

CRISTIANE DULZ CAMPOS

**COMPARAÇÃO DAS TÉCNICAS DE ENVELHECIMENTO E CICLAGEM
TÉRMICA NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE BRAQUETES METÁLICOS
COLADOS À CERÂMICA**

CAMPINAS
2009

CRISTIANE DULZ CAMPOS

**COMPARAÇÃO DAS TÉCNICAS DE ENVELHECIMENTO E CICLAGEM
TÉRMICA NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE BRAQUETES METÁLICOS
COLADOS À CERÂMICA**

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. Paulo Roberto Aranha Nouer

CAMPINAS
2009

Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca "São Leopoldo Mandic"

C198c Campos, Cristiane Dulz.
Comparação das técnicas de envelhecimento e ciclagem térmica na resistência de união de braquetes metálicos colados à cerâmica / Cristiane Dulz Campos. – Campinas: [s.n.], 2009.
58f.: il.

Orientador: Paulo Roberto Aranha Nouer.
Dissertação (Mestrado em Ortodontia) – C.P.O. São Leopoldo Mandic – Centro de Pós-Graduação.

1. Braquetes ortodônticos. 2. Resistência ao cisalhamento. 3. Ortodontia. I. Nouer, Paulo Roberto Aranha. 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

PARA: Cristiana Dulz Campos

Curso: Mestrado em Odontologia - área de concentração **Ortodontia**

Título da Dissertação: **“COMPARAÇÃO DAS TÉCNICAS DE ENVELHECIMENTO E CICLAGEM TÉRMICA NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE BRAQUETES METÁLICOS COLADOS À CERÂMICA”**

Data defesa: 12 maio de 2009

Informamos que aquela dissertação acima apontada foi apresentada por seu titular ao Centro de Pós-Graduação, perante a Comissão Examinadora abaixo nominada, e cumpriu todas as exigências feitas por aquela Comissão tendo sido aprovada recebido a competente liberação sob a supervisão da docência da orientação.

Campinas, 12 maio de 2009.

Prof. Dr. Paulo Roberto Aranha Nouer

Prof. Dra. Ynara Bosco de Oliveira Lima Arsati.
Membro

Profa. Dra. Ivana Uglík Garbui
Membro

DEDICATÓRIA

Ao meu marido, Ney Marcondes Baltazar Campos, que durante todo este tempo esteve ao meu lado, incentivando-me com muito amor.

A minha filha, Bárbara Eduarda Dulz Campos, minha fonte de inspiração.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo.

Aos meus pais, Zenaide e Alberto, pelos valores que me passaram.

Ao Prof. Dr. Paulo Roberto Aranha Nouer pelo incentivo e por sua valiosa contribuição científica, que muito tem me acrescentado.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a influência da ciclagem térmica e do tratamento de envelhecimento, em diferentes tempos de condicionamento ácido e fontes de luz, na resistência da união de braquetes ortodônticos metálicos à cerâmica. 256 braquetes foram fixados na cerâmica e divididos em 32 grupos (n=8) de acordo com o material de colagem dos braquetes: compósito Transbond XT e cimento ionômero de vidro Fuji Ortho LC; com o tempo de aplicação do ácido fluorídrico 10%: 20 segundos e 1 minuto; tempo de fotoativação: 40 segundos com os aparelhos XL 2500 (3M EPE) e Ultrablue IS (LED - DMC), com 700 e 500 mW/cm², respectivamente. Todas as amostras foram estocadas em água destilada a 37° C, por 24 horas e 64 corpos-de-prova foram submetidos à termociclagem (500 vezes nas temperaturas de 5° C e 55°C). Outros 192, a tratamento de envelhecimento por imersão, submetidos a três tempos de envelhecimento: 24h, três e seis meses, em água destilada renovada semanalmente e mantida a temperatura constante de 37°C. Após, foi realizado o teste de resistência ao cisalhamento de todas as amostras em uma máquina de ensaios Instron mod.4411 à velocidade de 0,5 mm/minuto até ocorrer a falha. Os dados foram submetidos à Análise de Variância e ao teste de Tukey (5%). Após o tratamento de envelhecimento por imersão em água ou a termociclagem, a resina Transbond XT apresentou valores de resistência ao cisalhamento superiores em relação ao Fuji ortho LC, no tempo de condicionamento com ácido fluorídrico por 60 segundos. A utilização de fonte de luz halógena ou LED pouco influencia os resultados obtidos nos diferentes meios de condicionamento e tipo de tratamento, por envelhecimento ou ciclagem.

Palavras-chave: Ciclagem térmica. Tratamento de envelhecimento. Resistência ao cisalhamento. Ortodontia. Colagem à cerâmica.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effects of thermocycling and water storage, in different etching times, light sources and bond materials on shear bond strength of orthodontics brackets bonded to ceramic. 256 brackets were bonded to ceramic and divided in 32 groups (n=8) according to the bond material: composite Transbond XT and ionomer glass cement Fuji Ortho LC and to the etching time with 10% fluoridric acid: 20 and 60 seconds; photoactivation for 40 seconds with XL 2500 (3M ESPE) and Ultrablue Is (LED) (DMC), with 700 mW/cm² and 500 mW/cm², respectively. All specimens were stored in distilled water at 37°C for 24 hours and 64 samples thermocycled 500 times between 5°C and 55°C. The other 192 samples were submitted to 3 aging times: 24h, three and six months of storage.in distilled water renewed weekly and kept constant at 37°C. After, the specimens were subjected to shear bond strength testing by an Instron at a crosshead speed of 0,5 mm/minute until failure. The data were submitted to ANOVA and Tukey's test (5%). After aging time treatment stored in destilled water and thermocycling, Transbond XT resin showed superior shear strength values when compared to Fuji Ortho LC, submitted to the 60s etching time with the fluoridric acid. The use of halogen light or LED almost did not influenced the findings obtained in different etching times and teatment with aging time or hermocycling.

Keywords: Thermocycling. Aging time. Shear bond strength. Orthodontics. Ceramic bonding.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A	- Área
Bis-EMA	- Bisfenol A-Etoxil de dimetacrilato
Bis-GMA	- Bisfenol A Glicidil Metacrilato
C	- Celsius
cm ²	- centímetro quadrado
DC	- grau de conversão
F	- Força
g	- grama
h	- hora
HF	- Ácido hidrófluorídrico
IRA	- Índice remanescente de adesivo
J	- Joules
J/cm ²	- Joules por centímetro quadrado
Kg	- quilograma
Kgf	- quilograma força
Kgf/cm ²	- quilograma força por centímetro quadrado
LED	- Aparelho de fotoativação com Luz emitida por diodo
MEV	- microscópio eletrônico de varredura
min	- minuto
mm	- milímetros
MPa	- Megapascal
mW/cm ²	- miliwatts por centímetro quadrado
n	- número
N	- Newton
nm	- nanômetro
QTH	- Aparelho de fotoativação com Luz de lâmpada halógena
RC	- Resistência de cisalhamento
s	- segundos
SEM	- Microscópio eletrônico de varredura
µm	- micrômetro

LISTA DE GRÁFICOS E QUADRO

Quadro 1 - Materiais utilizados no estudo.....	35
Quadro 2 - Procedimento de tratamento de superfície.....	39
Tabela 1 - Comparação intragrupo para os materiais Transbond e Fuji, nos diferentes tempos e entre as diferentes fontes de luz	47
Tabela 2 - Comparação entre as técnicas (tempo de envelhecimento e ciclagem) para o material Transbond, nos diferentes tempos e entre as diferentes fontes de luz	48
Tabela 3 - Comparação entre as técnicas (tempo de envelhecimento e ciclagem) para o material Fuji, nos diferentes tempos e entre as diferentes fontes de luz.....	49
Tabela 4 - Comparação entre os materiais (Transbond e Fuji), pela técnica de tempo de envelhecimento - Tempo de condicionamento de 20 segundos.....	49
Tabela 5 - Comparação entre os materiais (Transbond e Fuji), pela técnica de tempo de envelhecimento - Tempo de condicionamento de 60 segundos.....	50
Tabela 6 - Comparação entre os materiais (Transbond e Fuji), pela técnica de ciclagem, nos tempos de 20 e 60 segundos.	51

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Cilindro de cerâmica (Certec Advanced Ceramics, Barueri, SP).....	36
Figura 2 - Braquetes ortodônticos (Rocky Mountain Orthodontics).	37
Figura 3 - Transbond XT primer adesivo e compósito Transbond XT.	37
Figura 4 - Cimento de ionômero de vidro modificado Fuji Ortho LC.....	38
Figura 4 - Ácido fluorídrico 10% (Dentsply).....	39
Figura 5 - Condicionamento da superfície do cilindro - ácido fluorídrico 10%.	39
Figura 6 - Aplicação do silano (Scotchbond Ceramic Primer).	40
Figura 7 - A) Aplicação do primer adesivo e B) Fotoativação do primer.....	41
Figura 8 - A) Aplicação da resina Transbond XT; B) Braquete posicionado na cerâmica; C e D) Fotoativação de resina da base do braquete.....	41
Figura 9 - Máquina de ciclagem térmica.	43
Figura 10 - Corpo-de-prova posicionado para o ensaio de resistência ao cisalhamento na máquina de ensaio Instron (modelo 4411).	44
Figura 11 - Ponta ativa do cinzel apoiada na parte superior do braquete.....	45

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DA LITERATURA	13
3 PROPOSIÇÃO	34
4 MATERIAL E MÉTODO.....	35
4.1 Material.....	35
4.1.1 Cilindro cerâmico	35
4.1.2 Braquetes.....	36
4.1.3 Material para colagem.....	37
4.1.3.1 <i>Compósito Transbond XT.....</i>	37
4.1.3.2 <i>Cimento de Ionômero de Vidro Fuji Ortho LC</i>	38
4.2 Método.....	38
4.2.1 Condicionamento do cilindro cerâmico	38
4.2.2 Procedimento de colagem dos braquetes no cilindro cerâmico	40
4.2.2.1 <i>Colagem com o adesivo ortodôntico Transbond XT.....</i>	40
4.2.2.2 <i>Colagem com o cimento ionômero de vidro Fuji Ortho LC</i>	42
4.2.3 Armazenagem.....	42
4.2.3.1 <i>Ciclagem térmica.....</i>	42
4.2.3.2 <i>Tratamento de envelhecimento</i>	43
4.2.4 Ensaio de resistência ao cisalhamento.....	43

4.3 Tratamento estatístico	45
5 RESULTADOS.....	46
6 DISCUSSÃO	52
7 CONCLUSÃO	54
REFERÊNCIAS.....	55
ANEXO A - DISPENSA DE SUBMISSÃO AO COMITÊ DE ÉTICA.....	58

1 INTRODUÇÃO

Buonocore (1955) tornou possível a colagem química de braquetes em com o condicionamento ácido do esmalte dentário, que incrementou a aderência dos materiais resinosos à coroa dentária. Com o tempo, outros meios de união foram empregados, como cimentos de ionômero de vidro (Wilson, Kent, 1972) e resinas fotoativadas (Tavas, Watts, 1979).

Estudos *in vitro* (Tavas, Watts, 1984; Thanos et al., 1979) e *in vivo* (O'Brien et al., 1989) mostraram que os materiais foto ativados apresentavam resultados de união comparáveis aos quimicamente ativados. Entretanto, além do esmalte, pode ser necessária a aderência da cerâmica em braquetes ortodônticos, que tem sido amplamente estudada (Della Bona, Van Noort, 1995), devido a fatores como durabilidade, estéticas e função.

