da superfície, nem o uso de sistemas adesivos (Kirovski, Madzarova, 2000; Movahhed et al., 2005; Rosenbach et al., 2007), como acontece com as resinas compostas. Essa vantagem deve-se ao fato do cimento ionomérico aderir-se ao dente através de interações iônicas e polares, como resultado da quelação de grupos carboxílicos dos seus ácidos constituintes com o cálcio da hidroxiapatita do esmalte (Wilson, Kent, 1972). Este fato contribui para que, ao ser removido do esmalte, este não seja tão prejudicado, pois não há microrretenções criadas pelo prévio condicionamento ácido como ocorre nas resinas compostas (Diedrich, 1981). Outra vantagem do uso de materiais ionoméricos na colagem de acessórios ortodônticos é a união mais forte do cimento de ionômero de vidro ao metal do que ao esmalte, assim a tendência deste cimento é ficar unido ao braquete, após sua remoção (White, 1986; Cook, Youngson, 1988).

Em acréscimo, o material utilizado (cimento de ionômero de vidro modificado por resina) libera fluoreto, o que diminui a desmineralização e favorece a remineralização da estrutura dentária ao seu redor (Serra, Cury, 1992), além de liberar alumínio, que age sinergicamente com o fluoreto, potencializando sua ação antimicrobiana (Hayacibara et al., 2003). Assim, tem um papel muito importante no controle da desmineralização ao redor dos braquetes.

Como desvantagem da colagem com materiais ionoméricos, verifica-se que o cimento ionomérico convencional se mostra incompatível com as necessidades clínicas para colagem de braquetes (Maijer, Smith, 1988; Wiltshire, 1994), por apresentar valores de resistência abaixo de 6 MPa (Reynolds, Von Fraunhofer, 1976). Já os cimentos ionoméricos modificados por resina



apresentaram, assim como neste estudo e em vários trabalhos, valores superiores a 6 MPa (Komori, Ishikawa, 1997; Silva Filho et al., 1999; Souza et al., 1999; Kirovski, Madzarova, 2000; Rix et al., 2001; Sória et al., 2003; Movahhed et al., 2005).

Outra desvantagem é o custo do material, que pode ser de até 10 vezes o valor da resina composta, podendo haver alguma resistência de alguns profissionais em utilizar o cimento de ionômero de vidro modificado por resina.

Quanto à metodologia empregada no presente estudo, vários autores (Newman, 1971; Buyukyilmaz et al., 2003; Bishara et al., 2007a) utilizaram o teste de resistência ao cisalhamento para avaliar a colagem de braquetes, pois este é o que mais se assemelha às forças mastigatórias, já que a força é aplicada em um ponto mais próximo à interface adesivo/esmalte. Este teste é o mais utilizado em estudos desta natureza, o que foi comprovado na revisão de metodologias feita por Cal Neto & Miguel (2004).

Em relação à ciclagem de pH (Featherstone et al., 1986), esta visou simular desafios cariogênicos, que ocorrem em condições intra-bucais, expondo os dentes e materiais a oscilações de pH, que causariam perda e ganho mineral do esmalte, além de ser uma das maneiras de exacerbar a degradação do material de colagem, principalmente na margem da base do braquete, o que possivelmente diminuiu os valores de resistência obtidos neste trabalho. Mesmo assim, os resultados encontrados estão dentro do suficiente para a prática ortodôntica (6 a 8 MPa).

É importante considerar as limitações dos resultados obtidos no presente trabalho *in vitro*, que não foi realizado em condições clínicas, como descrito por Rosenbach et al. (2007). Estes fizeram as colagens *in vivo*, extraíndo os dentes

somente após 4 semanas e então realizando o ensaio de resistência pelo teste de cisalhamento, *in vitro*.

No trabalho realizado por Movahhed et al. (2005), os autores observaram que quanto mais tempo se espera para realizar o teste de resistência, maiores são os valores encontrados: 5 minutos após a colagem, a resistência foi de 6,6 MPa e 15 minutos após a colagem esta resistência foi de 9,6 Mpa. No presente estudo, foi esperado 14 dias, obtendo valores parecidos com o menor tempo de espera dos autores citados acima (6,6 MPa), o que pode corroborar com o fato de que a ciclagem de pH pode ter diminuído estes valores, pois se não tivesse sido realizada esta ciclagem, os valores poderiam ter sido maiores.

