

Estudo *in vivo* e *in vitro* com e sem termociclagem, da resistência ao cisalhamento de braquetes colados com fonte de luz halógena

Sérgio Milton Martins de Oliveira Penido*, Cláudia Valéria de Sousa Resende Penido**, Ary dos Santos-Pinto***, Tatsuko Sakima****, Carla Raquel Fontana*****

Resumo

Objetivo: avaliar a resistência de braquetes metálicos colados em dentes humanos com resina polimerizada com luz halógena por meio de ensaios mecânicos de cisalhamento. **Metodologia:** para este estudo foram realizados ensaios *in vivo* com dinamômetro portátil digital e *in vitro* com máquina de ensaios mecânicos universal com e sem termociclagem, complementado pelo Índice de Adesivo Remanescente (IAR). Braquetes Edgewise *Standard* (Abzil) foram colados utilizando adesivo Transbond *Plus Self Etching Primer* (SEP) e Resina Transbond XT. Foram formados 3 grupos com 10 dentes em cada um deles. No GI os braquetes foram colados nos segundos pré-molares dos pacientes. Nos GII e GIII utilizaram-se primeiros pré-molares extraídos por motivos ortodônticos. Os ensaios mecânicos do GI foram realizados 24 horas após a polimerização diretamente na boca dos pacientes com dinamômetro portátil digital. No GII os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada e levados à estufa a 37°C durante 24 horas e, posteriormente, submetidos à termociclagem, com 1000 ciclos a 5 e 55°C. No GIII os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada em temperatura ambiente por 24 horas e posteriormente submetidos aos ensaios mecânicos. **Resultados:** os valores médios da resistência ao cisalhamento em Megapascal foram de: GI = 4,39; GII = 7,11 e GIII = 7,35. Após a descolagem foram realizadas fotografias das áreas de colagem, tanto dos dentes submetidos a testes *in vivo* quanto *in vitro* e ampliadas 5x para facilitar a visualização. As imagens obtidas foram analisadas, classificadas de acordo com o IAR e, por meio de gráficos de dispersão, foi verificada a relação entre a resistência ao cisalhamento e este índice. **Conclusão:** a média dos ensaios mecânicos realizados *in vivo* foi estatisticamente menor em relação aos ensaios *in vitro*. Não houve diferenças na resistência ao cisalhamento *in vitro* entre o grupo termociclado e o não-termociclado. Não houve relação entre tensão de ruptura e tipo de falha.

Palavras-chave: Resistência ao cisalhamento. Luz halógena. Máquina universal de ensaios mecânicos. Termociclagem. Tensiômetro portátil digital.

* Doutor em Ortodontia – Faculdade de Odontologia de Araraquara-UNESP.

** Professor Adjunto III – Faculdade de Odontologia – PUC Minas.

*** Professor Adjunto, Departamento de Clínica Infantil da Faculdade de Odontologia de Araraquara-UNESP.

**** Professor Titular Aposentado, Departamento de Clínica Infantil da Faculdade de Odontologia de Araraquara-UNESP.

***** Doutora em Periodontia – Faculdade de Odontologia de Araraquara-UNESP.

INTRODUÇÃO

A utilização de materiais resinosos na Odontologia atual se tornou uma realidade mundial, ocorrendo uma crescente melhoria nas propriedades físico-mecânicas, frente às diferentes situações clínicas^{10,14}. Assim, a colagem de braquetes foi paulatinamente substituindo as bandas que eram cimentadas em todas as coroas dentárias^{7,19}. Estes novos sistemas de adesão têm de ser eficientes o suficiente para permitir que os acessórios ortodônticos se mantenham colados durante todo o tratamento^{17,23}. Durante este período, os materiais devem resistir de forma conveniente a cargas de tensão, tração, torque e funcionais^{5,8,15}.

Para que se obtenha sucesso na colagem de acessórios ortodônticos, é necessária a correta escolha dos materiais adesivos e da unidade fotopolimerizadora. É preciso que, além dos materiais adesivos, aparelhos fotoativadores com potência adequada sejam utilizados^{2,3}. As lâmpadas halógenas foram os primeiros equipamentos que surgiram. Esta tecnologia de geração de luz, desenvolvida juntamente com as primeiras resinas fotopolimerizáveis, está sendo usada até os dias de hoje²⁴.