É mais freqüente, hoje, o ortodontista se deparar com pacientes necessitando de tratamento ortodôntico que possuam restaurações estéticas em cerâmica. Os sistemas convencionais de união, caracterizados pelo condicionamento da superfície com ácido fosfórico são os mais comumente utilizados. Entretanto, esse não apresenta a efetividade adequada de adesão à superfície da cerâmica (Ajlouni et al., 2005; Kato et al., 2000; Peumans et al., 2007).

O emprego do ácido fluorídrico, utilizado pela primeira vez por Simonsen & Calamia (1983) é recomendado, sendo sua efetividade em propiciar união à cerâmica amplamente reconhecida (Kato et al., 2000; Peumans et al., 2007). No entanto, em se tratando da adesão de braquetes ortodônticos, ainda há dúvidas a respeito da influência do tempo de aplicação desse ácido na capacidade de união à

cerâmica, uma vez que resultados conflitantes são descritos na literatura. Barghi et al. (2006) e Shimada et al. (2002) verificaram que o aumento do tempo de exposição diminuiu a resistência de união a esse substrato, enquanto Chen et al. (1998) e Güller et al. (2006) observaram que, estendendo o tempo de aplicação, maiores valores de adesão à cerâmica eram obtidos.

Os aparelhos de lâmpada halógena de quartzo de tungstênio são os mais comumente utilizados (Rueggeberg, 1999). A luz produzida por eles possui um amplo espectro de comprimentos de onda, sendo necessários filtros para limitar o espectro de emissão entre 400 e 500 nm. Por outro lado, os aparelhos de luz emitida por diodo (LED), recentemente introduzidos, são caracterizados por um espectro mais estreito de emissão de luz, entre 450 e 500 nm (Rueggeberg, 1999). Estas fontes de luz ganham popularidade entre os clínicos, pois apresentam mais durabilidade quando comparadas a fontes de lâmpada halógena. Além disso, alguns autores relatam que os LEDs seriam mais eficientes na ativação do fotoiniciador canforoquinona, uma vez que este possui um espectro de absorção entre 450 e 490 nm (Rueggeberg, 1999), correspondendo ao seu espectro de emissão.

A influência das variáveis apresentadas devem também ser avaliadas quanto a estabilidade a longo prazo da união do braquete a cerâmica (Carrilho et al., 2005). Pelo todo exposto, a literatura ainda é inconclusiva em relação ao melhor tratamento de envelhecimento, se por imersão em água destilada ou por meio da ciclagem térmica, bem como nas variáveis tempo de condicionamento e fonte de luz, no que tange à colagem de braquetes, com resinas foto ativadas e cimento ionômero de vidro.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Em 1955, Buonocore apresentou um método simples para aumentar a adesão da resina acrílica à superfície de esmalte. Verificou que a adesão de discos de resina acrílica, com 5 mm de diâmetro, à superfície de esmalte era maior quando este era condicionado com ácido fosfórico a 85% por 30 segundos, do que quando não recebia nenhum tratamento previamente à colocação da resina acrílica. O autor sugeriu algumas explicações para tal fenômeno como grande aumento da área de superfície devido à ação do condicionamento ácido e aumento da capacidade de umedecimento da superfície, permitindo assim contato íntimo da resina acrílica com o esmalte.

Em 1972, Wilson & Kent divulgaram o desenvolvimento de um novo material restaurador, formado basicamente pela associação de pó de cimento de silicato e o líquido do cimento de policarboxilato, numa tentativa de associar as vantagens inerentes aos dois materiais cuja reação de presa é ácido-base, e resulta num sal hidratado. Estes cimentos são considerados híbridos por possuírem propriedades comuns aos policarboxilatos (adesão à estrutura dentária) e ao silicato (liberação de flúor, com efeito, anticariogênico). A adesão entre o cimento ionomérico e o dente ocorre como resultado de interações iônicas e polares, resultando numa união físico-química.

Em 1979, Tavas & Watts preocupados com o tempo de trabalho limitado para posicionar o braquete na colagem com resinas quimicamente ativadas, desenvolveram um estudo *in vitro* com o intuito de colar braquetes com resina foto ativada. Utilizaram dois grupos de premolares, com o esmalte condicionado com solução aquosa de ácido fosfórico a 37%. A resina foto ativada foi aplicada na base

do braquete, o mesmo posicionado na face vestibular do dente e o feixe aplicado durante cinco minutos em 45º em relação à face oclusal, de forma que a resina fosse ativada por transluminação. Após 24 horas em água a 37º, os corpos-de-prova foram submetidos ao teste de cisalhamento. Os resultados mostraram resistência ao cisalhamento de 3 kg por área de fixação de 0,12 cm², enquanto os resultados relatados na literatura mostraram uma força máxima ortodôntica de 1,5 kg, ou seja, 12,5 kg/cm².

Em 1979, Thanos et al. realizaram estudo *in vitro* comparativo entre braquetes metálicos com base perfurada e base com malha, com o propósito de verificar a retenção mecânica utilizando cinco tipos de materiais de colagem diferentes. Os resultados mostraram que 45,8 % das falhas ocorreram na interface dente-adesivo, 26,7% na interface adesivo-braquete e 17,1 % na interface do material de colagem com o agente de união. Também obtiveram dados sobre a resistência de união frente a cada tipo de movimentação ortodôntica, onde no movimento de tração, o braquete com malha obteve superioridade de resistência com todos os tipos de adesivos e, na força de cisalhamento, o braquete com base metálica foi mais retentivo que o braquete com malha.

Em 1983, Simonsen & Calamia avaliaram a viabilidade do condicionamento da cerâmica e a resistência de união da cerâmica condicionada à resina composta. A superfície de 20 discos de cerâmica unidos à liga metálica não preciosa foi condicionada por 0, 2,5, 5, 10 e 20 minutos com solução contendo 7,5% de ácido fluorídrico. Após lavagem e secagem, as superfícies foram cobertas com uma camada de resina sem carga, sendo unido um cilindro de resina composta à superfície da cerâmica. Os corpos-de-prova foram submetidos ao ensaio de tração numa máquina de ensaio universal Instron. A resistência de união aumentou com o

tempo de condicionamento, variando de 0,6 MPa na cerâmica não condicionada, a 7,5 MPa com os 20 minutos de condicionamento. Análise em microscópio eletrônico de varredura evidenciou uma superfície porosa quando realizado o condicionamento, ocorrendo falhas adesivas nos corpos-de-prova que não foram condicionados, e falhas coesivas, tanto na cerâmica como na resina composta, quando a cerâmica foi condicionada. Os autores sugeriram que os valores de resistência de união obtidos neste estudo sejam significantes clinicamente para a fixação de restaurações em cerâmica, enfatizando que mais estudos são necessários para determinar tanto a solução ácida como o tempo de condicionamento ideais.

Em 1984, Tavas & Watts desenvolveram um estudo *in vitro* utilizando premolares extraídos que foram submetidos ao condicionamento com ácido fosfórico a 37 %. Os braquetes metálicos foram colados sobre as superfícies dos dentes com resina composta (quimicamente ativada e por luz). Os corpos-de-prova depois de estarem com os braquetes colados foram armazenados em água destilada a 37° C durante cinco minutos e 24 horas, quando foram submetidos ao teste de resistência ao cisalhamento em uma máquina de ensaio Instron. Um dos grupos testados recebeu resina foto ativada por 10 segundos antes de serem colados à superfície do esmalte dentário por 48 horas, quando receberam resina composta que foi ativada novamente. Os resultados mostraram que a resina ativada quimicamente e a foto ativada apresentaram resistência ao cisalhamento estatisticamente significativa quando comparados os resultados obtidos aos cinco minutos e a 24 horas, sendo este último de maior resistência. Os resultados obtidos com as resinas compostas foto ativadas e quimicamente ativadas não apresentaram diferença estatística. Os resultados obtidos na resina composta foto ativada com uma ativação curta de 10

segundos para o agente de união e 30 segundos para o compósito são comparáveis aos que receberam três exposições de 30 segundos. Os dentes que foram colados com braquetes que receberam resina composta 48 horas antes de serem colados obtiveram resultados comparáveis aos colados diretamente.

Cook & Youngson (1988) testaram a superior resistência ao cisalhamento da união de uma resina composta *no mix* quando comparada a um cimento ionômero na colagem de braquetes ortodônticos. A profilaxia e sacagem do esmalte propiciaram os melhores resultados quando o ionômero foi utilizado, enquanto que o ataque com ácido fosfórico produziu resistência de união inferior ao esmalte. A análise do padrão da fratura mostrou que o cimento de ionômero de vidro aderiu melhor à base do braquete do que ao esmalte e que a resina inversamente, aderiu melhor à superfície do dente do que ao braquete.

Em 1989, O'Brien et al. desenvolveram um estudo clínico onde compararam as propriedades de resinas compostas quimicamente ativadas e foto ativadas utilizando dois tipos de braquetes com bases distintas. Os braquetes foram fixados com os dois tipos de adesivos nos dois lados da boca, em 52 pacientes com idade variando de 13 a 29 anos totalizando 542 braquetes fixados. Os dentes foram isolados e sofreram profilaxia e condicionamento com ácido fosfórico a 37% durante 60 segundos. Foram lavados com grande quantidade de água e secos com ar comprimido sem óleo e água. Dos 542 braquetes fixados, 35 sofreram falhas nos primeiros doze meses sendo que 29 ocorreram nos primeiros seis meses. Os resultados obtidos nos seis primeiros meses mostraram que ocorreram 6% de falhas nos braquetes colados com resina quimicamente ativada e 4,7% nas fotos ativadas. Os autores concluíram que não existia diferença estatisticamente significativa entre

os adesivos, mesmo quando variaram o tipo de braquete, comparando o arco superior com o inferior ou os dentes anteriores com os posteriores.

Em 1993, Yen et al. avaliaram a resistência flexural das porcelanas *feldspáticas* e de vidro fundível após o condicionamento ácido. Cinquenta amostras de cada material com 13 mm X 8 mm X 1 mm foram submetidas a 5 diferentes tempos de condicionamento (dez para cada grupo): 0 = sem condicionamento; A = 0,5 minuto; B = 1 minuto; C = 2,5 minutos; e, D = 5 minutos. Para a porcelana *feldspática* foi aplicado ácido hidrófluídrico e para cerâmica de vidro, biofluoreto de amônia. Após o condicionamento as amostras foram lavadas, aplicado o silano e o cimento resinoso. Em seguida, as amostras foram armazenadas em água destilada por uma semana. Percorrido este tempo, as amostras foram submetidas ao teste de flexão de três pontos numa máquina Instron a uma velocidade de 0,5 mm/min. Amostras representativas de cada material foram para análise em MEV. Os autores concluíram que a topografia de superfície foi alterada após o condicionamento para as duas cerâmicas. O tempo de condicionamento não afetou a resistência das cerâmicas.

Em 1995, Della Bona & Van Noort compararam os testes de resistência à tração e ao cisalhamento entre resina composta e cerâmica. O teste de cisalhamento foi dividido em três grupos: I - um cilindro de cerâmica de 10 mm de diâmetro por 3 mm de altura (material base) foi unido a um cilindro de resina composta (APH - Dentsply) de 4 mm de altura por 3 mm de diâmetro, utilizando um adesivo (Prisma APH - Dentsply); no grupo II - foi feita uma inversão entre o disco de cerâmica e o de resina; e, no grupo III todo o conjunto a ser cisalhado foi feito de resina composta. Um cinzel foi utilizado para a realização do teste de cisalhamento colocando-o o mais próximo possível da área de união. Foi feito também análise de

elemento finito para verificar o tipo e local de concentração de tensões no corpo-de-prova. O teste de tração foi realizado entre dois discos de cerâmica unidos com o mesmo adesivo e resina utilizados no cisalhamento. Os resultados do teste de cisalhamento mostraram que o grupo I apresentou um valor significativamente menor que os outros dois grupos e a análise de elemento finito evidenciou uma concentração de tensão no material base próximo ao local de aplicação da carga e que isso avalia muito mais a resistência coesiva do material de base do que a interface adesiva. Para o teste de tração houve a maioria de falha na interface adesiva. Os autores concluíram que o teste de tração é mais indicado para avaliar a resistência de união entre cerâmica e resina.