Outra forma de simular a degradação do material de colagem seria a ciclagem térmica (Correr Sobrinho et al., 2001; Tortamano et al., 2002; Bishara et al., 2007a; Amra et al., 2007). Nota-se que, nestes trabalhos, os valores de resistência de união por cisalhamento do material ionomérico são menores que os valores de resistência de trabalhos nos quais não se usou esta ciclagem (Komori, Ishikawa, 1997; Kirovski, Madzarova, 2000; Sória et al., 2003; Bishara et al., 2007b). Indicando que a ciclagem térmica é uma das maneiras de simular a degradação do material de colagem.

No trabalho realizado por Correr Sobrinho et al. (2001), os autores utilizaram o mesmo produto em questão (Vitremmer, 3M), obtendo valores inferiores ao encontrado no presente trabalho, porém, foi realizada ciclagem térmica, o que pode ter diminuído estes valores. Ao contrário, no estudo de Souza et al. (1999), não foi utilizado ciclagem térmica e os valores foram superiores aos obtidos no presente estudo. Poderia ser suposto então o efeito da ciclagem de pH aqui realizada.

Entretanto, devido à alta variabilidade entre resultados de trabalhos diferentes, devem ser comparados apenas trabalhos que testaram grupos com e sem ciclagem térmica. Assim existe falta de consistência a respeito disso na literatura, visto que Komori & Ishikawa (1997), apesar de não terem detalhado a ciclagem térmica realizada, relataram que espécimes que passaram pela mesma não tiveram uma redução estatisticamente significativa nos valores de resistência. Já Francisconi et al. (2000) verificaram uma grande e significativa diminuição nos valores de resistência após a ciclagem térmica.

O ácido poliacrílico, como condicionante do esmalte, foi utilizado por alguns autores (Komori, Ishikawa, 1997; Rix et al., 2001) conseguindo-se assim altos valores de resistência para o material ionomérico, o que pode prejudicar o esmalte quando da sua descolagem. Como o intuito do presente trabalho foi preservar o esmalte, não utilizamos ataque ácido para a colagem direta em alguns grupos, assim como também não foi feito em alguns trabalhos (Correr Sobrinho et al., 2001; Movahhed et al., 2005; Rosenbach et al., 2007). Em um outro estudo, ficou comprovado pelos autores, Kirovski & Madzarova (2000), que o cimento de ionômero de vidro modificado por resina não necessita de condicionamento ácido prévio, visto que não houve diferença nos valores de resistência com ou sem condicionamento ácido.

Os testes de resistência de união por cisalhamento obtidos no presente trabalho com o cimento de ionômero de vidro modificado por resina, exceto quando se utilizou um sistema adesivo autocondicionante de dois passos associado, corroboram com os resultados obtidos em outros trabalhos nos quais foi comprovado que este material pode ser utilizado para colagem de braquetes (Komori, Ishikawa, 1997; Silva Filho et al., 1999; Souza et al., 1999; Rix et al., 2001;

Movahhed et al., 2005), pois obteve-se resistência adesiva adequada para a colagem de braquetes, entre 6 e 8 MPa (Reynolds, Von Fraunhofer, 1976).

Os valores próximos entre o Grupo VT e o Grupo VP podem ser devidos ao fato do pH do líquido do Vitremer (pH: 2,5 a 3,5) ser semelhante ao pH do seu *primer* (pH: 2,9 a 4). Assim, ambos os produtos são inicialmente ácidos, com pH abaixo do pH crítico do esmalte, que é 5,5 (Fejerskov, Kidd, 2005), causando semelhante desmineralização, ou um condicionamento ácido da superfície, o que se soma à união química entre material e esmalte, aumentando a resistência adesiva.

O Grupo VAC (sistema adesivo de dois passos associado ao cimento ionomérico modificado por resina) acarretou em uma resistência de 0,54 MPa, resistência esta inaceitável para a colagem de braquetes ortodônticos. O fraco desempenho alcançado nesse grupo vai de encontro ao trabalho de Cehrelli et al. (2005), no qual todos os adesivos autocondicionantes obtiveram resultados ruins para a prática ortodôntica. Esse baixo valor pode estar relacionado com o pH do produto, pois relata-se que os autocondicionantes de 2 passos (*primer* ácido+ adesivo) são caracterizados por serem menos ácidos que os autocondicionantes de 1 passo (*primer* ácido/adesivo) (Tay, Pashley, 2001), sendo interessante pesquisar qual seu exato valor de pH. Estima-se que, sendo menos ácidos, condicionam menos a superfície e ainda impedem a união química entre material ionomérico e esmalte, pois impede o seu contato, prejudicando ainda mais a resistência adesiva.

