

Resistência ao cisalhamento de braquetes ortodônticos empregados nas técnicas de colagem direta e indireta

Shear bond resistance of orthodontic brackets in direct and indirect bonding

Zelandia Deps Cardoso Ataide¹, Wania de Lucca Cardoso¹, Carollyne Mota Tiago^{1,2}, Paulo Roberto Aranha Nouer¹

¹ Faculdade de Odontologia São Leopoldo Mandic, Campinas-SP, Brazil

² Faculdade de Ciências do Tocantins- FACIT-TO, Araguaína-TO, Brazil

Resumo

Objetivo: Este estudo teve como objetivo avaliar a resistência ao cisalhamento de braquetes, colados direta e indiretamente com dois compósitos fotopolimerizáveis em pré-molares humanos. **Material e Métodos:** Foram utilizados 78 braquetes, colados na superfície vestibular de dentes pré-molares. Para a colagem, os corpos-de-prova foram divididos em 3 grupos. No Grupo 1, os braquetes foram colados diretamente ao dente com Transbond XT (3M-ESPE); no Grupo 2, foi realizada colagem indireta com Transbond XT (3M-ESPE) e no grupo 3, os braquetes foram colados com Therma-Cure (Reliance Orthodontic). Em seguida, todos os espécimes foram armazenados em água destilada a 37° C por 24 horas e submetidos a 500 ciclos térmicos de 5° C a 55° C. Depois, foram realizados os testes de resistência ao cisalhamento em máquina Universal de ensaios (EMIC) a velocidade de 1 mm/min. **Resultados:** Os valores de resistência obtidos foram: para a colagem direta com Transbond XT (8,43± 2,68MPa) e, para a colagem indireta, Transbond XT (7,61± 2,45MPa) e Therma-Cure (7,67± 2,39MPa). Os resultados foram submetidos à Análise de Variância e teste Tukey (5%) e mostraram que não ocorreu nenhuma diferença estatística significativa (p=0.43) de resistência ao cisalhamento entre as três técnicas de colagem. **Conclusão:** O ARI confirmou a predominância do escore 1, ou seja, menos da metade do adesivo remanescente no esmalte dentário nas três técnicas de colagem.

Palavras-chave: Colagem dentária; resistência ao cisalhamento; braquetes ortodônticos.

Abstract

Objective: This study aimed to evaluate the shear bond strength of brackets bonded in human pre-molars using two composite resins (direct and indirect bonding). **Material and Methods:** Seventy-eight brackets were bonded into the buccal surface of human pre-molars. The specimens were divided into 3 groups. In Group 1, the brackets were bonded directly to the tooth with Transbond XT (3M-ESPE); in Group 2, indirect bonding with Transbond XT(3M-ESPE), and in Group 3, the brackets were bonded with Therma-Cure(Reliance Orthodontic). Then, all specimens were stored in distilled water at 37° C for 24 hours and subjected to 500 thermal cycles 5°C to 55°C. Then, the shear bond strength tests were carried out on a Universal Testing Machine (EMIC) at the speed of 1mm/min. The values obtained were as follows: direct bonding with Transbond XT ($8.43 \pm 2,68$ MPa) and indirect bonding Transbond XT ($7.61 \pm 2,45$ MPa) and Therma-Cure ($7,67 \pm 2,39$ MPa). **Results:** The results were submitted to ANOVA and Tukey test (5%) and showed that there were no statistically significant difference ($p=0.43$) in shear bond strength among the three bonding techniques. **Conclusion:** The ARI confirmed the predominance of score 1, that is, less than half of the remaining adhesive on the enamel in three bonding techniques.

Keywords: Dental bonding, shear bond strength; orthodontic brackets.

1 INTRODUÇÃO

A colagem direta de braquetes passou a ser a técnica de colagem mais utilizada pelos Ortodontistas, até que Silverman et al. ¹ (1972) apresentaram um novo método para colagem de acessórios descrevendo uma técnica até então nunca utilizada. Os braquetes eram posicionados em um modelo de trabalho coberto com um material plástico e levados à boca de uma só vez. Desta forma, realizaram o primeiro artigo sobre a colagem indireta.