Em 1998a, Chen et al. avaliaram o efeito de diferentes tempos de condicionamento nas mudanças micro-estruturais da cerâmica Certec 2 (Vita) e na resistência de união entre esta e a resina composta. Foram confeccionadas 54 amostras retangulares (10 mm de comprimento x 8 mm de largura x 2,5 mm de espessura) e 48 amostras cilíndricas (8 mm de diâmetro x 2,5 mm de espessura) da cerâmica, sendo divididas em seis grupos de nove unidades retangulares e oito unidades cilíndricas. Após o desgaste com papel abrasivo de carbeto de silício de granulação 600, as superfícies a serem unidas foram condicionadas com ácido fluorídrico a 5% por 0, 5, 30, 60, 120 e 180 segundos para os grupos 1, 2, 3, 4, 5 e 6, respectivamente, seguidas de lavagem com água por 1 minuto, limpeza em ultrassom com água destilada por cinco minutos e secagem com jato de ar por 30 segundos. Uma amostra retangular de cada grupo foi preparada para observação em microscópio eletrônico de varredura. Fita adesiva com orifício de 5 mm de diâmetro foi fixada no centro de cada amostra retangular para padronizar a área de união e a espessura de 50 μm de cimento resinoso. Fina camada de cimento

resinoso foi aplicada na área de união da amostra retangular e sobre a amostra cilíndrica, sendo as duas cerâmicas unidas com uma carga de 5 N. O excesso de cimento foi removido e realizada a foto polimerização em duas direções opostas por 40 segundos cada. Os corpos-de-prova foram armazenados em água a 37° C por 24 horas e submetidos ao ensaio de cisalhamento numa máquina de ensaio universal com velocidade de 0,5 mm/minuto. As falhas foram analisadas com microscopia eletrônica de varredura que evidenciou que a cerâmica condicionada por 120 e 180 segundos apresentou-se mais rugosa e com micro-retenções mais profundas. Os resultados mostraram que dentro da variação de 0 a 120 segundos, quanto maior o tempo de condicionamento, maior a resistência de união, sendo a maior média obtida quando a cerâmica foi condicionada por 120 segundos (43 MPa). O condicionamento por 180 segundos, entretanto, resultou em diminuição na resistência de união (40 MPa), não sendo estatisticamente diferente do grupo condicionado por 120 segundos. Nos grupos 4, 5 e 6, as falhas foram predominantemente coesivas na cerâmica. Os autores concluíram que os valores de resistência de união correspondem diretamente às mudanças micro-estruturais da superfície da cerâmica causadas pelo condicionamento ácido.

Em 1999, Bourke et al. avaliaram o efeito da resistência de união ao cisalhamento de braquetes ortodônticos unidos a coroas metalocerâmicas após diferentes tratamentos de superfície de porcelanas *felsdpáticas* (Ivoclar), e também o efeito da termociclagem. Cento e trinta braquetes foram colados em coroas de porcelana *feldspática*, que possuíam diferentes tratamentos de superfície, totalizando 12 grupos, para verificar os efeitos de: (a) remoção do glaze ou sem remoção do glaze, (b) aplicação do ácido hidrófluorídrico 9,6%, ácido fosfórico 37% ou sem aplicação de ácido, (c) aplicação do silano Scotchprime antes do sistema de

união Scotchbond ou sem aplicação do silano e, (d) termociclagem por 500 ciclos de 5 e 55°C ou sem termociclagem. Os braquetes foram colados com compósito Right-on e submetidos ao ensaio de resistência de união ao cisalhamento em máquina de ensaio universal Instron, e posteriormente examinados em estereomicroscópio para determinação do Índice de Remanescente Dental (IRA), com aumento de 20x. Os dados foram submetidos ao teste estatístico e os resultados mostraram que a remoção do glaze e a utilização do ácido hidrófluorídrico previamente ao procedimento de união são desnecessárias. O ácido hidrófluorídrico foi associado com aumento do dano superficial da porcelana. A termociclagem causou redução significativa na resistência de união ($P < 0,001$). O melhor protocolo para colagem de braquetes ortodônticos à porcelana *feldspática* foi aplicar ácido fosfórico por 60s e silano antes do sistema de união. A superfície das porcelanas deveria ser usualmente polida antes do procedimento de união.

Em 1999, Rueggeberg realizou uma revisão sobre os aparelhos foto ativadores disponíveis para a fotoiniciação dos compósitos odontológicos. Geralmente, há muita confusão com respeito às diferenças entre a variedade de unidades foto ativadoras no mercado. As unidades variam das convencionais, que são os aparelhos de luz de lâmpada halógena (QTH), para os sistemas de alta intensidade, como os arcos de plasma (PAC) e os lasers de íon argônio. Também se tem estabelecido uma tendência para prover baixa intensidade durante a fase inicial de foto ativação: o método *soft-start*. Assim, observa-se diminuição na taxa na qual os compósitos foto ativados polimerizam, levando à diminuição na tensão gerada na interface dente/restauração, resultando em melhor integridade marginal.

Em 2000, Kato et al. investigaram o efeito do condicionamento ácido e do jateamento na resistência de união entre cerâmica *feldspática* e resina acrílica.

Foram confeccionados 80 pares de discos da cerâmica VMK 68 (Vita) (10 mm de diâmetro x 2,5 mm de espessura; 8 mm de diâmetro x 2,5 mm de espessura). A superfície foi desgastada com lixas de carbetto de silício de granulação 320, 400, 600, 800 e 1000. As amostras foram divididas aleatoriamente em oito grupos com dez pares de discos cada, recebendo os seguintes tratamentos de superfície: grupo 1 - desgaste com a lixa 1.000 (grupo controle); grupo 2 - jateamento com óxido de alumínio de 50 μm por 5 segundos com pressão de 0,4 MPa à distância de 10 mm da superfície da cerâmica; grupos 3 a 7 - condicionamento com gel de biofluoreto de amônia a 10%, flúor fosfato acidulado a 0,9%, ácido fluorídrico a 5%, ácido fosfórico a 40%, ácido sulfúrico com ácido fluorídrico a 6,25%, respectivamente, sendo o tempo de condicionamento de 60 segundos, seguido de lavagem com água por 30 segundos, limpeza em ultra-som com metanol e secagem com ar; grupo 8 - condicionamento com flúor fosfato acidulado por 10 minutos, seguido dos mesmos procedimentos descritos para os grupos de 3 a 7. A área de união foi delimitada por fita adesiva, com orifício de 5 mm de diâmetro, aplicada na superfície da amostra com 10 mm de diâmetro. Cada par, com uma amostra de 10 mm e outra de 8 mm de diâmetro, foi unido com resina acrílica e, após 30 minutos, os corpos-de-prova foram imersos em água a 37° C por 24 horas. Metade das amostras foi submetida ao teste de cisalhamento numa máquina de ensaio universal com velocidade de 0,5 mm/minuto após o período de armazenagem e, a outra metade, após 5.000 ciclos térmicos a 4° C e 60° C com 1 minuto cada banho. Sem termociclagem, os maiores valores de resistência de união foram obtidos para o ácido fluorídrico a 5% (21,3 MPa) e ácido sulfúrico com ácido fluorídrico a 6,25% (23,7 MPa), seguido pelo biofluoreto de amônia (18,4 MPa), jateamento (11,7 MPa), ácido fosfórico a 40% (9,5 MPa), controle (9,1 MPa) e flúor fosfato acidulado a 0,9% (8,1 MPa). Redução na

resistência de união foi significativa em todos os grupos após termociclagem. Os autores concluíram que os empregos do ácido sulfúrico com ácido fluorídrico a 6,25%, assim como do ácido fluorídrico a 5% são apropriados para o condicionamento da cerâmica.

Em 2001, Canay et al. caracterizaram a superfície de porcelanas em microscópio eletrônico de varredura (SEM) e examinaram o efeito do tempo de condicionamento, tratamento com silano e limpeza da superfície em ultrassom por meio de espectroscopia de energia dispersiva (EDS). Discos de porcelana (Ceramco II) foram produzidos e divididos em 3 grupos: grupo 1 (aplicação de gel de flúor fosfato acidulado (FFA) 1,23% por 10 min); grupos 2 e 3 (aplicação de ácido hidrofluorídrico (HF) 9,6% por 1 e 4 min, respectivamente). Em cada grupo, 4 amostras foram lavadas com água destilada e 4 amostras limpas em ultrassom. Em metade das amostras foi aplicado o agente de união silano (Scotchprime). As amostras foram levadas para o SEM a fim de caracterizar a textura de superfície e análise em EDS. O condicionamento com APF mostrou padrões de ranhuras rasas. O condicionamento com HF por 1 min promoveu canais profundos, poros, precipitados na superfície e o aumento no tempo de condicionamento produziu a formação de canais mais largos. A análise em EDS mostrou que os precipitados cristalinos na superfície condicionada, os quais não foram prontamente solúveis em água, eram produtos da reação de Na, K, Ca, Al. A aplicação do HF promoveu maior rugosidade de superfície do que a aplicação de FFA. Entretanto, os precipitados permaneceram na superfície após a aplicação do ácido, e somente foram removidos pela limpeza em ultrassom e não pela lavagem simples em água.

Em 2001, Kurachi et al. verificaram a dureza Vicker da resina composta Z100/3M nos tempos de fotoativação de 20, 40, 60, 120, ou 180 segundos, com

aparelhos de dois a seis LEDs. As durezas Vicker obtidas por estes equipamentos foram inferiores às obtidas com aparelhos com luz halógena convencional com 475 mW/cm², por 40s de fotoativação. Os autores atribuíram estes resultados à baixa intensidade de 79 mW/cm² com o LED, a qual determinou a necessidade de um longo período de exposição para polimerizar adequadamente uma fina camada de resina. Apesar das diferenças encontradas, os autores afirmaram que esta nova tecnologia é promissora e que o aperfeiçoamento desses equipamentos poderá resultar em um dispositivo de fotoativação mais eficiente do que a lâmpada halógena convencional, por possuir um espectro de emissão de luz mais próximo ao espectro de absorção da canforoquinona.

Em 2002, Hofmann et al. em estudo comparativo entre as unidades de fotoativação LED (320 mW/cm²) e luz halógena (800mW/cm²), mediram a dureza Knoop, na superfície e na base das amostras com 1,5 mm de espessura. Além destas duas intensidades, um equipamento LED com 160 mW/cm² foi avaliado. As resinas Herculite XRV, Filtek Z250 e Definite foram irradiadas durante 40 segundos no modo contínuo e gradual exponencial (*ramping*). A luz halógena e o LED com 320 mW/cm² proporcionaram valores de dureza Knoop similares para as resinas Herculite XRV e Filtek Z250. A resina composta Definite apresentou dureza Knoop inferior quando fotoativada pelo LED. Este resultado foi atribuído à presença, em sua composição, de outro fotoiniciador, além da canforoquinona, cujo espectro de absorção de luz se encontra em uma faixa abaixo da emitida pelo LED. Em relação à contração de polimerização, observou-se um rápido aumento na velocidade com uso da luz halógena no modo contínuo, seguida pelo LED mais intenso e pelo mais fraco. O modo gradual exponencial diminuiu a velocidade da contração. O estresse

de contração após 60 minutos também foi maior com a luz halógena. O aumento de temperatura durante a polimerização com LED foi inferior ao da luz halógena.