Para avaliar a efetividade dos sistemas adesivos, que apresentam características e parâmetros próprios, são utilizados diferentes testes mecânicos, pois trabalhos clínicos consomem maior tempo para que os resultados sejam estabelecidos e demandam análise mais complexa de fatores associados^{12,22}. Os estudos laboratoriais são imediatos, porém não são completos e não permitem a avaliação global e extrapolação para a previsão do comportamento clínico dos materiais. Os testes mecânicos laboratoriais empregados para avaliação da união de sistemas adesivos à estrutura dentária, geralmente, se fundamentam na aplicação de forças de deslocamento sobre a união, na tentativa de simular os esforços transmitidos aos braquetes durante o tratamento. As forças e tensões exercidas sobre os dentes e acessórios ortodônticos na clínica são, entretanto, de natureza complexa, portanto, nenhum teste simula adequadamente as

forças intrabucais. Dentro deste contexto, a previsão do desempenho clínico dos materiais, baseado nas suas propriedades, é uma missão complexa. Para Retief²², se o sistema adesivo não se mostrar promissor nos testes laboratoriais, dificilmente o será no desempenho de sua função no meio bucal. Os testes laboratoriais são particularmente interessantes aos fabricantes que, em curto espaço de tempo, podem avaliar seus materiais, corrigir deficiências e implementar melhorias.

Em testes *in vitro*, as variações de temperatura do meio bucal são reproduzidas por meio da termociclagem. Diversos autores testaram a influência da ciclagem térmica na resistência adesiva ao esmalte de diferentes sistemas adesivos^{9,11,16,25}, não havendo um consenso com relação à sua necessidade.

Diante de todos estes aspectos, estudos que avaliem a resistência mecânica dos materiais se fazem necessários²⁰. Revisando a literatura, podemos encontrar inúmeros trabalhos nos quais estes testes são realizados utilizando máquina universal de ensaios mecânicos como a Instron (Instron Corp, Canton, Mass.), a Testometric (Testometric model 500, Lancashire, UK) equipamentos importados de alto custo ou mesmo com equipamentos nacionais como a máquina de ensaios mecânicos da EMIC^{1,4,6,18}. O inconveniente da utilização destes equipamentos é o custo elevado.

Pickett et al.²¹ e Hubert et al.¹³, com objetivo de avaliar a resistência de braquetes metálicos colados com resina composta, utilizaram equipamento portátil digital. Esta é uma nova metodologia que, além de ser de baixo custo, pode ser utilizada tanto para pesquisas *in vitro* quanto para testes *in vivo*.

O objetivo desta pesquisa é estudar a resistência ao cisalhamento de braquetes colados com resina polimerizada com luz halógena. Para este estudo foram realizados ensaios *in vivo* com equipamento portátil digital e *in vitro* com máquina de ensaios mecânicos universal com e sem termociclagem. Como análise complementar foi avaliado o Índice de Adesivo Remanescente (IAR).

MATERIAL E MÉTODOS

Neste estudo foram realizados ensaios mecânicos *in vivo* utilizando equipamento portátil digital (Gauge) e *in vitro* utilizando máquina de ensaios mecânicos universal, com e sem termociclagem dos corpos-de-prova. Foram formados 3 grupos de 10 dentes cada, em cuja superfície foram colados braquetes metálicos. No quadro 1 são apresentados os grupos.

Foram colados braquetes ortodônticos Edgewise *Standard* (Abzil, São José do Rio Preto, SP, Brasil). Os testes *in vivo* foram realizados em segundos pré-molares superiores e os *in vitro* em primeiros pré-molares superiores e inferiores extraídos por motivos ortodônticos. A idade dos pacientes que colaboraram com a pesquisa variou de 12 a 16 anos.

Grupo	Forma do ensaio mecânico	Fonte de luz
GI	Dinamômetro portátil digital <i>in vivo</i> (Gauge <i>in vivo</i>)	HALÓGENA – Optilight Plus, Gnatus, Ribeirão Preto, SP, Brasil - intensidade de 500mW/cm ²
GII	Máquina universal de ensaios mecânicos (MTS 810) com termociclagem	
GIII	Máquina universal de ensaios mecânicos (MTS 810) sem termociclagem	

Quadro 1 - Apresentação dos grupos.

Material	Distribuidor	Composição	Lote
Adesivo Transbond® Plus Self Etching Primer (SEP)	3M Unitek, Monrovia, Califórnia	Mono e di-hema-fosfato, canforoquinona, água destilada, aminobenzoato, hexafluortitanato de potássio, butilhidróxitolueno, metilparabeno e propilparabeno	L3C180177
Resina composta Transbond® XT		Sílica, Bis-GMA, silano, n-dimetilbenzocaina, hexa-flúor-fosfato	4MK/4BY

Quadro 2 - Apresentação dos materiais.

Os critérios de inclusão foram: ausência de descalcificação ou defeitos no esmalte. Para os testes *in vivo* também foi considerada a boa higiene bucal. Não foram eliminados pacientes devido ao tipo de má oclusão, raça ou gênero. Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia da UNESP – Araraquara, protocolo 03/05.

Os materiais que foram utilizados, nomes comerciais, distribuidores e composição estão apresentados no quadro 2.

Previamente à colagem dos braquetes, no GI, foram realizados os seguintes procedimentos:

- 1) Instalação de abridor de boca (Expandex, ICE, Pirituba, SP, Brasil).
- 2) Profilaxia com pedra-pomes e água, com taça de borracha, em baixa rotação, por 10 segundos.
- 3) Lavagem com água e ar por 15 segundos.
- 4) Secagem com jato de ar da seringa tríplice por 10 segundos.
- 5) Isolamento relativo com rolos de algodão.