A busca pela precisão de colagem fez com que profissionais e pesquisadores passassem a utilizar a técnica indireta, relatando acréscimo

de qualidade, eficiência no planejamento mecânico e contribuindo na obtenção de excelentes montagens e finalização dos casos ². O aumento do tempo da fase laboratorial é compensado pelo correto posicionamento dos acessórios, eliminando erros, permitindo ao clínico fazer ajustes secundários ao longo do tratamento possibilitando um acabamento detalhado da oclusão ³.

Hocevar & Vincent ⁴ (1988) no estudo que fizeram comparando as duas técnicas com a utilização de resina ativada quimicamente, concluíram que a colagem indireta se mostrou tão forte e eficiente quanto à colagem direta, com a vantagem adicional de deixar menos resina na superfície do esmalte no momento de remoção dos

braquetes.

Os sistemas de colagem indireta ou direta não pretendem resolver todos os problemas de posicionamento de braquetes e não impedirão a ocorrência de eventuais quebras e recolagens. A finalidade de se avaliar a resistência ao cisalhamento entre as técnicas é esclarecer ao profissional a melhor relação carga/qualidade de descolagem para sua realização em clínica, objetivando uma boa finalização do tratamento ⁵.

Dentro deste contexto desenvolveu-se uma pesquisa com o intuito de comparar *in vitro* a resistência ao cisalhamento de colagem direta e indireta de braquetes ortodônticos com a utilização das resinas foto e termo-ativadas.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado após a aprovação do C. E. P. da C. P. O. São Leopoldo Mandic, que obedeceu a resolução 196/96 do Ministério da Saúde e consentimento livre e esclarecido, devidamente assinado pelos doadores do material. Foram utilizados 78 pré-molares (primeiros e segundos superiores e inferiores direito e esquerdo) recém-extraídos com finalidade ortodôntica, coroas intactas, sem endodontia, com ausência de aplicações de agentes químicos, cáries, descalcificações, fraturas. Após as exodontias, os dentes foram limpos com o auxílio de cureta periodontal (Duflex, Juiz de Fora, Brasil) armazenados em recipientes plásticos contendo solução de soro fisiológico a 0,9% renovado semanalmente e sob refrigeração à temperatura aproximada de 4°C por até 6 meses antes de sua utilização, segundo o protocolo utilizado por Tavares ⁶ (2002).

A face vestibular dos 78 dentes foi submetida à profilaxia com pasta de pedra pomes e água, com auxílio de taça de borracha tipo Ro-

binson, montada em contra-ângulo com baixa velocidade de rotação por 20 segundos, que trocada por outra nova a cada cinco dentes, promovendo uma padronização na ação mecânica de profilaxia em todos os dentes. Em seguida, os dentes foram lavados em água corrente por 10 segundos e secos com leves jatos de ar comprimido, livre de óleo, por 20 segundos ⁷. A amostra foi então dividida em três grupos de 26 dentes: No primeiro grupo, denominado de Colagem direta com Transbond XT (CD XT), o esmalte dos dentes foi condicionado com gel de ácido fosfórico a 37% por 20 segundos, somente no local da colocação do braquete, no centro da coroa na face vestibular do dente, e decorrido o tempo de condicionamento, o esmalte foi lavado indiretamente, em água corrente por 30 segundos e seco, por mais 20 segundos, com leves jatos de ar comprimido isento de óleo. Em seguida, foi aplicado *primer* Transbond XT (3M Unitek, Monrovia, Califórnia, EUA) e colocação dos braquetes pela técnica de colagem direta com compósito Transbond XT.

No segundo grupo, Colagem Indireta com Transbond XT (CI XT), o preparo superficial do esmalte foi realizado como no grupo anterior. Em seguida foi feita a transferência dos braquetes pela técnica de colagem indireta com o uso da resina Transbond XT.

No terceiro grupo, denominado de Colagem Indireta com Therma-Cure (CI TC), o preparo superficial do esmalte foi idêntico aos grupos anteriores. Depois, foi feita a transferência dos braquetes pela técnica de colagem indireta usando uma resina Termoativada Therma-Cure (Reliance Orthodontic Products Inc, Itasca, IL, EUA).