Em 2002, Shimada et al. verificaram o efeito do jateamento com óxido de alumínio, condicionamento ácido e aplicação de silano na resistência de união ao microcisolamento de resinas indiretas a cerâmicas vítreas. Sessenta amostras cerâmicas (Olympus Castable Ceramics) foram confeccionadas pela técnica da cera perdida. Destas amostras, trinta e seis foram divididas em 6 grupos de acordo com o tratamento de superfície realizado: Grupo 1 - jateamento; Grupo 2 - polimento com lixas de carbetto de silício e pastas diamantadas; Grupo 3 - aplicação de ácido hidrófluorídrico 16,8% (HF) por 5 s; Grupo 4 - aplicação de HF por 30 s; Grupo 5 - aplicação de ácido fosfórico 40 % por 5 s; Grupo 6 - aplicação de ácido fosfórico 40 % por 60 s. As amostras foram separadas em 2 subgrupos (n=3), de acordo com o agente de união utilizado. Em três amostras de cada grupo foi aplicado o primer ácido que não continha silano (Clearfil SE Bond), e nas demais foi utilizado uma mistura de primer ácido e o agente silano (Clearfil ativador de união de porcelana). O adesivo (Clearfil SE Bond) foi aplicado na superfície e o cimento resinoso (Panavia Fluoro Cement) manipulado e inserido em tubos "tygon" (TYG-030), com 0,75mm de diâmetro e 0,5mm de altura. O cimento foi fotoativado e após 24h as amostras foram submetidas ao ensaio de resistência ao microcisolamento, com fio de 0,2mm de diâmetro. Os dados foram submetidos à Análise de Variância e ao teste de Fisher PLSD ($\alpha=5\%$). As amostras foram analisadas em microscópio eletrônico de varredura e "field emission", para determinar o tipo de falha e os aspectos da morfologia de superfície. Os resultados mostraram que a aplicação do silano melhorou significativamente a resistência de união ($p<0,05$). A efetividade do ácido fosfórico na melhora da resistência de união não foi clara. O HF aplicado por 30 s

pareceu sobre condicionar a superfície da cerâmica, resultando em efeitos adversos na união.

Em 2003, Kitayama et al. verificaram a resistência de união à tração e cisalhamento do cimento ionômero de vidro modificado por resina à porcelana glazeada, para avaliar a sua durabilidade à ciclagem térmica e a quantidade de remanescente na superfície da porcelana após o teste de resistência de união. Utilizou-se no estudo Concise, Fuji Ortho e Fuji Ortho LC. A resistência à tração e ao cisalhamento foi verificada 24h após a colagem dos braquetes e após a ciclagem térmica. A resistência de união à tração foi significativamente inferior após a ciclagem térmica, entretanto não houve diferença, após a ciclagem, para a resistência ao cisalhamento. O cimento ionômero de vidro mostrou ser uma alternativa vantajosa à resina composta para colagem de braquetes à cerâmica a ao esmalte dental.

Em 2004, Helvatjoglu-Antoniades et al. avaliaram o efeito da termociclagem em temperaturas clinicamente relevantes na resistência de união ao cisalhamento da dentina bovina a três sistemas de união de frasco único convencionais e um sistema de união auto-condicionante. Foram utilizados 40 incisivos bovinos, que foram planejados para expor o substrato dentinário. Os dentes foram divididos em 4 grupos (n=10), de acordo com o sistema de união/comósito aplicado: Single Bond (SB)/Z250; Bond 1 (B1)/Alert; One-Step (OS)/Renew; Clearfil Liner Bond 2V (2V)/Clearfil. Todos os sistemas de união foram utilizados de acordo com as recomendações do fabricante. Cinco amostras de cada grupo foram submetidas à termociclagem em 5000 ciclos de (5, 37, 55 e 37°C) antes do ensaio de resistência de união, realizado em máquina de ensaio universal Instron. Os dados foram submetidos à Análise de Variância e ao teste de Student-

Newman–Keuls ($\alpha=5\%$). Após a fratura, as amostras foram analisadas em estereomicroscópio com aumento de 20 e 50x para determinar o modo de falha (tipo 1: adesiva entre resina e dentina; tipo 2: parcialmente adesiva entre dentina e resina e parcialmente coesiva na resina; tipo 3: coesiva na dentina; tipo 4: coesiva na resina). A análise estatística revelou que a termociclagem reduziu significativamente a resistência de união de todos os sistemas de união. A resistência de união antes da termociclagem não foi estatisticamente diferente, exceto para OS, que apresentou a menor resistência de união. Após a termociclagem, o grupo 2V apresentou a maior resistência de união, estatisticamente superior aos grupos OS e SB. A análise das falhas mostrou que antes da termociclagem houve predominância de falhas tipo 2. Após a termociclagem houve predominância de falhas do tipo 1. Os autores concluíram que o sistema de união auto-condicionante apresentou a maior resistência de união, antes e após a termociclagem. A termociclagem reduziu a resistência de união de todos os sistemas de união testados.

Em 2004, Rahiotis et al. verificaram o efeito de diferentes unidades fotoativadoras (Virtuoso - PAC, Elipar TriLight - QTH e FreeLight - LED) e modos de fotoativação (QTH e LED nos modos exponencial e contínuo) sobre o grau de conversão (DC), a porcentagem de contração linear (%LS), o padrão de contração parede-parede e profundidade de polimerização (PP) do compósito TPH Spectrum. O DC foi analisado por espectroscopia transformada de Fourier e a %LS foi medida pelo método de deflexão de disco. O padrão de contração parede-parede foi realizado com um modelo de cavidade cilíndrica em dentes humanos extraídos. A porcentagem de desunião das margens e relativa à periferia da cavidade (%DM) e a abertura máxima da fenda (MG) foram avaliadas. A PP foi determinada pela medida de dureza Vicker (200g, 20s) no topo (H0), 2 mm (H2) e 4 mm (H4) de profundidade,

e os resultados expressos como a relação entre H2/H0 e H4/H0. As %DC e %LS foram estatisticamente inferiores quando PAC e LED foram utilizados. Não foi encontrada diferença estatisticamente significativa em %DM, entre as unidades fotoativadoras. O PAC exibiu a maior MG. Não houve diferença significativa entre as unidades fotoativadoras na relação H2/H0. O QTH no modo exponencial resultou no maior valor de H4/H0. O modo exponencial de QTH demonstrou desempenho superior para todas as características avaliadas.

Summers et al. também em 2004 mostraram o índice de sobrevivência *in vivo* e resistência da união *in vitro* de braquetes ortodônticos fixados com cimento ionômero de vidro Fuji Ortho LC condicionados com ácido poliacrílico 10% e um adesivo convencional Light Bond colado com ácido fosfórico 37%. Avaliaram o Índice de Adesivo Remanescente (IRA) e as alterações na morfologia do esmalte por meio de microscopia eletrônica de varredura. 50 premolares foram utilizados no estudo *in vitro* e divididos em quatro grupos aleatoriamente, colados com Fuji Ortho LC ou Light Bond, descolados em 30 min ou 24h. A resistência de união foi obtida com velocidade de 1 mm/minuto e os dados submetidos à análise de variância e ao teste t de Student (5%). O estudo *in vivo* utilizou 398 dentes colados aleatoriamente com Fuji Ortho LC ou Light Bond, em 22 pacientes. A taxa de sobrevivência acompanhada por 1,3 ano, analisada pelo método Kaplan-Meier. Os resultados mostraram diferença entre os adesivos e tempo de desunião. Light Bond apresentou maior resistência de união em 30 min ($16,19 \pm 2,04$ MPa e $6,93 \pm 1,93$ MPa) e 24h ($18,46 \pm 2,95$ MPa e $9,56 \pm 1,85$ MPa). As médias dos escores IRA mostraram que o Fuji Ortho LC apresentou maior incidência de falha esmalte/adesivo que o Light Bond (4,9 e 4,1). Para o estudo *in vivo*, nenhuma diferença significativa na taxa da

falha, sexo ou localização no arco dental ou IRA foi encontrada entre os dois adesivos.

Em 2005, Ajlouni et al. avaliaram a utilização de um novo prime/adesivo que continha silano para aumentar a resistência de união de braquetes ortodônticos a superfícies de porcelanas. Quarenta e cinco braquetes ortodônticos metálicos pré-cobertos com compósito adesivo Transbond XT foram colados em 45 coroas de porcelana *feldspática* Solerex Trubyte. Antes do procedimento de colagem, as amostras foram divididas em 3 grupos: Grupo 1- condicionamento com ácido fosfórico e colagem do braquete; Grupo 2- jateamento com óxido de alumínio 50 μm , condicionamento com ácido hidrofúorídrico 9,6% e aplicação de Porc-etch, Condicionador de Porcelana (Reliance Orthodontic Products) e colagem do braquete; Grupo 3- condicionamento com ácido fosfórico por 5s, aplicação do sistema de reparo Clearfil Repair, aplicação do sistema de união e colagem do braquete. Após a colagem foi realizada a fotoativação do compósito por 20s em cada braquete. As amostras foram armazenadas por 24h em estufa a 37°C e submetidas ao ensaio de resistência de união. Os dados foram submetidos à Análise de Variância e teste de Tukey ($\alpha=0,05$). Amostras representativas de cada grupo foram examinadas em microscópio eletrônico de varredura (SEM). Os resultados mostraram que não houve diferença estatisticamente significativa entre as amostras do grupo 2 e 3, mas ambos apresentaram resistência de união estatisticamente superior àquelas do grupo 1. A análise em SEM mostrou que as amostras do grupo 2 apresentaram as maiores rugosidades e danos de superfície das porcelanas, seguidas pelas amostras do grupo 3 e 1, que apresentaram muito menor dano superficial.

Carrilho et al. (2005) interessados no efeito do tempo sobre as propriedades mecânicas dos componentes da união resina-dentina, preencheram amostras de compósito resinoso com o compósito Z250 em moldes de polivinilsiloxano. Trinta amostras foram utilizadas para determinar a resistência coesiva e mais trinta, para o módulo de elasticidade aparente. Foram empregados três sistemas de união para o ensaio, Single Bond, One-Step e Clearfil Liner Bond 2V. Após a fotoativação, as amostras foram seccionadas ao meio e testadas para resistência coesiva e módulo de elasticidade. Para o teste da dentina mineralizada, foram utilizados discos de dentina coronária média, confeccionados a partir de 30 molares humanos. As extremidades das amostras foram cobertas com verniz para unha, deixando a área central para posterior desmineralização. As amostras foram desmineralizadas por imersão em 0,5mol/l EDTA (pH 7,0) por seis dias e após, divididas aleatoriamente em três grupos pelo tempo de armazenagem: 24h em água (controle), um ano em água e um ano em óleo mineral. Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey (5%). Tanto a resistência coesiva quanto o módulo de elasticidade dos materiais resinosos diminuíram significativamente após imersão em água por 12 meses, exceto a resistência coesiva do Single Bond. Nenhuma alteração foi observada para as amostras de dentina mineralizada, independente da condição de armazenagem. A armazenagem da dentina desmineralizada em água não causou qualquer efeito adverso, mas foi significativa a diminuição da resistência coesiva e módulo de elasticidade da dentina desmineralizada após armazenagem em óleo por um ano. Os autores concluíram que o tempo de e o meio de armazenagem podem comprometer as propriedades mecânicas dos componentes da união resina-dentina.