O resultado do Grupo VPU confirma os trabalhos de Dominguez-Rodriguez et al. (2002), Cacciafesta et al. (2003), Buyukyilmaz et al. (2003) e Bishara et al. (2005), nos quais os adesivos autocondicionantes de passo único obtiveram os melhores resultados. Essa resistência (10,61 MPa), maior, encontrada para o grupo do adesivo autocondicionante de passo único, pode ser explicada pelo

fato desse produto possuir pH menor que os demais produtos (em torno de 1,0), o que produz uma maior desmineralização da estrutura dentária, criando microrretenções no esmalte que geram maior resistência adesiva, impedindo o contato direto entre material ionomérico e esmalte (onde existiria união química).

Uma consequência desta forte resistência do Grupo VPU poderia ser a de causar danos ao esmalte após sua remoção, caracterizada por falhas coesivas de esmalte. Porém, isto não ocorreu no presente trabalho, pois todas as falhas em todos os grupos foram mistas, com falha adesiva e falha coesiva do material de colagem.

Aliás, quanto ao modo de fratura, o resultado se assemelha ao encontrado em outros estudos nos quais o esmalte foi preservado na descolagem (Schulz et al., 1985; Cook, Youngson, 1988; Souza et al., 1999; Grandhi et al., 2001). Porém nestes estudos, foi utilizada a microscopia eletrônica de varredura, diferente deste, no qual foi utilizada a lupa estereoscópica.

Quando se comparam os sistemas adesivos utilizados neste trabalho, pode-se verificar que o adesivo do Grupo VPU obteve melhor resultado do que o adesivo do Grupo VC e com a grande vantagem de ser mais fácil de aplicar, pois utiliza-se apenas um passo na colagem, o que, como dito anteriormente, diminui as chances de falha técnica. No caso do Grupo VC, são necessários 2 passos, o que dificulta e acarreta em maior tempo. Porém, deve-se considerar o custo bastante elevado deste adesivo autocondicionante, o que, em muitos casos, o afasta do uso diário pelo ortodontista. Em acréscimo, diante dos resultados semelhantes aos grupos VT e VP, não se justifica utilizar sistemas adesivos para colar braquetes com materiais ionoméricos modificados por resina.

Quando se leva em consideração o tempo gasto nos procedimentos de colagem de braquetes, pode-se observar que quando é feita a colagem utilizando sistemas adesivos autocondicionantes, gasta-se menos tempo do que a colagem feita com sistemas adesivos convencionais (Bishara et al., 2005). Entretanto, ao se utilizar o cimento ionomérico sem qualquer tratamento prévio da superfície, o tempo gasto obviamente é menor.

Considerando os resultados deste trabalho, pode-se mencionar que ao se utilizar o cimento de ionômero de vidro modificado por resina temos uma economia de tempo ainda maior, pois, este produto, após sua espatulação, pode ser aplicado diretamente ao dente e fotopolimerizado, sem a necessidade de outros passos clínicos. Quanto à espatulação, esta poderia causar bolhas, o que, ao compararmos com a resina composta, seria uma desvantagem, porém, esta possível ocorrência não atrapalharia o seu uso, visto o resultado final alcançado. Ao se comparar todo o tempo gasto desde o início de um procedimento de colagem de braquetes com resina composta e com cimento de ionômero de vidro modificado por resina, pode-se dizer que a colagem com cimento de ionômero de vidro modificado por resina acarreta em um menor tempo, devido à eliminação de alguns passos clínicos.

Como visto o cimento de ionômero de vidro modificado por resina é um bom material para colagem de braquetes, podendo ser usado com ou sem o seu *primer* e com a grande vantagem de liberar fluoreto e diminuir e/ou evitar a desmineralização do esmalte ao redor do braquete, um grande problema ainda da prática ortodôntica.