Os procedimentos de colagem foram realizados em um único dia, pelo mesmo operador, seguindo as recomendações dos fabricantes (ver bula), da seguinte maneira:

- 1) O adesivo autocondicionante foi aplicado sobre a superfície de esmalte por 3 segundos e o



FIGURA 1 - Fotopolimerização utilizando aparelho de luz halógena.



FIGURA 2 - Dinamômetro digital portátil.



FIGURA 3 - Prolongamento da célula de carga fixado na parte superior do dinamômetro.

excesso removido com suave jato de ar.

2) O braquete foi apreendido com o auxílio de pinça porta-braquete (ICE, Pirituba, SP) e a resina Transbond XT foi comprimida na sua base. O acessório foi, então, posicionado sobre a área de colagem, pressionando-se até que todo excesso de material escoasse lateralmente. O excesso foi removido antes da polimerização.

3) A polimerização do material de colagem foi realizada com fonte de luz halógena, por 20 segundos, sendo 10 na face mesial e 10 na face distal (Fig. 1).

Após 24 horas dos procedimentos de colagem, foram realizados os ensaios mecânicos de cisalhamento *in vivo*. Foi utilizado o dinamômetro digital portátil (Fig. 2). Este equipamento de precisão é utilizado tanto para testes de tração como de compressão. Possui célula de carga que pode ser acoplada a diversos dispositivos de testes. Para este estudo, foi adaptada uma extensão que consiste de tubo de aço inoxidável, soldado perpendicularmente

a uma plataforma, que foi retida por parafusos à porção superior do aparelho (Fig. 3). No interior deste tubo foi feito o prolongamento da célula de carga, com fio de aço inoxidável, de 1,5mm de diâmetro. Nesta mesma figura pode-se observar a ponta ativa em forma de cinzel na extremidade superior do prolongamento, cuja função é ser adaptada à porção superior da base do braquete, permitindo sua remoção durante o cisalhamento.

Alicates número 160R (ICE, São Paulo, Brasil) originalmente utilizados para inserção de borrachas de separação de dentes, foram também modificados com a adaptação de chapas de aço inoxidável com sulco central, em suas pontas. Para evitar danos ao esmalte, foi colocada uma borracha na ponta ativa do instrumento. (Fig. 4).

Durante os ensaios mecânicos *in vivo*, o alicate foi comprimido, para suas pontas se abrirem, ficando apoiadas respectivamente no tubo do dinamômetro e na face oclusal do dente (Fig. 5).

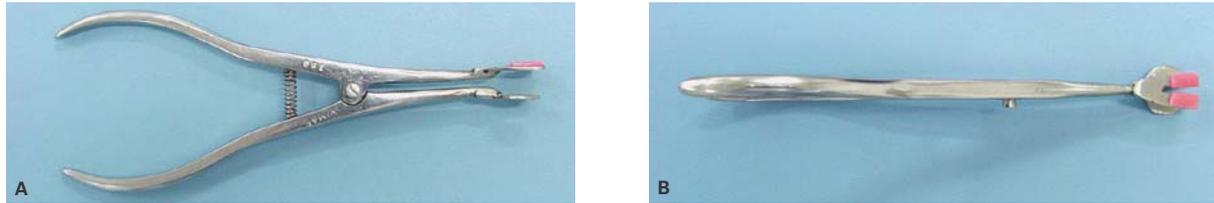


FIGURA 4 - Alicete adaptado para realizar o teste de cisalhamento dos braquetes *in vivo*.

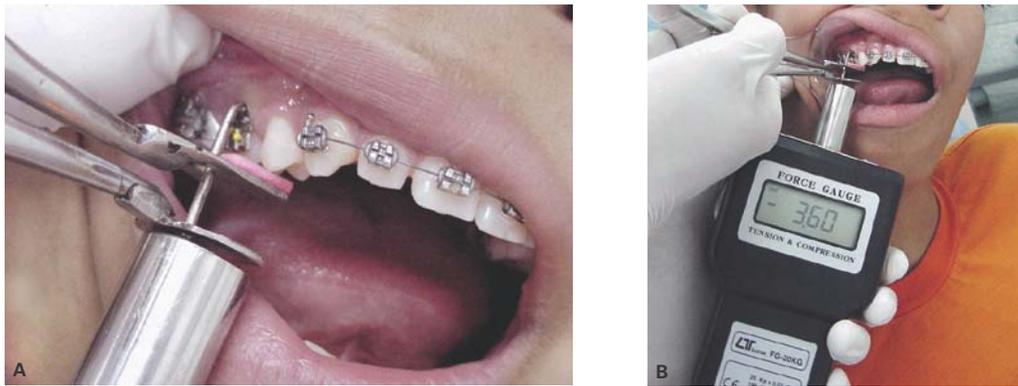


FIGURA 5 - Conjunto alicete/dinamômetro durante ensaios mecânicos *in vivo*.