Em 2005, Correr et al. avaliaram o aumento da densidade de energia na dureza Knoop dos compósitos Z250 (3M) e Esthet-X (Dentsply). Cavidades cilíndricas (3 mm de diâmetro X 3 mm de profundidade) foram preparadas na superfície vestibular de 144 incisivos bovinos. Os compósitos foram inseridos em incremento único e fotoativados com diferentes unidades fotoativadoras e tempos de exposição à luz: luz de lâmpada halógena convencional (700 mW/cm²; 20 s, 30 s e 40 s); LED (440 mW/cm²; 20 s, 30 s e 40 s); arco de plasma de xenônio (PAC) (1700 mW/cm²; 3 s, 4,5 s e 6 s). As amostras foram armazenadas em 37°C durante 24 h, previamente à realização das leituras de dureza Knoop. Foram realizadas três leituras por profundidade: topo, 1 mm e 2 mm. Os dados foram submetidos à Análise de Variância e ao teste de Tukey ($\alpha=5\%$). Independente da unidade fotoativadora ou da densidade de energia, a dureza do compósito Z250 foi estatisticamente superior em relação ao compósito Esthet-X ($p<0,05$). A dureza dos compósitos fotoativados por PAC foi estatisticamente inferior aos compósitos fotoativados por luz de lâmpada halógena ou LED ($p<0,05$) que, por sua vez, não diferiram entre si, independentemente da profundidade. O aumento do tempo de exposição produziu compósitos com maiores valores de dureza Knoop quando se utilizou LED ou PAC ($p<0,05$). Para a luz halógena, o aumento do tempo de exposição não influenciou os valores de dureza ($p>0,05$). Os valores de dureza Knoop diminuíram com o aumento da profundidade. Os autores concluíram que o aumento da densidade de energia produziu compósitos com maior dureza Knoop quando o LED e o PAC foram utilizados para fotoativação.

Em 2006, Guller et al. avaliaram o efeito de diferentes tempos de condicionamento com ácido hidrófluorídrico (HF) 9,6% e dois sistemas de união na resistência de união ao cisalhamento de compósitos resinosos à porcelana. Foram

utilizados noventa e oito blocos de porcelanas *feldspáticas* (VMK 95) com 7 x 7 x 2 mm. As amostras foram divididas em 7 grupos (n=14): 1 controle (sem tratamento de superfície) e 6 grupos com condicionamento com HF 9,6% por diferentes tempos (30s, 30+30s, 60s, 60+60s, 120s e 180s). Os grupos foram divididos em 2 subgrupos (n=7), de acordo com o sistema de união utilizado (Single Bond e AdheSE). O compósito Filtek Z250 (3M ESPE) foi condensado em um molde de teflon e fotoativado por 20s nos blocos de porcelana. As amostras foram armazenadas em água destilada a 37°C por 24h. O ensaio de resistência ao cisalhamento foi realizado em máquina de ensaio universal com velocidade de 0,5 mm/min. Os dados foram submetidos à Análise de Variância de dois fatores e teste de Tukey (5%). Os resultados mostraram que o tempo de condicionamento e o sistema de união influenciaram os resultados de resistência. No grupo do Single Bond, a resistência de união entre o grupo controle (10,48 MPa) e o grupo 30 segundos (11,17 MPa) não diferiram estatisticamente, com estes grupos apresentando os menores valores de resistência de união ($p>0,05$). O grupo 120 segundos (15,07 MPa) e o grupo 60+60 segundos (15,42 MPa) apresentaram os maiores valores de resistência de união, não diferindo um do outro. No grupo AdheSE, a resistência de união entre o grupo controle (9,33 MPa) e o grupo 30 segundos (9,49 MPa) não diferiram estatisticamente, com estes grupos apresentando os menores valores de resistência ($p>0,05$). O grupo 120 segundos (14,84 MPa) e o grupo 60+60 segundos (14,96 MPa) apresentaram os maiores valores de resistência de união ($p<0,05$), não diferindo um do outro. A comparação dos sistemas de união mostrou que o Single Bond apresentou resistência de união estatisticamente superior ao autocondicionante AdheSE. Os autores concluíram que o tempo de condicionamento com HF 9,6% por 120s promoveu adequada

resistência de união para reparos com o compósito Z250. Quando a restauração de porcelana é reparada com compósito, o sistema de união Single Bond deveria ser preferido em relação ao sistema autocondicionante AdheSE.

Em 2007, Peumans et al. verificaram o efeito de diferentes tratamentos de superfície na resistência de união por microtração do cimento resinoso Variolink II à cerâmica reforçada por leucita CAD-CAM. Quatorze pares de blocos de cerâmica CAD-CAM (ProCAD) foram fabricados e divididos em 7 grupos experimentais, de acordo com o tratamento de superfície recebido: Grupo 1: sem tratamento; Grupo 2: ácido fosfórico 37% por 60s; Grupo 3: ácido fosfórico 37% e aplicação de silano Monobond-S; Grupo 4: ácido fosfórico 37%, aplicação de silano Monobond-S e aplicação de Heliobond e fotoativação; Grupo 5: ácido hidrófluorídrico 4,6% por 60s; Grupo 6: ácido hidrófluorídrico 4,6% por 60s e aplicação de silano Monobond-S; Grupo 7: ácido hidrófluorídrico 4,6%, aplicação de silano Monobond-S e aplicação de Heliobond e fotoativação. Após o tratamento de superfície, os blocos cerâmicos foram cimentados com cimento resinoso Variolink II e fotoativados em 4 direções, com 20s cada. Os blocos cerâmicos foram cortados em fatias e desgastados até forma de ampulheta para o teste de microtração. Os dados foram submetidos à Análise de Variância e ao teste de Scheffe ($\alpha=5\%$). Após a fratura, as amostras foram analisadas em estereomicroscópio para classificação das falhas, como segue: falha adesiva na interface cerâmica-cimento, falha coesiva na cerâmica, falha mista adesiva na interface cerâmica-cimento e coesiva na cerâmica. Os grupos de 3-7 apresentaram resistência de união estatisticamente superior ao grupo 1. O grupo 2 apresentou resistência de união estatisticamente inferior aos grupos 4-7. Todas as amostras dos grupos 1-4 exibiram falhas adesivas, enquanto uma combinação de falhas adesivas e mistas foram observadas nas amostras dos grupos 5-7. Os

autores concluíram que o condicionamento ácido é o fator chave na resistência de união Pro-CAD-compósito. A aplicação do silano Monobond-S e do adesivo hidrófobo após o condicionamento não teve efeito significativo na resistência de união.

3 PROPOSIÇÃO

O propósito deste estudo foi avaliar a resistência ao cisalhamento de braquetes ortodônticos metálicos fixados à cerâmica, submetidos à ciclagem térmica ou tratamento de envelhecimento por imersão em água, nas seguintes variáveis:

- a) tempo de condicionamento com ácido fluorídrico: 20 e 60 segundos;
- b) material de fixação empregado: resina Transbond XT e cimento ionômero de vidro Fuji Ortho LC, ambos fotopolimerizáveis;
- c) método de fotoativação: luz halógena e LED

4 MATERIAL E MÉTODO

4.1 Material

Foram utilizados neste estudo os seguintes materiais (quadro 1).

MATERIAL	FABRICANTE
Compósito resinoso Transbond XT	3M ESPE Dental, St. Paul, MN, USA
Braquetes ortodônticos	Rocky Mountain Orthodontics, Denver, Co, USA
Cimento ionômero de vidro Fuji Ortho LC	GC America, Corp, Tokyo, Japan
Ácido fluorídrico 10%	Dentsply, Petrópolis, RJ, Brasil
Cilindro Cerâmico	Certec Advanced Ceramics, Barueri, SP, Brasil
Scotchbond Ceramic Primer (Silano)	3M ESPE Dental, St. Paul, MN, USA
Aparelho fotoativador com luz de lâmpada halógena XL 2500	3M ESPE Dental, St. Paul, MN, USA
Aparelho fotoativador - luz emitida por diodo (LED) UltraBlue IS	D.M.C. Equipamentos Ltda. São Carlos, SP, Brasil

Quadro 1 - Materiais utilizados no estudo.

4.1.1 Cilindro cerâmico

Para fixação dos braquetes, empregou-se um cilindro cerâmico (Certec Advanced Ceramics, Barueri, SP) (figura 1) com cerca de 20 mm de altura por 15 mm de diâmetro.

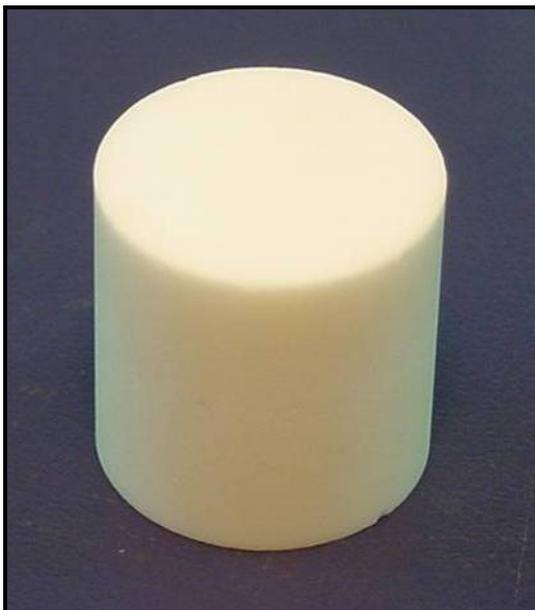


Figura 1 - Cilindro de cerâmica (Certec Advanced Ceramics, Barueri, SP).

4.1.2 Braquetes

Foram utilizados, neste estudo, 256 braquetes metálicos *edgewise* de aço inoxidável (Rocky Mountain Orthodontics, Denver, CO, USA) (figura 2). Trinta e dois grupos de oito corpos-de-prova foram confeccionados para cada tipo de aparelho fotoativador, para cada tempo de condicionamento e material empregado para colagem 32 amostras de cada tempo de condicionamento (20 e 60s) foram submetidas à ciclagem térmica, num total de oito grupos ($n=8$). A outras 96 amostras de cada tempo de condicionamento (20 e 60s), ao tratamento de envelhecimento em água destilada por 24h, 3 e 6 meses, perfazendo um total de 24 grupos ($n=8$).

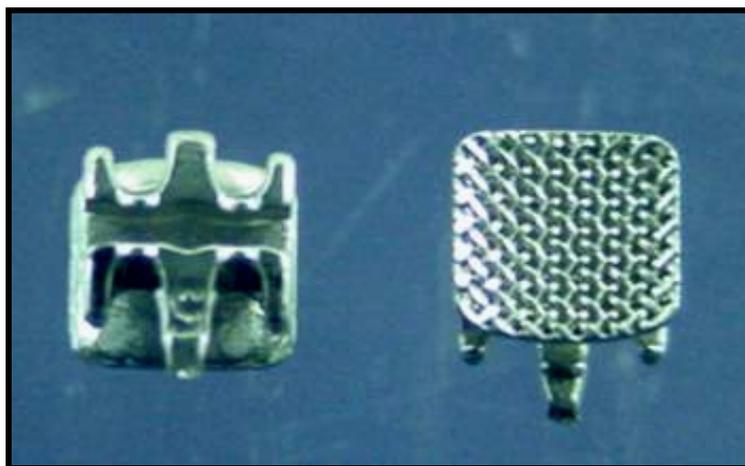


Figura 2 - Braquetes ortodônticos (Rocky Mountain Orthodontics).

4.1.3 Material para colagem

4.1.3.1 Compósito Transbond XT

O Transbond XT (3M do Brasil) é um compósito fotoativado, que tem como componentes: Bis-GMA (Bisfenol A Glicidil Metacrilato); Bis-EMA (Bisfenol-A-Etoxil de Dimetacrilato); micropartículas de quartzo (80% de carga/peso) e canforoquinona. A reação de polimerização ocorre por ativação da canforoquinona, fotoiniciador que induz a formação dos radicais livres que dão início à polimerização (figura 3).



Figura 3 - Transbond XT adesivo e compósito Transbond XT (3M UNITEK).