Foram utilizados 78 braquetes metálicos Edgewise .022" x .030" Discovery (Dentaurum, Ispringen, Alemanha) para pré-molares,

com malha na base Ref. 790-118-00. Lote 397513. Os métodos aplicados foram comparativos, com todos os procedimentos referentes ao preparo da amostra seguindo o protocolo estabelecido pela International Organization for Standardization, na especificação TR 11405⁸. Para os testes de cisalhamento, os dentes foram limpos em água corrente e secos usando seringa tríplice.

A seguir, em uma caixa de madeira medindo 5 cm de largura por 30 cm de comprimento e por 3 cm de altura foi vertida cera utilidade liquefeita (Wilson). Após, a coroa e parte da raiz de cada dente foi introduzida na cera plastificada até atingir a profundidade desejada.

O dente foi então colocado com a face vestibular perpendicular ao fundo da caixa de madeira, nessa posição o restante da raiz ficou centralizada em um tubo de PVC (Tigre), com 20 mm de diâmetro interno por 25 mm de altura, isolado internamente com vaselina sólida (Rioquímica). Após este procedimento, foi vertida no interior do cilindro a mistura monômero polímero de resina acrílica quimicamente ativada incolor (Jet Clássico) na fase arenosa com o uso de vibração e da espátula Lecron para se remover os excessos. Após 30 minutos, os cilindros foram removidos da caixa e as coroas devidamente limpas. (Figura 1)

Após a confecção dos corpos de prova, foi realizada na face vestibular profilaxia com pedra pomes (S.S. White) e água, com taça de borracha tipo Robinson (KG Sorensen), montada em contra-ângulo de baixa velocidade de rotação por 20s, sendo feita a lavagem e secagem com seringa tríplice (Dabi Atlante). Foram utilizados para a colagem direta os braquetes Edgewise .022" X .030" Discovery (Dentaurum, Ispringen, Alemanha).

Inicialmente, no centro da face vestibular dos dentes foi aplicado o ácido fosfórico a 37% (3M ESPE, Brasil) por 20s. Os dentes foram

lavados com água e ar comprimido abundantemente por 30s e secos. No procedimento para a fixação com compósito ortodôntico foto ativável (Transbond XT), aplicou-se o primer adesivo com o auxílio de um aplicador KG brush descartável, sobre a face condicionada, sendo realizada a colocação de pequena quantidade de resina sobre a base do braquete com a própria seringa e com ligeira compressão. Em seguida, o braquete foi posicionado no centro da face vestibular dos dentes dos corpos de prova com o auxílio de pinça de apreensão para colagem com pressão suficiente para promover o escoamento do excesso de resina, facilitando assim sua remoção com sonda exploradora. A fotoativação foi realizada por 40 segundos, 10 segundos em cada lado, com aparelho fotopolimerizador Curing Light 2500 (3M do Brasil) com 640 mw/cm² de intensidade de luz aferidos com radiômetro (Demetron, USA) (Figura 2).



Figura 1: Corpos-de-prova preparados

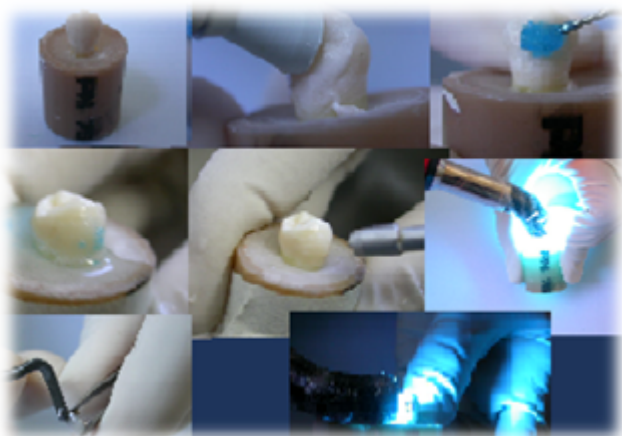


Figura 2: Sequência de preparo do dente para a colagem direta

Para a Colagem Indireta com Transbond XT e com Therma-Cure, os procedimentos empregados foram descritos por Nouer et al.⁹ (2003) (Figura 3).