A célula de carga foi então distendida e a ponta ativa de cinzel deslocou o braquete. As cargas de ruptura dos acessórios foram registradas no dinamômetro em Newtons e, posteriormente, os valores foram calculados em Megapascal (MPa).

O dinamômetro ficou acoplado ao computador, que utilizou o programa Lutron 801 (Data logger system, Modelo SW-U 801- WIN, Versão V0301TW, 3.1.1) (Fig. 6), sendo os resultados registrados em planilhas para posterior análise estatística.

Para confecção dos corpos-de-prova dos GII e GIII foi feita a demarcação da superfície vestibular dos dentes com lápis grafite nas suas maiores dimensões cérvico-oclusal e vestibulolingual para determinar sua porção central. Cada dente foi fixado com cera pegajosa a um esquadro de acrílico, mantendo-se a face vestibular paralela à superfície do mesmo. O conjunto dente/esquadro foi também fixado, com cera pegajosa, a um tubo de PVC com 3,6cm de diâmetro e 4cm de comprimento,



FIGURA 6 - Dinamômetro acoplado ao computador.

de maneira que ficasse centralizado e a raiz completamente inserida no interior do tubo. Este foi preenchido com gesso pedra do tipo IV. A fixação do esquadro garantiu o correto posicionamento do dente durante a reação de presa. Posteriormente, o esquadro foi removido, deixando a área delimita-

da para a colagem perpendicular à base do tubo.

Os dentes montados foram limpos de qualquer resíduo de cera pegajosa e/ou gesso e armazenados em água destilada. Os procedimentos de profilaxia e colagem foram realizados em um único dia, da mesma forma como anteriormente descrito para os testes *in vivo*.

Após os procedimentos de colagem, os corpos-de-prova do GII foram armazenados em água destilada e levados à estufa (Modelo 002CB Fanem Ltda - São Paulo, Brasil) a 37°C por 24 horas. Após este tempo, foram submetidos à termociclagem com 1000 ciclos a temperaturas de 5 e 55°C, por 30 segundos cada banho. Os corpos-de-prova do GIII foram armazenados em água destilada, à temperatura ambiente, por 24 horas antes dos ensaios mecânicos.

Os ensaios mecânicos foram realizados do mesmo modo nos GII e GIII, com máquina de ensaios mecânicos MTS 810 com velocidade de 0,5mm/min (Fig. 7). A leitura da carga exercida pela máquina foi registrada em N e posteriormente calculada em MPa.

Avaliação do padrão de descolagem

Após a descolagem foram, então, feitas fotografias das áreas de colagem, tanto dos dentes submetidos a testes *in vivo* quanto *in vitro*, com a máquina digital Sony Mavica FD 97. As fotografias foram ampliadas 5x para facilitar a visualização (Fig. 8, 9). As imagens obtidas foram analisadas e classificadas de acordo com o Índice de Adesivo Remanescente (IAR), conforme quadro 3.



FIGURA 7 - Posicionamento do dispositivo para o teste de cisalhamento.



FIGURA 8 - Foto ampliada para análise do IAR *in vivo*.

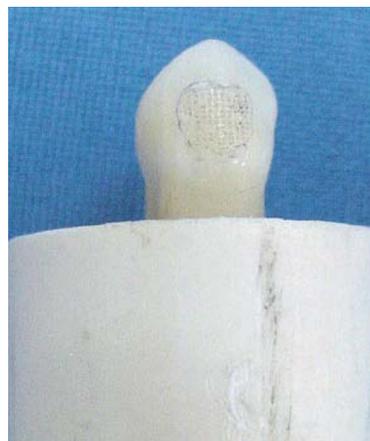


FIGURA 9 - Foto ampliada para análise do IAR *in vitro*.

Índice	Características
0	Nenhum remanescente de adesivo sobre o dente
1	Menos de 50% de adesivo remanescente no dente
2	Mais de 50% de adesivo remanescente no dente
3	Todo o adesivo remanescente sobre o dente

Quadro 3 - Índice de Adesivo Remanescente.

RESULTADOS

Análise descritiva

Para que se conhecessem melhor os dados, inicialmente foi feita a análise descritiva, que é apresentada resumidamente na tabela 1.

A tabela 1 mostra que o GI apresentou a menor média para a resistência ao cisalhamento e a menor dispersão dos resultados. Já o GIII apresentou a maior média e maior dispersão dos resultados.

Pode ser observado que não há nenhum *outlier* (Gráf. 1).

Análise de variância (ANOVA)

Pela tabela 2, verifica-se que o valor-p (0,007) foi menor do que o nível de significância (0,05), portanto a hipótese nula foi rejeitada, ou seja, pelo menos uma das médias é diferente das demais.

Para verificar qual média foi diferente das demais foi utilizado o teste de comparações múltiplas de Tukey.