4.1.3.2 Cimento de Ionômero de Vidro Fuji Ortho LC

O cimento de ionômero de vidro modificado por resina utilizado, na presente pesquisa, foi o Fuji Ortho LC (GC América Corp, Tokyo, Japan). É um cimento Dual, composto por partículas de vidro de flúor-alumínio-silicato; copolímeros de ácido poliacrílico; ácido maleico, HEMA (2-hidroxi-etil-metacrilato); Di-2-metacriloxietil-2; 2,4-trimetilhexametileno dicarbamato; água e canforoquinona como fotoiniciador.



Figura 4 - Cimento de ionômero de vidro mod. Fuji Ortho LC (GC América)

4.2 Método

4.2.1 Condicionamento do cilindro cerâmico

A profilaxia com pasta de pedra pomes e água na superfície do cilindro cerâmico foi realizada com o auxílio de escova tipo Robson. Em seguida, a superfície do cilindro foi submetida a dois tempos de condicionamento com ácido fluorídrico 10% (Dentsply, Petrópolis, RJ) (figura 4), conforme quadro 2.

Tempo de condicionamento	Procedimento
20 segundos	Aplicação do ácido fluorídrico a 10% sobre a superfície cerâmica seca (figura 5), lavagem por 60 segundos e secagem com jato de ar livre de óleo e umidade.
60 segundos	Aplicação do ácido fluorídrico a 10% sobre a superfície cerâmica seca (figura 5), lavagem por 60 segundos e secagem com jato de ar livre de óleo e umidade.

Quadro 2 - Procedimento de tratamento de superfície.

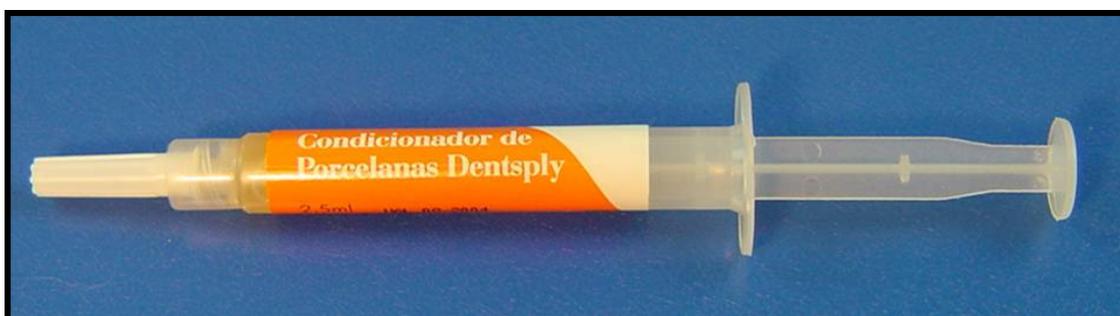


Figura 4 - Ácido fluorídrico 10% (Dentsply).



Figura 5 - Condicionamento da superfície do cilindro - ácido fluorídrico 10%.

Após o tratamento superficial da cerâmica, foram pinceladas duas camadas do agente de silanização Scotchbond ceramic primer (3M do Brasil), e seco com jatos de ar, por 20 segundos (figura 6).



Figura 6 - Aplicação do silano Scotchbond Ceramic Primer (3M ESPE).

4.2.2 Procedimento de colagem dos braquetes no cilindro cerâmico

4.2.2.1 Colagem com o adesivo ortodôntico Transbond XT

O *primer* adesivo foi aplicado sobre a superfície da cerâmica com o auxílio de um pincel, submetido a leves jatos de ar comprimido livre de óleo e umidade, durante 5 segundos e fotoativado por 10 segundos com os aparelhos de luz (figuras 7a e b). O adesivo ortodôntico Transbond XT foi aplicado com espátula metálica na base do braquete (figura 8a), e colado no cilindro cerâmico com auxílio de pinça de apreensão do braquete, com pressão manual suficiente para adaptá-lo e facilitar o escoamento do excesso do material, que foi posteriormente removido com sonda exploradora (figura 8b). As fotoativações foram efetuadas com dois aparelhos: um LED (luz emitida por diodo) Ultrablue Is (D.M.C., Brasil), com intensidade de luz de 500mW/cm² e outro de luz de lâmpada halógena XL 3000 (3M) (figuras 8c e d), com intensidade de luz de 700mW/cm², verificados em um radiômetro (Demetron), segundo Correr Sobrinho et al. (1994). O feixe de luz foi posicionado em cada um dos lados do braquete e fotoativado por 10 segundos, totalizando 40 segundos.

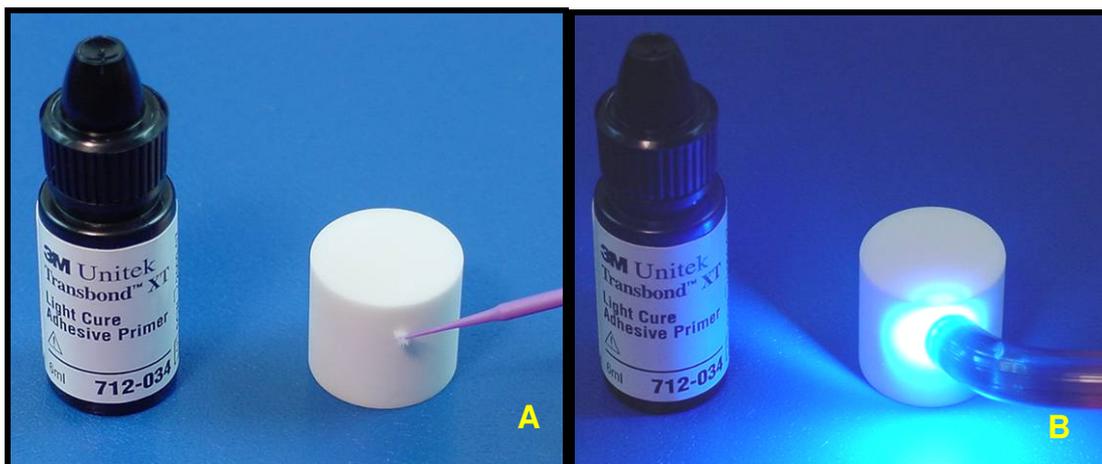


Figura 7 - A) Aplicação do primer adesivo e B) Fotoativação do primer

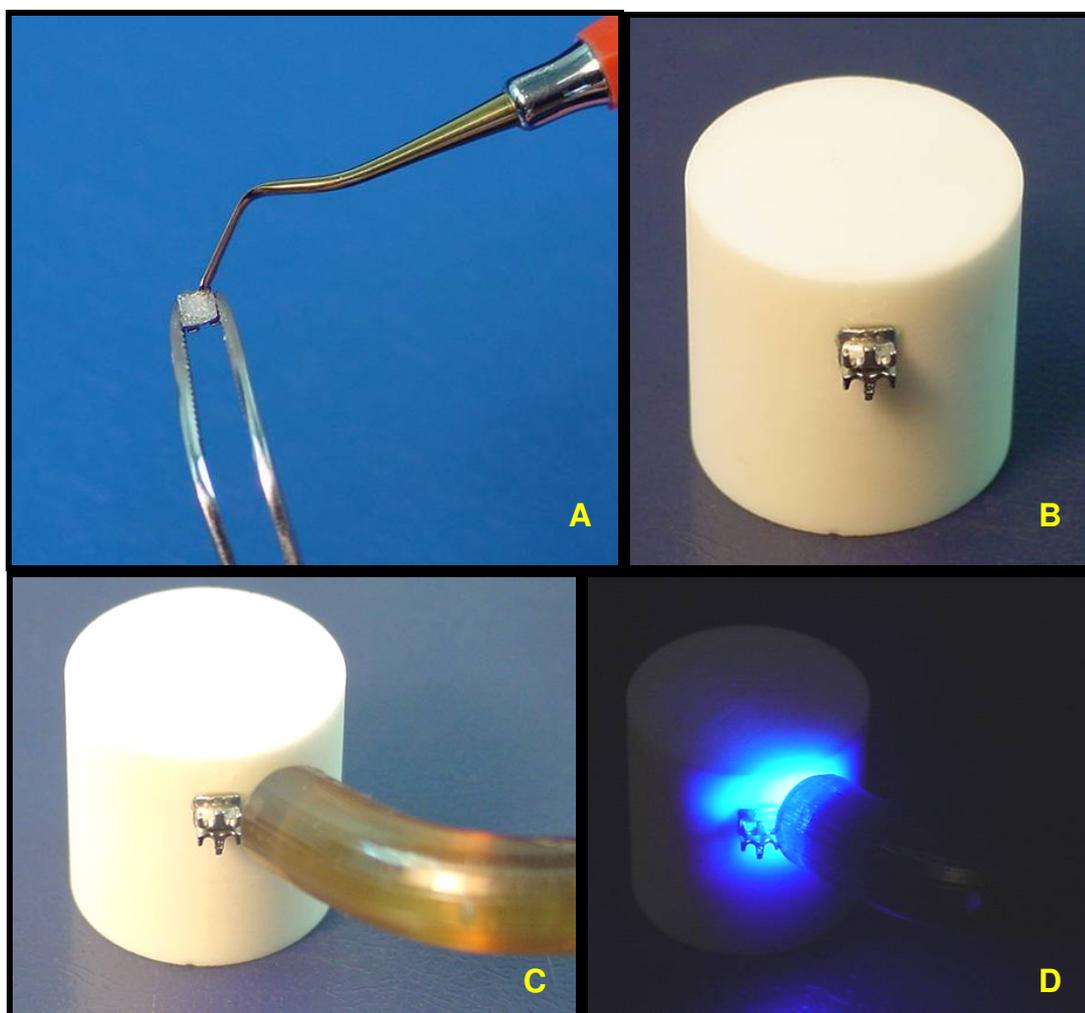


Figura 8 - A) Aplicação da resina Transbond XT; B) Braquete posicionado na cerâmica; C e D) Fotoativação de resina da base do braquete.

4.2.2.2 Colagem com o cimento ionômero de vidro Fuji Ortho LC

O cimento ionômero de vidro Fuji Ortho LC foi manipulado segundo o fabricante. Uma porção de pó com duas gotas de líquido foi manipulada por 25 segundos e aplicada à superfície de colagem dos braquetes. Uma pinça de apreensão de braquetes auxilia no posicionamento dos mesmos nos cilindros de cerâmica. O excesso de cimento é removido das laterais dos braquetes, antes da polimerização, com sonda exploradora. As fotos ativações foram efetuadas com dois aparelhos: um LED (luz emitida por diodo) Ultrablue Is (D.M.C., Brasil), com intensidade de luz de 500mW/cm² e outro de luz de lâmpada halógena XL 2500 (3M) (figuras 8 C e D), com intensidade de luz de 700mW/cm², verificados em um radiômetro (Demetron), segundo Correr Sobrinho et al. (1994). O feixe de luz foi posicionado em cada um dos lados do braquete e fotoativado por 10 segundos, totalizando 40 segundos.

4.2.3 Armazenagem

Após a fixação dos braquetes, todos os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada a 37°C por 24h em estufa (Fabem Ltda).

4.2.3.1 Ciclagem térmica

Decorrido este período, metade dos corpos-de-prova foram submetidos a 500 ciclos térmicos em máquina MCT-2 (AMM Instrumental) por um tempo de imersão de 30 segundos em cada banho nas temperaturas de 5°C e 55°C (figura 9).



Figura 9 - Máquina de ciclagem térmica.

4.2.3.2 Tratamento de envelhecimento

A outra metade, ou seja, 128 braquetes metálicos colados aos cilindros cerâmicos foram submetidos a três tempos de envelhecimento em água: 24 horas (já obtido quando da armazenagem, item 4.2.3.), três e seis meses. As amostras foram mantidas em água destilada, renovada semanalmente, com temperatura constante de 37°C.