## 7 CONCLUSÃO

Após a análise dos resultados pode-se concluir que:

- a) o cimento de ionômero de vidro modificado por resina é adequado para colagem de braquetes ao esmalte dentário, considerando a resistência de união por teste de cisalhamento;
- b) a aplicação de tratamento prévio ao esmalte, ao utilizar o cimento de ionômero de vidro modificado por resina, não melhora a resistência de união por teste de cisalhamento.

## REFERÊNCIAS<sup>1</sup>

- Amra I, Samsodien G, Shaikh A, Lalloo R. Xeno III self-etching adhesive in orthodontic bonding: The next generation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;131-160.
- Ayres M, Ayres Junior M. *Bioestat. Aplicações estatísticas nas áreas das Ciências Bio-Médicas.* Belém: Sociedade Civil Mamirauá; Brasília: CNPq; 2003.
- Bertoz FA, Komatsu J, Okida RC, Mendonça MR. Ionômero de vidro como meio cimentante de brackets. *Ortodontia.* 1991;24(1):41-3.
- Betteridge MA. Bonding of orthodontic attachments: its use and technique. *Br Dent J.* 1979;147:162-4.
- Bishara SE, Oonsombat C, Soliman MM, Warren JJ, Laffoon JF, Ajlouni R. Comparison of bonding time and shear bond strength between a conventional and a new integrated bonding system. *Angle Orthod.* 2005;75:233-8.
- Bishara SE, Ostby AW, Laffoon JF, Warren J. Shear bond strength comparison of two adhesive systems following thermocycling. A new self-etch primer and a resin modified glass ionomer. *Angle Orthod.* 2007a;77(2):337-41.
- Bishara SE, Soliman M, Laffoon JF, Warren J. A self-conditioner for resin-modified glass ionomers in bonding orthodontic brackets. *Angle Orthod.* 2007b;77(4):711-5.
- Bishara SE, Ostby AW, Laffoon JF, Warren J. Shear Bond Strength of a New High Fluoride Release Glass Ionomer Adhesive. *Angle Orthod.* 2008;9(1):125-8
- Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res.* 1955;34(6):849-53.
- Buyukyilmaz T, Usumez S, Karaman AI. Effect of Self-Etching Primers on Bond Strength- Are they Reliable? *Angle Orthod.* 2003;73(1):64-70.
- Buzzitta VAJ, Hallgren SE, Powers JM. Bond strength of orthodontic direct-bonding cement-bracket systems as studied in vitro. *Am J Orthod.* 1982;81(2):87-92.
- Cacciafesta V, Sfondrini MF, De Angelis M, Scribante A, Klersy C. Effect of water and saliva contamination on shear bond strength of brackets bonded with conventional, hydrophilic, and self-etching primers. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003;123(6):633-40.
- Cal Neto JOAP, Miguel JAM. Uma análise dos testes “in vitro” de força de adesão em ortodontia. *Rev Dent Press Ortodon Ortoped Facial.* 2004;9(4):44-51.
- Carvalho RM, Carrilho MR de O, Pereira LCG, Garcia FCP, Marquesini Júnior L, Silva SM de A et al. Sistemas adesivos: fundamentos para a compreensão de sua aplicação e desempenho em clínica. *Rev Biodonto.* 2004;2(1):8-86.

---

<sup>1</sup> De acordo com o Manual de Normalização para Dissertações e Teses do Centro de Pós-Graduação CPO São Leopoldo Mandic, baseado no estilo Vancouver de 2007, e abreviatura dos títulos de periódicos em conformidade com o Index Medicus.



Capelozza Filho L, Faidiga AM, Corso ALM, Bastos JRM. Estudo comparativo "in vitro" da resistência à tração de bráquetes colados com um cimento ionômero de vidro (Fuji Ortho LC) e uma resina composta (Concise). Rev Dental Press Ortod Ortop Facial. 1997;2(4):65-70.

Cehreli ZC, Kecik D, Kocadereli I. Effect of self-etching primer and adhesive formulations on the shear bond strength of orthodontic brackets. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2005;127(5):573-9.

Cook PA, Youngson CC. An in vitro study of the bond strength of a glass ionomer cement in the direct bonding of orthodontic brackets. Br J Orthod. 1988;14(4):247-53.