Figura 3 - Sequência de preparo do dente para a colagem indireta

Todas as colagens foram realizadas em sala com controle de umidade (50%) e temperatura (23°) para padronização dos fatores que poderiam interferir nos resultados.

Após a colagem, os dentes foram ar-

mazenados em água destilada, levados à estufa com temperatura de 37°C por 24 horas e submetidos à ciclagem térmica, por 500 ciclos térmicos em um tempo de 30 segundos em cada banho de 5° e 55°C respectivamente ¹⁰.

O teste de cisalhamento foi feito em máquina de ensaio EMIC DL 2000 (São José dos Pinhais, PR) regulada para uma velocidade de tração de 1 mm/min (Figura 4) realizado paralelo ao dente, imprimindo esforço de cisalhamento na interface dente-braquete, simulando o que ocorre normalmente na boca, durante os esforços mecânicos para o movimento dentário. Os resultados obtidos em Kgf na máquina de ensaio foram então convertidos em MPa por meio da fórmula $R=F / A$ e os valores encaminhados para análise estatística.

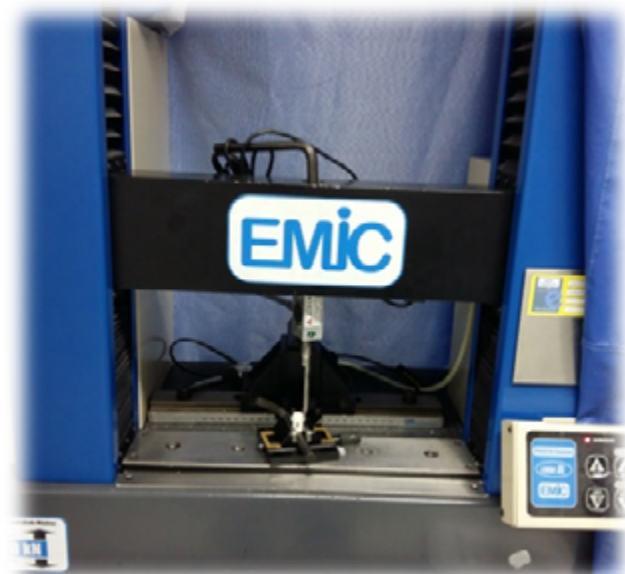


Figura 4: Máquina de ensaios universal Emic DL2000.

Imediatamente após os ensaios de cisalhamento, os dentes foram examinados com o auxílio de uma lupa estereoscópica, para observação dos tipos de fratura ocorridas ¹¹.

RESULTADOS

A análise descritiva dos dados do presente estudo foi obtida com o emprego do sof-

tware ASSISTAT Versão 7.7 (2015). Os valores de média, variância e desvio-padrão estão dispostos na tabela 1.

Tabela 1 -Tipo de colagem, média (MPa), variância e desvio-padrão.

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância	Desvio-padrão
CD XT	26	219,12	8,427692	7,210682	±2,685
CI XT	26	197,88	7,610769	6,002287	±2,450
CI TC	26	199,46	7,671538	5,742166	±2,396

Os resultados (Tabela 2) dos testes de resistência ao cisalhamento foram submetidos à análise de variância (ANOVA) para verificação da normalidade da amostra e, para avaliar a diferença entre as médias dos diferentes grupos, foi

realizado teste de Tukey ($p < 0,05$). A análise deste quadro mostra que a variável grupo não influenciou significativamente ($p = 0,43$) na resistência ao cisalhamento dos corpos-de-prova.