4.2.4 Ensaio de resistência ao cisalhamento

Uma máquina universal de ensaios mecânicos Instron Corp. modelo 4411, Mass, USA (figura 10) foi utilizada para o ensaio de resistência ao cisalhamento dos braquetes, regulada para a velocidade de compressão de 0,5 mm/min.

O cilindro de cerâmica foi adaptado na base da máquina. A ponta ativa em forma de cinzel foi posicionada na interface cerâmica/braquete e presa no mordente superior móvel (figuras 11). A posição do conjunto nos mordentes permitiu que o movimento de compressão fosse paralelo ao cilindro de cerâmica, imprimindo esforço de cisalhamento na interface cerâmica/braquete, tentando simular o esforço que, normalmente, ocorre no meio bucal, durante a mastigação e a mecânica para movimentação dentária.

Os valores de resistência ao cisalhamento foram registrados em kgf e transformados em Kgf/cm², por meio da seguinte fórmula: Resistência Cisalhamento = Força para remoção do braquete / Área de colagem. Posteriormente, os valores de resistência ao cisalhamento (Kgf/cm²) foram transformados em MPa.



Figura 10 - Corpo-de-prova posicionado para o ensaio de resistência ao cisalhamento na máquina de ensaio Instron (modelo 4411).

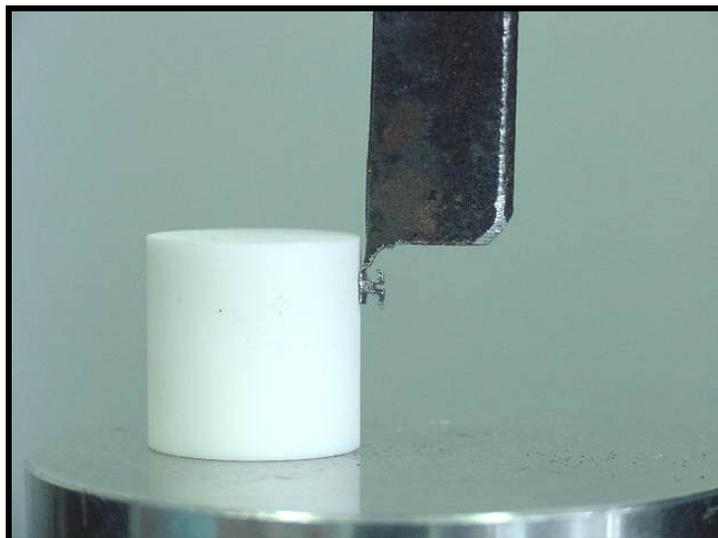


Figura 11 - Ponta ativa do cinzel apoiada na parte superior do braquete.

4.3 Tratamento estatístico

Após obtenção das médias para cada medida dentro de cada grupo, estas foram comparados estatisticamente. O teste Kolmogorov-Smirnov foi utilizado, a fim de verificar a normalidade dos dados. As comparações das medidas intragrupo e do material versus a técnica foram realizadas por meio do teste Anova, dois critérios, seguidas do teste Tukey, quando diferenças foram detectadas. Para comparações entre os materiais, dentro de cada técnica, foram realizadas por meio do teste t. Para todas as análises, foi estabelecido um nível de significância de 5% e os dados foram analisados usando o software BioEstat 4.0.

5 RESULTADOS

Os valores originais (MPa) obtidos no ensaio de cisalhamento foram submetidos à análise da variância, cujos fatores foram: aparelho, que analisou o aparelho foto ativador utilizado; tratamento, que avaliou o tratamento envelhecedor com água destilada e com ciclagem térmica; e tempo, que analisou o tempo de condicionamento utilizado. Os valores médios foram submetidos ao teste de Tukey em nível de 5% de significância e estão apresentados nas tabelas 1 a 5.

A tabela 1 mostra a comparação das médias de resistência de união (MPa) para cada aparelho foto ativador, tipo de tratamento e tempo de condicionamento.

Verificou-se, no grupo controle (tempo de envelhecimento de 24h), que não houve diferença estatisticamente significativa da resistência do Transbond, quando se empregou aparelho de lâmpada halógena e LED ($p > 0,05$), nos tempos de condicionamento 20 e 60s. O mesmo aconteceu com o Fuji Ortho LC, exceto quando empregada a fonte de luz LED, com tempo de condicionamento de 20s.

No grupo onde se aplicou o tempo de envelhecimento de três meses, os diferentes materiais empregados mantiveram o mesmo comportamento na colagem, só que agora a diferença é com a resina Transbond quando empregada a fonte de luz LED e com tempo de condicionamento de 20s. O Fuji Ortho LC apresenta valor de resistência diferente estatisticamente quando empregada a fonte de luz LED, com tempo de condicionamento de 20s. Observou-se, no grupo com tempo de envelhecimento de seis meses, um diferente comportamento dos demais grupos amostrais, sendo que a resina Transbond quando empregada a fonte de luz

halógena e com tempo de condicionamento de 20s apresentou valor de resistência diferente na avaliação intragrupo. Entretanto, o material Fuji Ortho LC no grupo com tempo de envelhecimento de seis meses, que evidenciou os valores mais baixos de resistência ao deslocamento do braquete, apresentou, no tempo de condicionamento de 20s com a luz LED, o seu menor valor (4,69 MPa).

Ressalta-se, ainda, na técnica de ciclagem térmica, que há diferença entre as fontes de luz, halógena e LED, para o material Transbond com tempo de condicionamento 60s e Fuji com tempo de condicionamento de 20s.

Tabela 1 - Comparação intragrupo para os materiais Transbond e Fuji, nos diferentes tempos e entre as diferentes fontes de luz (MPa).

	Transbond				Fuji			
	20 segundos		60 segundos		20 segundos		60 segundos	
	QTH	LED	QTH	LED	QTH	LED	QTH	LED
Controle	10,98 aA	10,97 aA	13,74 aA	13,60 aA	7,52 aA	7,48 aB	9,60 aA	9,37 aA
3 meses	10,57 aA	10,56 abA	13,14 aA	13,12 aA	6,92 aA	6,89 aB	8,60 aA	8,50 aA
6 meses	9,21 aA	9,10 bB	7,90 bB	7,84 bB	4,85 bA	4,69 bB	5,97 bA	5,83 bA
Ciclagem	7,40 A	7,32 A	11,24 A	10,20 B	11,24 A	10,20 B	8,16 A	8,02 A

Diferentes letras minúsculas representam diferenças estatísticas entre os diferentes tempos, em colunas (Anova dois critérios e teste Tukey; $\alpha=5\%$).

Diferentes letras maiúsculas representam diferenças estatísticas entre as diferentes fontes de luz, em linhas (Anova dois critérios e teste Tukey; $\alpha=5\%$).

Na tabela 2, quando há comparação entre técnicas, tanto nos tempos de condicionamento 20s e 60s, quanto nas diferentes fontes de luz, a ciclagem térmica se comporta estatisticamente diferente de todos os tempos de envelhecimento, 24h, 3 e 6 meses ($p>0.05$).

Tabela 2 - Comparação entre as técnicas (tempo de envelhecimento e ciclagem) para o material Transbond, nos diferentes tempos e fontes de luz (MPa).

Transbond				
	20 segundos		60 segundos	
	QTH	LED	QTH	LED
Controle	10,98 A	10,97 A	13,74 A	13,60 A
TE - 3 meses	10,57 A	10,56 A	13,14 A	13,12 A
TE - 6 meses	9,21 A	9,10 A	7,90 A	7,84 A
Ciclagem	7,40 B	7,32 B	11,24 B	10,20 B

Diferentes letras maiúsculas representam diferenças estatísticas entre as diferentes técnicas, em colunas (Anova dois critérios e teste Tukey; $\alpha=5\%$).

Um comportamento diferente é percebido nos valores do material Fuji Ortho LC (tabela 3) nas técnicas de ciclagem térmica e tratamento de envelhecimento, nos três tempos, quando comparadas. Houve diferença no tempo de condicionamento de 20s, no tratamento de envelhecimento de seis meses com fonte de luz halógena, porém, para o LED; e também no grupo controle e no grupo de seis meses. Para o grupo de tempo de condicionamento ácido de 60s, houve diferença para luz halógena no tempo de envelhecimento de três meses e para ciclagem e o mesmo se repetindo com o emprego da luz tipo LED.

Tabela 3 - Comparação entre as técnicas (tempo de envelhecimento e ciclagem) para o material Fuji, nos diferentes tempos e entre as diferentes fontes de luz (MPa).

Fuji				
	20 segundos		60 segundo	
	QTH	LED	QTH	LED
Controle	7,52 A	7,48 B	9,60 A	9,37 A
TE - 3 meses	6,92 A	6,89 A	8,60 B	8,50 B
TE - 6 meses	4,85 B	4,69 B	5,97 A	5,83 A
Ciclagem	11, 24 A	10,20 A	8,16 B	8,02 B

Diferentes letras maiúsculas representam diferenças estatísticas entre as diferentes técnicas, em colunas (Anova dois critérios e teste Tukey; $\alpha=5\%$).

Na tabela 4, no grupo que apresentou tempo de condicionamento de 20s, a comparação é entre a resistência da união dos diferentes materiais de adesão, Transbond XT e Fuji Ortho LC, pela técnica de envelhecimento, onde se observa a nítida diferença entre os materiais ($p<0,05$), nos três tempos e fontes de luz.

Tabela 4 - Comparação entre os materiais (Transbond e Fuji), pela técnica de tempo de envelhecimento - Tempo de condicionamento de 20 segundos (MPa).

	Transbond	Fuji
24h - QTH	10,98 A	7,52 B
24h - LED	10,97 A	7,48 B
3 meses - QTH	10,57 A	6,92 B
3 meses - LED	10,56 A	6,89 B
6 meses - QTH	9,21 A	4,85 B
6 meses - LED	9,10 A	4,69 B

Diferentes letras maiúsculas representam diferenças estatísticas entre os diferentes materiais, em linhas (Teste t; $\alpha=5\%$).

Na tabela 5, no grupo que apresentou tempo de condicionamento de 60s, a comparação é entre a resistência da união dos diferentes materiais de adesão, Transbond XT e Fuji Ortho LC, pela técnica de envelhecimento, essa diferença se repete entre os materiais ($p < 0,05$), nos três tempos e fontes de luz. Exceto no tempo de envelhecimento de três meses, com fonte de luz halógena, quando o comportamento do ionômero Fuji Ortho LC se aproxima estatisticamente da resina Transbond XT.

Tabela 5 - Comparação entre os materiais (Transbond e Fuji), pela técnica de tempo de envelhecimento - Tempo de condicionamento de 60 segundos (MPa).

	Transbond	Fuji
24h - QTH	13,74 A	9,60 B
24h - LED	7,52 A	9,37 B
3 meses - QTH	13,14 A	8,60 A
3 meses - LED	13,12 A	8,50 B
6 meses - QTH	7,90 A	5,97 B
6 meses - LED	7,84 A	5,83 B

Diferentes letras maiúsculas representam diferenças estatísticas entre os diferentes materiais, em linhas (Teste t; $\alpha = 5\%$).

A termociclagem, por sua vez, é observada na tabela 6. Os materiais se comportam de maneira distinta ($p < 0,05$) no tempo de condicionamento de 20s, tanto com luz halógena como LED, sendo que no tempo de condicionamento de 60s, tanto com luz halógena como LED, não há diferença significativa.

Tabela 6 - Comparação entre os materiais (Transbond e Fuji), pela técnica de ciclagem, nos tempos de 20 e 60 segundos (MPa).