Correr Sobrinho L, Consani S, Sinhoreti MAC, Correr GM, Consani RLX. Avaliação da resistência ao cisalhamento na colagem de bráquetes, utilizando diferentes materiais. Rev ABO Nac. 2001;9(2):157-62.

Davari AR, Yassaei S, Daneshkazemi AR, Yosefi MH. Effect of different types of enamel conditioners on the bond strength of orthodontic brackets. J Contemp Dent Pract. 2007;8(1):36-43.

Diedrich P. Enamel alterations from brackets bond and debonding: a study with the scanning electron microscope. Am J Orthod. 1981;79(5):500-22.

Dominguez-Rodriguez GC, Leal-Carvalho PA, Horliana RF, Bomfim RA, Vigorito JW. Avaliação "in vitro" da resistência à tração de braquetes metálicos colados com o novo sistema adesivo "Self etching primer" (SEP). Ortodontia. 2002;35(2):28-34.

Featherstone JDB, O'Reilly MM, Shariati M, Brugler S. Enhancement of remineralisation *in vitro* and *in vivo*. In: Leach SA. Factors relating to demineralisation and remineralisation of the teeth. Oxford: IRL Press; 1986.

Fejerskov O, Kidd E. Cárie Dentária: a doença e seu tratamento clínico. São Paulo: Santos; 2005.

Freitas SF. Colagem direta de bráquete ortodôntico com cimento ionômero de vidro e com resina composta [tese]. Piracicaba: Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas; 1991.

Francisconi PAS, Souza CS, Scucuglia LR. Influência da termociclagem na análise da resistência ao cisalhamento do cimento ionômero de vidro (Fuji Ortho LC) e da resina composta (Concise Ortodôntico) utilizados na colagem de bráquetes ortodônticos. Rev Fac Oodontol Bauru. 2000;8(3/4):9-14.

Fricker JP. A 12 month clinical evaluation of a glass polyalkenoate cement for direct bonding of orthodontic brackets. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1992;101(4):381-4.

Grandhi RK, Combe EC, Speidel TM. Shear bond strength of stainless steel orthodontics brackets with a moisture-intensive primer. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2001;119(3):251-5.

Hayacibara MF, Rosa OPS, Koo H, Torres AS, Costa B, Cury JA. Effects of fluoride and aluminum from ionomeric materials on *S. mutans* biofilm. J Dent Res. 2003 Apr; 82(4):267-71.

Hocevar RA. Direct bonding update. J Clin Orthod. 1979;13(3):172-5.

Johnson WT, Hembree JH, Weber Junior FN. Shear strength of orthodontic direct-bonding adhesives. *Am J Orthod.* 1976;70(5):559-66.

Kirovski I, Madzarova S. Tensile bond strength of light-cured glass ionomer cement when used for bracket bonding under different conditions: an *in vitro* study. *Eur J Orthod.* 2000;22(6):719-23.

Komori A, Ishikawa H. Evaluation of a resin-reinforced glass ionomer cement for use as an orthodontic bonding agent. *Angle Orthod.* 1997;67(3):189-96.

Maijer R; Smith DC. A comparison between zinc phosphate and glass ionômero cement in orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1988;93(4):273-9.

Movahhed HZ, Ogaard B, Syverud M. An *in vitro* comparison of the shear bond strength of a resin-reinforced glass ionomer cement and composite adhesive for bonding orthodontic brackets. *Eur J Orthod.* 2005;27(5):477-83.

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

Newman GV. Clinical treatment with bonded plastic attachments. *Am J Orthod.* 1971;60(60):600-10.

Perdigão J, Gomes G, Gondo R, Fundingsland JW. *In vitro* bonding performance of all-in-one adhesives. Part I-microtensile bond strengths. *J Adhes Dent.* 2006;8(6):367-73.

Pulido LG, Powers JM. Bond strength of orthodontic direct-bonding cement-plastic bracket system *in vitro*. *Am J Orthod.* 1983;83(2):124-130.

Reynolds IR, Von Fraunhofer JA. Direct bonding of orthodontic brackets: a comparative study of adhesives. *Br J Orthod.* 1976;3(3):143-6.

Rix D, Foley TF, Mamandras A. Comparison of bond strength of three adhesives: Composite resin, hybrid GIC, and glass-filled GIC. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001;19(1):36-42.