Tabela 2 - ANOVA

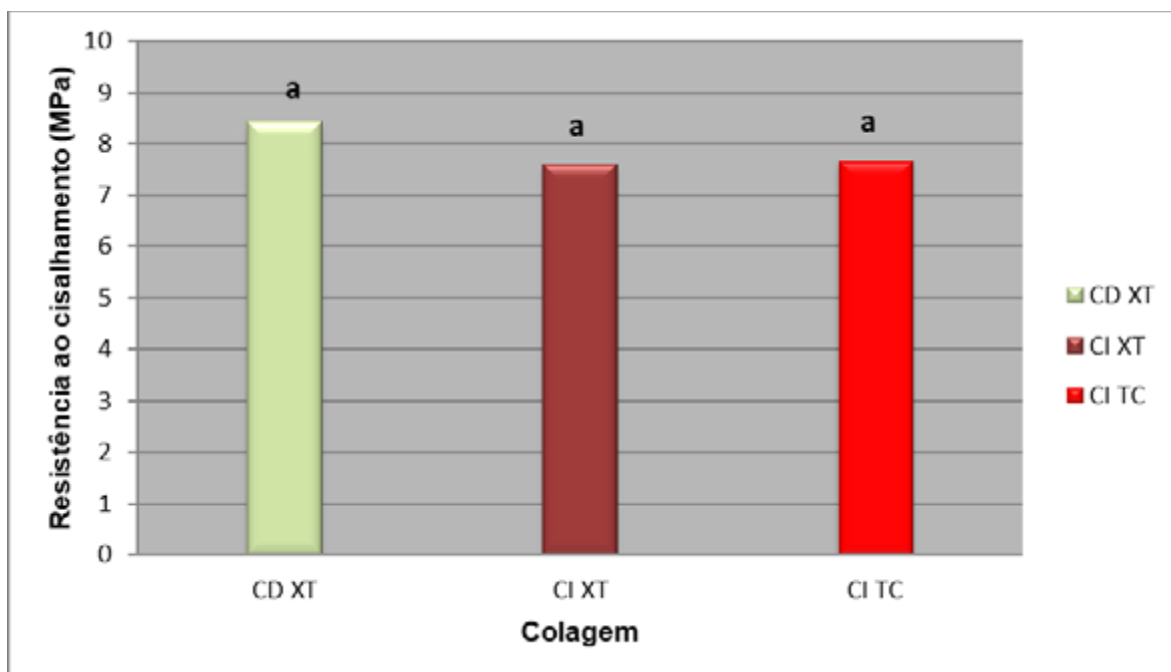
Fonte da variação	SQ	GL	MQ	F	valor-p	F-crítico
Entre grupos	10,77115	2	5,385574	0,852367	0,430493	3,118642
Dentro dos grupos	473,8784	75	6,318378		ns	
Total	484,6495	77				

Legenda: ns não significativo ($p > 0,05$).

As médias de resistência ao cisalhamento, em MPA, dos diversos grupos, e o teste de Tukey (5%) estão apresentadas no gráfico 1, onde

evidentemente não houve diferença significativa entre os três tipos de colagem.

Gráfico 1 - Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si.



Legenda: Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Na tabela 3, comparou-se a colagem direta com Transbond XT e a colagem indireta realizada com o mesmo material de colagem e não se

encontrou diferença entre as técnicas de colagem (P=0,129).

Tabela 3 - Teste-t Colagem Direta (Transbond XT) e Indireta (Transbond XT).

	CD XT	CI XT
Média	8,428	7,611
Variância	7,211	6,002
Observações	26	26
Variância agrupada	6,606	
Hipótese da dif. de média	0,000	
Gl	50,000	
Stat t	1,146	
P(T<=t) uni-caudal	0,129	
t crítico uni-caudal	1,676	
P(T<=t) bi-caudal	0,257	
t crítico bi-caudal	2,009	

Na tabela 4, na qual se avaliou a técnica de colagem indireta com o Transbond XT e o Therma-Cure, também não se observou diferen-

ça ($p=0,464$). O teste de normalidade dos dados Shapiro-Wilk (tabela 5), não apresentou diferença estatística significativa ($p>.05$).

Tabela 4 - Teste-t Colagem Indireta (Transbond XT) e Indireta (Therma-Cure).

	CI XT	CI TC
Média	7,611	7,672
Variância	6,002	5,742
Observações	26	26
Variância agrupada	5,872	
Hipótese da dif. de média	0,00	
Gl	50,000	
Stat t	-0,090	
P(T<=t) uni-caudal	0,464	
t crítico uni-caudal	1,676	
P(T<=t) bi-caudal	0,928	
t crítico bi-caudal	2,009	

Tabela 5 - Normalidade dos dados (alfa = 5%).