	Transbond	Fuji
20s-QTH	7,40 B	11,24 A
20s-LED	7,32 B	10,20 A
60s-QTH	11,24 B	8,16 B
60s-LED	10,20 B	8,02 B

Diferentes letras maiúsculas representam diferenças estatísticas entre os diferentes materiais, em linhas (Teste t; $\alpha= 5\%$).

6 DISCUSSÃO

O presente estudo encontrou diferença significativa entre os tratamentos, nos três tempos de envelhecimento em água destilada, quando comparados à ciclagem térmica, para o material Transbond XT, tanto com tempo de condicionamento de 60s, sempre apresentando maiores valores de resistência de união de braquetes metálicos, quanto com o tempo de condicionamento de 20s. Entretanto, o cimento ionômero Fuji Ortho LC, nesta pesquisa, não segue esse padrão, e nem qualquer outro, com valores de resistência da união menores, variando de maneira bastante irregular.

A termociclagem e o tratamento de envelhecimento promoveram significativa redução nos valores de resistência de união dos braquetes à cerâmica para ambas as fontes de luz e para os dois tempos de condicionamento. Este resultado está de acordo com outros estudos (Bourke et al., 1999; Kato et al., 2000; Helvatjoglu-Antoniades et al., 2004; Carrilho et al., 2005), que relataram diminuição da resistência de união de sistemas adesivos.

As alterações de temperatura da ciclagem podem ter influenciado negativamente a adesão por ter gerado tensões mecânicas provocadas por diferenças no coeficiente de expansão térmica, o que resultaria em falha da união na interface adesiva, uma vez que os materiais envolvidos contraíram e/ou expandiram de maneira diferente ao longo do experimento devido às distintas composições. Já o tratamento de envelhecimento por imersão em água destilada parece ter provocado uma alteração na estrutura do espaço existente entre o braquete e a cerâmica, aumentando a movimentação do líquido nesse local, o que resultou em perda de

continuidade da interface adesiva e diminuiu a resistência de união à cerâmica, ou seja, quanto maior o tempo de imersão em água, maior esse enfraquecimento.

O presente estudo mostrou que, em linhas gerais, não houve diferença significativa na resistência de união para as duas fontes de luz polimerizadoras empregadas e se observou potencial de polimerização similar entre as fontes de luz halógena e LED. Rueggeberg (1999) afirmou que o processo de polimerização de materiais à base de resina depende da dose total de energia que é proporcionada ao material, neste trabalho em particular, por um aparelho LED Ultrablue Is (D.M.C., Brasil), com intensidade de luz de 500mW/cm² e outro de luz de lâmpada halógena XL 3000 (3M), com intensidade de luz de 700mW/cm², verificados em um radiômetro (Demetron), segundo Correr Sobrinho et al. (1994).

Os valores deste trabalho demonstraram que não há diferença da resistência da união de colagens feitas com a luz halógena quando comparadas com a luz emitida por LEDs quando o fotoiniciador é a canforoquinona, e está em acordo com os achados de Hofmann et al. (2002) e Rahiotis et al. (2004), pois não deve ter havido diferença na conversão dos monômeros em função da dose de energia emitida pelas unidades polimerizadoras.

Com relação aos tempos de condicionamento ácido à cerâmica, o tempo de 60s gerou resistência de união significativamente maior que o tempo de 20s. A maior penetração e imbricação nas retenções na cerâmica do material resinoso de união foi descrito por Yen et al. (1993), o ácido hidrofúorídrico reage preferencialmente com a sílica da cerâmica *feldspática*, formando hexafluorsilicatos. Ocorre, então, a desmineralização da superfície da cerâmica e aparecem as microrretenções.

7 CONCLUSÃO

Quanto à resistência dos braquetes ortodônticos metálicos fixados à cerâmica, submetidos à ciclagem térmica ou tratamento de envelhecimento por imersão em água, observou-se que:

- a) o tempo de condicionamento de 60s gerou resistência da união significativamente maior que o tempo de 20s, para os dois tempos de envelhecimento, sendo que o tratamento de envelhecimento por imersão em água, no tempo de condicionamento com ácido fluorídrico por 60 segundos, a colagem com a resina Transbond XT apresentou valores de resistência ao cisalhamento superiores em relação ao Fuji ortho LC;
- b) resina fotoativada Transbond XT mostrou resistência de união significativamente maior que o ionômero fotoativado Fuji Ortho LC para os dois tipos de envelhecimento e para a termociclagem, a resina Transbond XT mostrou um resultado melhor quando utilizado um condicionamento com ácido por 60s. Para o ionômero Fuji Ortho LC, foi melhor quando utilizado um condicionamento por 20s;
- c) a utilização de fonte de luz halógena ou LED pouco influencia os resultados obtidos nos diversos meios de condicionamento, tipo de tratamento por envelhecimento ou ciclagem;
- d) o presente estudo sugere mais pesquisas comparativas quanto ao tipo de tratamento, por envelhecimento ou por ciclagem térmica.

REFERÊNCIAS¹

- Ajlouni R, Bishara SE, Oonsombat C, Soliman M, Laffoon J. The effect of porcelain surface conditioning on bonding orthodontic brackets. *Angle Orthod.* 2005;75(5):858-64.
- Barghi N, Fischer DE, Vatani L. Effects of porcelain leucite content, types of etchants, and etching time on porcelain-composite bond. *J Esthet Restor Dent.* 2006;18(1):47-52.
- Bourke BM, Rock WP. Factors affecting the shear bond strength of orthodontic brackets to porcelain. *Br J Orthod.* 1999;26(4):285-90.
- Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res.* 1955;34(6):849-53.
- Canay S, Hersek N, Ertan A. Effect of different acid treatments on a porcelain surface. *J Oral Rehabil.* 2001;28(1):95-101.
- Carrilho MR, Tay FR, Pashley DH, Tjaderhane L, Carvalho RM. Mechanical stability of resin-dentin bond components. *Dent Mater.* 2005;21(3):232-41.
- Chen JH, Matsumura H, Atsuta M. Effect of different etching periods on the bond strength of a composite resin to a machinable porcelain. *J Dent.* 1998a;26(1):53-8.
- Correr Sobrinho L, De Goes M, Consani S. Avaliação da intensidade de luz visível emitida por aparelhos fotopolimerizadores. In: *Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Pesquisas Odontológicas. Águas de São Pedro, 1994. Bauru, SBPqO, 1994, p.136.*
- Correr AB, Sinhoreti MA, Correr Sobrinho L, Tango RN, Schneider LF, Consani S. Effect of the increase of energy density on Knoop hardness of dental composites light-cured by conventional QTH, LED and xenon plasma arc. *Braz Dent J.* 2005;16(3):218-24.
- Cook PA, Yongson 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;15(4):247-53.
- Della Bona A, van Noort R. Shear vs. tensile bond strength of resin composite bonded to ceramic. *J Dent Res.* 1995 Sept;74(9):1591-6.
- Güller AU, Yilmaz F, Yenisey M, Güler E, Ural C. Effect of acid etching time and a self-etching adhesive on the shear bond strength of composite resin to porcelain. *J Adhes Dent.* 2006;8(1):21-5.

¹ De acordo com o Manual de Normalização para Monografias da Faculdade de Odontologia São Leopoldo Mandic, baseado no estilo Vancouver de 2007, e abreviaturas dos títulos de periódicos em conformidade com Index Medicus.

Helvatjoglu-Antoniades M, Koliniotou-Kubia E, Dionyssopoulos P. The effect of thermal cycling on the bovine dentine shear bond strength of current adhesive systems. *J Oral Rehabil.* 2004;31(9):911-7.

Hofmann N, Hugo B, Klaiber B. Effect of irradiation type (LED or QTH) on photoactivated composite shrinkage strain kinetics, temperature rise, and hardness. *Eur J Oral Sci.* 2002;110(6):471-9.

Kato H, Matsumura H, Atsuta M. Effect of etching and sandblasting on bond strength to sintered porcelain of unfilled resin. *J Oral Rehabil.* 2000;27(2):103-10.

Kitayama Y, Komori A, Nakahara R. Tensile and shear bond strength of resin-reinforced glass ionomer cement to glazed porcelain. *Angle Orthod.* 2003;73(4):45-6.

Kurachi C, Tuboy AM, Magalhaes DV, Bagnato VS. Hardness evaluation of a dental composite polymerized with experimental LED-based devices. *Dent Mater.* 2001;17(4):309-15.

O'Brien KD, Read MJ, Sandison RJ, Roberts CT. A visible light-activated direct-bonding material: An "in vivo" comparative study. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1989;5(4):348-51.

Pascotto RC, Navarro MF, Capelozza Filho L, Cury JA. In vivo effect of a resin modified glass ionomer cement on enamel desmineralization around orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2004;125(1):36-41.

Peumans M, Hikita K, De Munck J, Van Landuyt K, Poitevin A, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Effects of ceramic surface treatments on the bond strength of an adhesive luting agent to CAD-CAM ceramic. *J Dent.* 2007;35(4):282-8.

Rahiotis C, Kakaboura A, Loukidis M, Vougiouklakis G. Curing efficiency of various types of light-curing units. *Eur J Oral Sci.* 2004;112:89-94.

Rueggeberg FA. Contemporary issues in photocuring. *Compend Contin Educ Dent.* 1999;25:S4-25.

Simonsen RJ, Calamia JR. Effect coupling agents on bond strength of etched porcelain. *J Dent Res.* 1983;62:297.

Shimada Y, Yamaguchi S, Tagami J. Micro-shear bond strength of dual-cured resin cement to glass ceramics. *Dent Mater.* 2002;18(5):380-8.

Summers A, Kao E, Gilmore J, Gunel E, Ngan P. Comparison of bond strength between a conventional resin adhesive and a resin-modified glass ionomer adhesive: an in vitro and in vivo study. *Am J Orthod Dentofac Orthod.* 2004;126(2):200-6.

Tavas MA, Watts DC. Bonding of orthodontics brackets by transillumination of a light activated composite: an in vitro study. *Br J Orthod* 1979;6(4):207-8.

Tavas MA, Watts DC. A visible light-activated direct bonding material: an in vitro comparative study. *Br J Orthod.* 1984;11(1):33-4.

Thanos CE, Munholland T, Caputo AA. Adhesion of mesh-base direct-bonding brackets. *Am J Orthod.* 1979;75(4):421-30.

Wilson AD, Kent BE. A new translucent cement for dentistry: the glass ionomer cement. *B Dent J.* 1972;132(4):133-5.

Yen TW, Blackman RB, Baez RJ. Effect of acid etching on the flexural strength of a feldspathic porcelain and a castable glass ceramic. *J Prosthet Dent.* 1993;70(3):224-33.

ANEXO A - DISPENSA DE SUBMISSÃO AO COMITÊ DE ÉTICA

São Leopoldo Mandic
Centro de Pós-Graduação
Comunicado de Dispensa de Submissão ao Comitê

2ª via

Campinas, terça-feira, 3 de novembro de 2009

Ao(a) RA

C.D. Cristiane Dulz Campos 012203

Curso: Ortodontia

Comitê: Comitê de Ética e Pesquisa

Prezado(a) Aluno(a):

O projeto de sua autoria, abaixo descrito, **NÃO SERÁ SUBMETIDO AO RESPECTIVO COMITÊ**, nesta Instituição, por tratar-se exclusivamente de pesquisa laboratorial, sem envolvimento de seres humanos ou materiais.

Número do Protocolo: 2009/0040

Data entrada do Projeto: 9/2/2009

Data da Reunião do Comitê: 18/2/2009

Orientação por: Paulo Roberto Aranha Nouer

Projeto: Comparação das Técnicas de Envelhecimento e Ciclagem Térmica na Resistência de União de Braquetes Metálicos Colados à Cerâmica

Cordialmente,

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