Pela tabela 3, verifica-se que existe diferença significativa entre as médias do grupo GI com GII

e do grupo GI com GIII (o zero não está contido no intervalo). Comparando o grupo GII com o GIII verifica-se que não houve diferença significativa (o zero está contido no intervalo). Portanto, somente a média do grupo GI (4,39MPa) difere das médias dos outros grupos (GII = 7,11MPa e GIII = 7,35MPa), conforme pode ser verificado no gráfico 1.

Avaliação do padrão de descolagem

A tabela 4 e o gráfico 2 apresentam os índices de adesivo remanescente (IAR), onde pode ser observada a frequência de cada um deles.

Foram construídos gráficos de dispersão da resistência ao cisalhamento *versus* IAR para cada um dos três grupos GI, GII e GIII, para avaliar dentro de cada grupo como a resistência ao cisalhamento está relacionada com o IAR.

Analisando o gráfico 3 não se observa nenhum tipo de relação linear entre resistência ao cisalhamento e IAR. Mas nota-se que no GI as maiores resistências se encontram no índice 3, que foi o

Tabela 1 - Análise descritiva dos ensaios de resistência ao cisalhamento.

Descrição	Grupo		
	I	II	III
Média (MPa)	4,39	7,11	7,35
Mediana (MPa)	4,89	7,10	6,91
Desvio-padrão (MPa)	1,64	1,74	2,84
Mínimo (MPa)	1,60	4,60	3,73
Máximo (MPa)	6,65	9,61	13,73
Amostras ensaiadas	10	10	10

Tabela 2 - Comparação dos grupos GI, GII e GIII utilizando a luz halógena.

Fonte de variação	Graus de liberdade	Soma de quadrados	Quadrado médio	Estatística de teste f	Valor -p
Grupos	2	54,18	27,09	5,91	0,007
Erro	27	123,85	4,59		
Total	29	178,03			

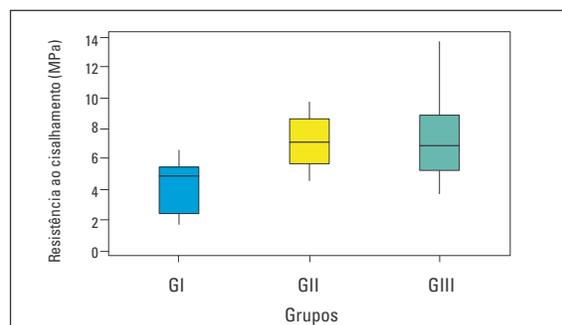


GRÁFICO 1 - Diagrama em caixas (*box-plot*) da resistência ao cisalhamento por grupo (GI=Gauge *in vivo*; GII=MTS com termociclagem; GIII=MTS sem termociclagem) com a luz halógena.

Tabela 3 - Teste de Tukey.

Comparações	Intervalo de 95% de confiança	
	Limite inferior	Limite superior
G I x G II	-5,098	-0,344
G I x G III	-5,342	-0,588
G II x G III	-2,621	2,133

Tabela 4 - Distribuição dos Índices de Adesivo Remanescente (IAR) por grupo.

Índice	Grupo		
	I	II	III
0	0	2	3
1	2	6	4
2	2	2	1
3	6	0	1

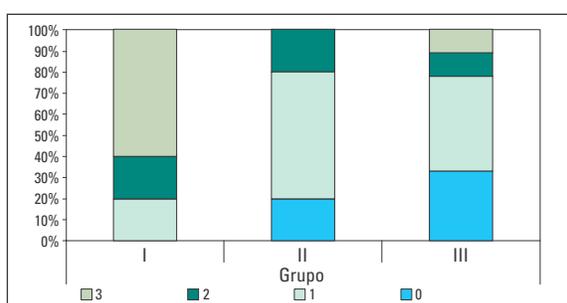


GRÁFICO 2 - Distribuição dos Índices de Adesivo Remanescente (IAR) por grupo.

que apresentou maior freqüência. No GII a maior freqüência foi para o índice 1, que apresentou resistências que variam, aproximadamente, de 5MPa a 10MPa. Já o GIII apresenta uma maior freqüência no nível 1, apresentando as resistências mais altas deste grupo.

DISCUSSÃO

Observa-se, atualmente, no mercado o aumento da utilização de resinas fotopolimerizáveis para fixação de acessórios ortodônticos. Uma das vantagens destes materiais é o maior tempo para posicionamento dos braquetes⁷. O aparelho fotopolimerizador de luz halógena ainda é o mais freqüentemente utilizado clinicamente¹⁰. Quando este aparelho é acionado, emite uma luz incandescente que gera calor. O grau de polimerização do sistema adesivo está diretamente relacionado tanto ao tempo de sua fabricação quanto àquele em que ficou armazenado na dental. Além destes fatores podem ser citados os tempos de polimerização e de pós-polimerização²⁴. Caso o tempo de