Teste (Estatística)	Valor	p-valor	Normal
Shapiro-Wilk (W)	0.98511	0.49924	Sim

Em relação ao índice remanescente do adesivo (ARI), que se avaliou com lupa este-reoscópica na interface braquete/resina/esmalte, após o cisalhamento dos corpos-de-prova, no presente estudo, foi adotado o índice proposto por Årtun e Bergland¹¹ (1984), sendo: Escore 0, quando não há resina remanescente no esmalte. Escore 1, quando há menos da metade da resina no dente. Escore 2, mais da metade da resina ficou no esmalte. Escore 3, quando toda a resina ficou no esmalte dentário.

Pode-se notar que a frequência em valores absolutos, nos três tipos de colagem, é predominante o escore 1, ou seja, em 32 dos 78 braquetes (em quase 42% do total) apresentaram algum remanescente de resina na superfície dentária (quadro1). O escore 0, que seria o tipo de fratura ideal apareceu em distribuição homogênea nos três tipos de colagem e, como o menor escore, o escore 3 apresentou a menor frequência nos três tipos de colagem.

Quadro 1 - Frequência em valores absolutos do Índice de Adesivo Remanescente (ARI)

ARI	0	1	2	3
CD CT	6	10	5	5
CI XT	7	11	6	2
CI TC	5	11	8	2
Total	18	32	19	9

DISCUSSÃO

A comparação entre as técnicas direta e indireta empregando-se Transbond XT e a resina termo-ativada Therma-Cure foi escolhida por apresentar pouca literatura relacionada. Neste estudo, utilizou-se o Transbond XT, adesivo com propriedades mecânicas bem estudadas, o “padrão ouro” da Odontologia que tem sido utilizado como padrão de referência em vários estudos^{12,13}.

O uso da CQBS na confecção do casquete de transferência, que foi considerada biologicamente segura, precisa quanto ao posicionamento dos braquetes, barata e de fácil manipulação na técnica de colagem indireta¹⁴. Apesar de outros materiais já terem sido utilizados para confecção das moldeiras de transferência, a CQBS mostrou ser bastante interessante, por tornar a fase laboratorial mais simples, com baixo custo, e com precisão na transferência.

A mensuração das forças de cisalhamento forneceu os dados que avaliaram com bastante precisão a colagem direta com Transbond XT ($8,43 \pm 2,68$), a colagem indireta também com Transbond XT ($7,61 \pm 2,45$) e a colagem indireta com Therma-Cure ($7,67 \pm 2,39$). Os resultados mostraram-se bastante favoráveis em relação às resinas empregadas nas técnicas de colagem, que não apresentaram performances significati-

vamente diferentes entre si. No presente estudo, os valores de cisalhamento, se comparados aos valores de outros estudos, estão semelhantes aos valores observados em outros estudos^{10,12,15-17}.

Os valores de cisalhamento do presente estudo, quando comparados com os valores obtidos por Correr Sobrinho⁷ et al. (2002b), que obteve 7,33 MPa colando braquetes Dentaurem por colagem direta com Transbond XT, são ligeiramente maiores, sem diferença significativa, mas todos acima dos valores mínimos de 6 a 8 MPa preconizados por Reynolds¹⁹ (1975). Os resultados desta pesquisa corroboram com os dados de Hocevar e Vincent⁴ (1988) e de Koo et al.²⁰ (1999), que verificaram que as técnicas direta e indireta não diferem entre si.

CONCLUSÃO

Dentro dos limites deste trabalho, é lícito afirmar que:

- no ensaio de resistência ao cisalhamento, as técnicas de colagem direta e indireta, empregando os materiais Transbond XT e Therma-Cure, não apresentaram valores significativamente diferentes, mas acima dos limites considerados aceitáveis encontrados na literatura (6,0-8,0 MPa);
- nos testes de resistência ao cisa-

lhamento houve predominância de fraturas com escore do tipo 1 nas colagens direta e

indireta, empregando-se Transbond XT e Therma-Cure.