Rosenbach G, Cal-Neto JP, Oliveira SR, Chevitaress O, Almeida MA. Effect os enamel etching on tensile bond strength of brackets bonded *in vivo* with a resin-reinforced glass ionomer cement. *Angle Orthod.* 2007;77(1):113-6.

Schulz RP, Mayhew RB, Oesterle LJ, Pierson WP. Bond strengths of three resin system used with brackets and embedded wire attachments. *Am J Orthod.* 1985; 87(1):75-80.

Serra MC, Cury JA. The *in vitro* effect of glass-ionomer cement restoration on enamel subjected to a demineralization and remineralization model. *Quintessence Int.* 1992 Feb;23(2):143-7.

Silva Filho OG, Okada HY, Okada T, Freitas CA, Feitas SF. Avaliação clínica da eficácia de um cimento ionômero de vidro fotopolimerizável (Vitrebond) para colagem direta de bráquetes ortodônticos em nivelamento 4 x2. *Rev Dent Press Ortod Ortop Facial.* 1999;4(1):31-44.

Souza CS, Francisconi PAS, Araújo PA. Resistência de união de cinco cimentos utilizados em ortodontia. *Rev Fac Odontol Bauru.* 1999;7(1):15-21.

Sória ML, Menezes LM, Oshima HMS. Resistência de união de bráquetes ao esmalte bovino: avaliação de três cimentos de ionômero de vidro. *Rev Dent Press Ortodon Ortopedi Facial*. 2003;8(6):89-97.

Tay FR, Pashley DH. Aggressiveness of contemporary self-etching systems. I: Depth of penetration beyond smear layers. *Dent Mater*. 2001;17:296-308.

Tortamano A, Vigorito JW, Nauff F, Garone GM, Santos RSC. Avaliação da resistência à tração de agentes cimentantes para braquetes ortodônticos. *Rev Assoc Paul Cir Dent*. 2002;56(4):259-63.

Vicente A, Bravo LA, Romero M, Ortiz AJ, Canteras M. Shear Bond Strength of orthodontic brackets bonded with self-etching primers. *Am J Dent*. 2005;18(4):256-60.

White LW. Glass ionomer cement. *J Clin Orthod*. 1986;20:387-91.

Wilson AD, Kent BE. A new translucent cement for dentistry: the glass ionomer cement. *Br Dent J*. 1972;15(132):133-5.

Wiltshire WA. Shear bond strengths of a glass ionomer for direct bonding in orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1994;106(2):127-30.

**ANEXO A - FOLHA DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA**

*São Leopoldo Mandic  
Faculdade de Odontologia  
Centro de Pesquisas Odontológicas  
Certificado de Cumprimento de Princípios Éticos*

*2ª via*

C E R T I F I C O que, após analisar o projeto de pesquisa  
**Título:** *Avaliação da resistência ao cisalhamento de braquetes colados com um cimento ionômetro de vidro modificado por resina, utilizando diferentes tipos de sistemas adesivos.*

**Pesquisador principal:** Ricardo Oliveira Chicri

**Orientador:** Ynara Bosco de Oliveira Lima Arsati

**Data Avaliação:** 22/1/2007 **Nº Protocolo:** 2006/0255

o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Faculdade de Odontologia e Centro de Pesquisas Odontológicas São Leopoldo Mandic considerou que o projeto está de acordo com as diretrizes para a proteção do sujeito de pesquisa, estabelecidas pela Resolução nº 196/96, do Conselho Nacional de Saúde, do Ministério da Saúde.

**Campinas, SP, Brazil, quinta-feira, 23 de abril de 2009**  
-----

**CERTIFICATION OF COMPLIANCE WITH ETHICAL PRINCIPLES**

I hereby, certify that upon analysis of the Research Project,

**Title:** Shear Bond Strength of Orthodontic Brackets Bonded with Resin Modified Glass Ionomer Cement, Using Different Adhesive Systems

**Main Researcher(Author):** Ricardo Oliveira Chicri

**Advisor:** Ynara Bosco de Oliveira Lima Arsati

the Committee of Ethics for Research of São Leopoldo Mandic School of Dentistry and Research Center, has considered the mentioned project to be in accordance to the guidelines of protection to the subject of the research, established by the Regulation number 196/96, from the National Health Council of the Brazilian Health Ministry.

**Profa. Dra. Sônia Vieira**  
**Presidente do Comitê de Ética e Pesquisa**