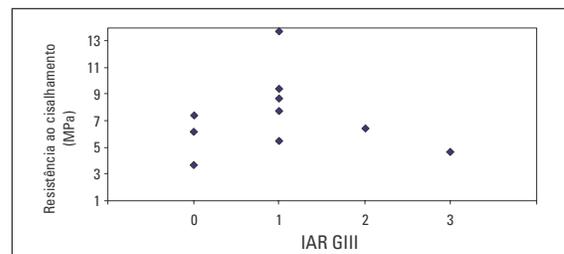
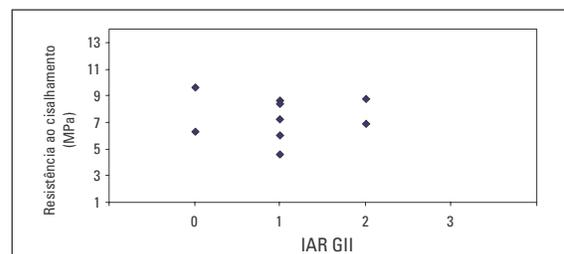
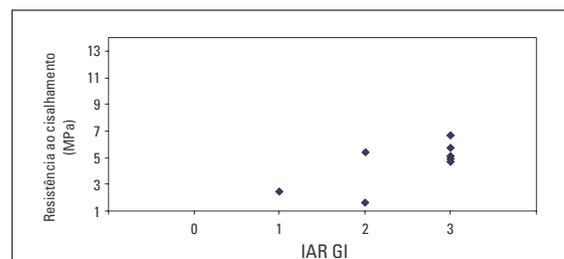


GRÁFICO 3 - Índices de Adesivo Remanescente (IAR) versus Resistência ao Cisalhamento.

polimerização seja muito prolongado, esta poderá gerar muito calor e o tecido pulpar sofrer alterações danosas. Kurachi et al.¹⁴, ao verificarem o efeito do tempo de utilização da luz halógena por 40 segundos, observaram que poderia ocorrer variação de temperatura crítica, levando a danos pulpares irreversíveis. Desta forma, neste trabalho foi utilizado o tempo de polimerização de 20 segundos, sendo 10 segundos na face mesial e 10 segundos na face distal do braquete. Este tempo foi considerado eficiente para colagem de acessórios ortodônticos²⁰.

Correr Sobrinho et al.⁷ avaliaram a resistência ao cisalhamento de braquetes após 10 minutos e 24 horas da colagem. Os valores obtidos no período de 24 horas foram maiores em relação aos de 10 minutos. De acordo com estes autores, o tempo de 24 horas é o mais freqüentemente utilizado em pesquisas que avaliam a resistência de união

de braquetes ortodônticos. Apesar desta condição experimental ser conveniente em laboratório, isto não reflete as condições clínicas ortodônticas, onde o arco é normalmente colocado após a colagem dos braquetes. Com o aparelho digital portátil, existe a possibilidade de realizar com mais facilidade estes ensaios mecânicos imediatamente após a colagem^{13,21}.

Os resultados deste estudo indicaram que o valor da resistência ao cisalhamento *in vivo* (GI=4,39MPa) foi menor que o GII (7,11MPa) e o GIII (7,35MPa). Nesta pesquisa empregou-se para os testes *in vivo* uma nova metodologia, que permitiu realizar os ensaios diretamente na boca dos pacientes. Na literatura foi encontrado que somente o trabalho de Picket et al.²¹ utilizou testes semelhantes aos deste trabalho. Estes autores encontraram 5,47MPa para o grupo com ensaios *in vivo*. Para o grupo realizado em máquina universal de ensaios mecânicos, sem termociclagem, encontraram 11,02MPa. Entretanto é preciso estabelecer qual o valor necessário para a movimentação ortodôntica, pois valores entre 2,86MPa e 7,85MPa são relatados como suficientes para que sejam executadas movimentações ortodônticas^{7,23}. Além disso, novas pesquisas com dinamômetro digital portátil devem ser realizadas, tanto *in vivo* quanto *in vitro*, para avaliar seu desempenho. Isto será importante devido ao baixo custo deste equipamento, quando comparado com as máquinas de ensaio mecânico convencionais.

Um dos aspectos que pôde ser analisado nesta pesquisa foi a influência da termociclagem na análise da resistência ao cisalhamento de braquetes colados com adesivo autocondicionante e resina fotopolimerizados com luz halógena. O teste de Tukey (Tab. 3) mostrou que o grupo termociclado (GII) e o não-termociclado (GIII) não foram diferentes, assim como nos achados de Francisconi et al.⁹ Entretanto, ao analisar a tabela 1, verificamos que o desvio-padrão do GII foi menor que o GIII, sendo este um fator importante a ser considerado.