REFERÊNCIAS

1. Silverman E, Cohen M, Gianelly AA, Dietz VS. A universal direct bonding system for both metal and plastic brackets. *Am J Orthod.* 1972;62(3):236-44.
2. Gandini Júnior LG, Gandini MRS, Barreto GM, Barreto CS. Colagem indireta de braquetes: um artifício para melhorar o posicionamento dos acessórios e delegar funções em sua clínica. *Rev Dent Press Ortodon Ortopedi Facial.* 2002;7(3):79-84.
3. Hoffmann BD. Indirect bonding with a diagnostic setup. *J Clin Orthod.* 1988;22(8):509-11.
4. Hocevar RA, Vincent HF. Indirect versus direct bonding: bond strength and failure location. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1988;94(5):367-71.
5. Battaglini RLS, Benvenga MN. Estudo comparativo entre as técnicas de colagem de "brackets" direta e indireta em ortodontia. *Odontologia USF.* 1993;11(1):51-75.
6. Tavares AS. Estudo In vitro da resistência ao cisalhamento de braquetes reciclados e novos [tese]. Piracicaba: Universidade Estadual de Campinas; 2002.
7. Correr Sobrinho L, Correr GM, Consani S, Sinhoreti MAC, Consani RLX. Influência do tempo pós-fixação na resistência ao cisalhamento de braquetes colados com diferentes materiais. *Pesqui Odontol Bras.* 2002b;16(1):43-9.
8. International Organization for Standardization. Guidance on testing of adhesion to tooth structure. ISO/TC106/SC 1 N236, Resolution 6 1. CD TR 11405, trieste, October, 1994.
9. Nouer PRA, Nouer DF, Garbui IU. Colagem indireta de braquetes: uma proposta simplificada. *Rev. Assoc Paul Espec Ortod Ortop Facial.* 2003;1(1):29-33.
10. Bishara SE, Lafoon JF, Warren JJ. Effect of a self-etch primer/adhesive on the shear bond strength of orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001;119(6):621-4.
11. Årtun J, Bergland S. Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid-etch enamel pretreatment. *Am J Orthod.* 1984; 85:333-40.
12. Souza CS, Francisconi PAS, Araújo PA. Resistências de união de cinco cimentos utilizados em ortodontia. *Rev FOB.* 1999;7(1-2):15-21.
13. Bishara SE, Ajlouni R, Laffoon JF, Warren JJ. Effect of a fluoride-releasing self-etch acidic primer on the shear bond strength of orthodontic brackets. *Angle Orthod.* 2002;72(3):199-202.
14. Mello CBS, Nouer PRA, Beltrami LER, Freitas CA, Martins DR. Braquetes com sulcos retentivos na base, colados clinicamente e removidos por testes de tração, cisalhamento e torção. *Ortodontia.* 1996;29(2):27-39.
15. Beltrami LER, Freitas CA, Martins DR. Braquetes com sulcos retentivos na base, colados clinicamente e removidos por testes de tração, cisalhamento e torção. *Ortodontia.* 1996;29(2):27-39.
16. Correr Sobrinho L, Consani S, Sinhoreti MAC, Correr GM, Consani RLX. Avaliação da resistência ao cisalhamento na colagem de braquetes, utilizando diferentes materiais. *Rev ABO.* 2002a;9(2):157-62.
17. Grandhi RK, Combe EC, Speidel TM. Shear bond strength of stainless steel orthodontic brackets with a moisture-insensitive primer. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001;119(3):251-5.
18. Guan G, Asai Y, Matasa CG, Hattori T, Mitani S. Resistência da colagem em relação a interface esmalte-adesivo. *Rev Dent Press Ortodon Ortopedi Facial.* 1998;3(3):93-9
19. Reynolds IR. A review of direct orthodontic bonding. *Br J Orthod.* 1975 ;2(3):171-8.
20. Koo CB, Chung CH, Vanarsdall RL. Comparison of accuracy of bracket placement between direct and indirect bonding techniques. *Am J Orthod.* 1999;116(3):346-51.