No gráfico 2, pode-se observar que no GI o ín-

dice 3 ocorreu com maior freqüência e o índice 0 não ocorreu. O GII apresentou maior freqüência do índice 1 e o índice 3 não ocorreu. O GIII apresentou as maiores freqüências para os índices 0 e 1 e o índice 3 também não ocorreu. Verifica-se que a maior parte das falhas no grupo cujo método de ensaio utilizado foi com dinamômetro *in vivo* foi na interface adesivo/braquete. Isto poderia ser explicado porque há um estrangulamento da resina que fica entre a malha do braquete, tornando esta área mais frágil. Este tipo de fratura é freqüentemente encontrado na clínica, sendo uma ocorrência desejável, porque se a fratura ocorrer na interface esmalte/resina poderão haver danos ao esmalte¹⁹. Ao utilizar o mesmo sistema adesivo deste trabalho, Buyukyilmaz et al.⁴ também observaram maior freqüência do índice 3, tendo sido também este o achado quando foi utilizado o sistema convencional de colagem de braquetes, com ácido fosfórico a 37%. No gráfico 3 pode-se verificar que não houve relação entre os valores da resistência ao cisalhamento e o IAR.

Os achados obtidos no presente estudo indicam que muito ainda deve ser investigado a respeito de metodologias de ensaios mecânicos, principalmente para avaliação dos valores aceitáveis de resistência dos acessórios ortodônticos.

CONCLUSÕES

Os resultados permitiram concluir que:

- 1) A média dos resultados mecânicos conduzidos *in vivo* foi menor em relação aos ensaios *in vitro*.
- 2) Não houve diferenças na resistência ao cisalhamento entre os grupos *in vitro* termociclado e não-termociclado.
- 3) Não houve relação entre tensão de ruptura e tipo de falha.

In vivo and in vitro study, with or without thermocycling, of shear bond strength of brackets bonded with halogen light

Abstract

Objective: The purpose of this research was to assess the strength of metallic brackets bonded to human teeth, with lightcuring resin with halogen light, by means of mechanical tests of shear bond strength. **Methods:** In vivo tests with a portable digital dynamometer and in vitro tests with Universal testing machine were performed, with and without thermocycling, complemented by Adhesive Remaining Index (ARI). Edgewise standard brackets (Abzil) were bonded using Transbond Plus Self Etching Primer (SEP) and Transbond XT resin. Three groups of ten teeth each have been formed. In GI the brackets were bonded to second premolars in the patients' mouths. In GII and GIII the brackets were bonded to first premolars extracted for orthodontic reasons. The mechanical tests of GI were performed 24 hours after the polymerization, directly in the patients' mouths with a portable digital dynamometer. In GII the specimens were stored in distilled water and taken to sterilizer at 37°C for 24 hours and afterwards, submitted to thermocycling with 1000 cycles at 5 and 55° C. In GIII the specimens were stored in distilled water at room temperature for 24 hours, and then submitted to mechanical tests. **Results:** The average values of the shear strength in Megapascal were: GI=4.39; GII=7.11 and GIII=7.35. Pictures of the bonding areas in both in vivo and in vitro samples were taken after the tests and they were amplified 5 times to be better visualized. The images obtained were analyzed, classified according to IAR and it was verified, by means of dispersion graphs, the relation between the shear bond strength and this index. **Conclusion:** The average of the in vivo mechanical tests was statistically lower than the in vitro tests. There were no differences in the in vitro shear bond strength between the thermocycled and non-thermocycled groups. There was no relation between shearing stress and kind of failure.

Key words: Shear bond strength. Light. Universal testing machine. Thermocycling. Portable digital debonding device.

REFERÊNCIAS

- ARNOLD, R. W.; COMBE, E. C.; WARFORD, J. H. Bonding of stainless steel brackets to enamel with a new self-etching primer. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, St. Louis, v. 122, no. 3, p. 122-274, Sept. 2002.
- BARGHI, N.; BERRY, T.; MATTON, C. Evaluating intensity output of curing lights in private dental offices. *J. Am. Dent. Assoc.*, Chicago, v. 25, no. 7, p. 992-996, July 1994.
- BRISO, A. L. et al. Avaliação da intensidade luminosa produzida por unidades fotopolimerizadoras e grau de satisfação dos profissionais em empregá-las. *J. Bras. Dent. Estet.*, Curitiba, v. 2, n. 7, p. 212-216, jul./set. 2003.
- BUYUKYILMAZ, T.; USUMEZ, S.; KARAMAN, A. I. Effect of self-etching primers on bond strength: are they reliable? *Angle Orthod.*, Appleton, v. 73, no. 1, p. 64-70, Feb. 2003.
- CAL-NETO, J. P.; MIGUEL, J. A. M.; ZANELLA, E. Effect of a self-etching primer on shear bond strength of adhesive precoated brackets in vivo. *Angle Orthod.*, Appleton, v. 76, no. 1, p. 127-131, Jan. 2006.
- CAMPISTA, C.; CHEVITARESE, O. V. Comparação de três sistemas adesivos dentários quanto à resistência ao cisalhamento da colagem em pré-molares. *J. Bras. Ortodon. Ortop. Facial*, Curitiba, v. 8, n. 43, p. 59-66, jan./fev. 2003.
- CORRER SOBRINHO, L. et al. Influência do tempo pós-fixação na resistência ao cisalhamento de braquetes colados com diferentes materiais. *Pesqui. Odontol. Bras.* São Paulo, v. 16, n. 1, p. 43-49, jan./mar. 2002.
- DOMINGUEZ, G. C. et al. Self-etching primer: resistência confiável na colagem de acessórios ortodônticos? Estudo clínico. *Rev. Ortodon. SPO*, São Paulo, v. 38, n. 1, p. 10-15, jan./mar. 2005.
- FRANCISCONI, P. A. S. et al. Influência da termociclagem na análise da resistência ao cisalhamento do cimento de ionômero de vidro (Fuji Ortho LC) e da resina composta (Concise Ortodôntico) utilizados na colagem de braquetes ortodônticos. *Rev. FOB.*, Bauru, v. 8, n. 3/4, p. 9-14, jul./dez. 2000.
- FRANCO, E. B.; LOPES, L.G. Conceitos atuais na polimerização de sistemas restauradores resinosos. *Biodonto*, Bauru, v. 1, n. 2, p. 8-61, mar./abr. 2003.
- GARCIA, F. C. P. et al. Testes mecânicos para avaliação laboratorial da união resina/dentina. *Rev. Fac. Odontol. Bauru*, Bauru, v. 10, n. 3, p. 118-127, 2002.
- GALE, M. S.; DARVELL, B. W. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *J. Dent.*, Bristol, v. 27, no. 2, p. 89-99, Feb. 1999.

13. HUBERT, E. A. R. B. et al. Desenvolvimento de instrumental apropriado para medir a força de descolagem de braquetes ortodônticos, *in vivo*. **J. Brás. Ortodon. Ortop. Facial**, Curitiba, v. 6, n. 33, p. 227-233, mai./jun. 2001.
14. KURACHI, C. et al. Human teeth exposed to argon laser irradiation: determination of power-time-temperature working conditions. **J. Clin. Laser Med. Surg.**, New York, v. 17, no. 6, p. 255-259, Dec. 1999.
15. KUSY, R. P. Commentary on Dr. Wiltshires's article: when is stronger better? **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, St. Louis, v. 106, no. 2, p. 17A, Aug. 1994.
16. MIYAZAKI, M.; SATO, M.; ONOSE, H. Durability of enamel bond strength of simplified bonding systems. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 25, no. 2, p. 75-80, Mar./Apr. 2000.
17. O'BRIEN, K. D. et al. A visible light activated direct-bonding material: an *in vivo* comparative study. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, St. Louis, v. 95, n. 4, p. 348-351, Apr. 1989.
18. OLIVEIRA, W. J.; SILVA JÚNIOR, A. L.; GUIMARÃES, F. M. Avaliação da resistência adesiva de braquetes em esmalte utilizando adesivos autocondicionantes. **Rev. Clin. Ortodon. Dental Press**, Maringá, v. 4, n.1, p. 84-92, fev./mar. 2005.
19. PENIDO, S. M. M. O. et al. Avaliação da resistência ao cisalhamento de braquetes reciclados e novos recolados. **Rev. Dental Press Ortodon. Ortop. Facial**, Maringá, v. 3, n. 6, p. 45-51, nov./dez. 1998.
20. PENIDO, S. M. M. O. et al. Efeito de diferentes tempos de polimerização na resistência ao cisalhamento de adesivo ortodôntico. In: ENCONTRO DO GRUPO BRASILEIRO DE PROFESSORES DE ORTODONTIA E ODONTOPEDIATRIA, 15., 2005, Santos. **Livro Anual ...** Santos: Type Artes Gráficas, 2005. p. 92-97.
21. PICKETT, K. L. et al. Orthodontic "in vivo" bond strength: comparison with "in vitro" results. **Angle Orthod.**, Appleton, v. 71, no. 2, p. 141-148, Apr. 2001.
22. RETIEF, D. H. Standardizing laboratory adhesion tests. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 4, no. 5, p. 231-236, Oct. 1991.
23. REYNOLDS, I. R. A review of direct orthodontic bonding. **Br. J. Orthod.**, Oxford, v. 2, no. 3, p. 171-178, 1975.
24. SANTOS, L. A. et al. Microdureza de resina composta: efeito de aparelhos e tempos de polimerização em diferentes profundidades. **Pesq. Odontol. Brás.**, São Paulo, v. 14, no. 1, p. 65-70, jan./mar. 2000.
25. SEIXAS, M. M. D. **Estudo de propriedades físicas de materiais adesivos ortodônticos**. 2005. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Materiais)-Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2005.

Endereço para correspondência

Sérgio Milton Martins de Oliveira Penido
Pça. Dr. Augusto Gonçalves, 146/605 Centro
CEP: 35.680-054 - Itaúna/MG
E-mail: sopenido@uai.com.br