

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA - MESTRADO
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: CLÍNICA INTEGRADA**

MARCIA CRISTINA RASTELLI

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO DE BRAQUETES
COLADOS COM RESINAS ORTODÔNTICAS FLUORETADAS**

**PONTA GROSSA
2006**

MARCIA CRISTINA RASTELLI

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO DE BRAQUETES
COLADOS COM RESINAS ORTODÔNTICAS FLUORETADAS**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Odontologia na Universidade Estadual de Ponta Grossa, Área de Concentração - Clínica Integrada.

Orientador: Prof. Dr. Ulisses Coelho

**PONTA GROSSA
2006**

R229a Rastelli, Marcia Cristina
Avaliação da resistência ao cisalhamento de braquetes colados com resinas ortodônticas fluoretadas / Márcia Cristina Rastelli. Ponta Grossa, 2006.

125 f.; il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, curso de Mestrado em Odontologia – área de concentração em Clínica Integrada

Orientador Prof. Dr. Ulisses Coelho

1-Braquetes-cisalhamento. 2-Resina ortodôntica. 3-Resina com flúor. IT.

CDD: 617.695

MARCIA CRISTINA RASTELLI

AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO DE BRAQUETES COLADOS
COM RESINAS ORTODÔNTICAS FLUORETADAS

Dissertação apresentada para obtenção do título de mestre na Universidade Estadual de Ponta Grossa, no Curso de Mestrado em Odontologia - Área de Concentração em Clínica Integrada.

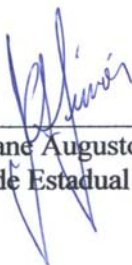
Ponta Grossa, 22 de fevereiro de 2006.



Prof. Dr. Ulisses Coelho
Universidade Estadual de Ponta Grossa



Prof. Dr. Hiroshi Maruo
Pontifícia Universidade Católica do Paraná



Prof. Dr. Joane Augusto de Souza Júnior
Universidade Estadual de Ponta Grossa

DEDICATÓRIAS

Aos meus pais Milton e Nelza

Obrigada pelo amor e dedicação que sempre demonstraram, pelos exemplos de vida, pelo auxílio nos cuidados com o Felipe, por me ensinarem a lutar pelos meus objetivos. Esta vitória dedico a vocês. Amo vocês.

Ao meu filho Felipe

Desde o seu nascimento, minha vida mudou completamente, mas foi para melhor. Você é um presente de Deus, muito precioso e amado. Obrigada pelo amor, pelo carinho, pela descontração, pelos conselhos, pelas brincadeiras. Você é maravilhoso! Quero compartilhar com você, esta vitória.

Aos meus irmãos Márcio, Alessandra e Milton Jr, pelo constante apoio e incentivo em todas as minhas realizações, e pela amizade que nos une. Amo vocês!

Aos meus queridos sobrinhos Pedro e Giovana, pela alegria que me proporcionam. Amo vocês!

A todos vocês, dedico este trabalho.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

A Deus

Não tenho palavras para expressar quão grande é minha gratidão por tudo que tens me proporcionado, pela minha vida e por mais esta vitória alcançada. Nesta caminhada, dependo inteiramente de Ti, pois não sou nada sem o Senhor, meu Deus. Em cada minuto da minha vida, é o Senhor que me alegra e dá forças para suportar os momentos difíceis da vida. Por isso, te agradeço por tudo!

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Ao Prof. Dr. Ulisses Coelho, meu orientador, agradeço pelos conhecimentos transmitidos, dedicação, orientação, compreensão e amizade, durante este período da minha formação profissional. Agradeço pelas horas gastas na leitura deste e de outros trabalhos. Agradeço pela forma e atenção com que sempre me recebeu e por confiar no meu trabalho. Além disso, tenho certeza de que você é um dos grandes responsáveis pela minha formação como Mestre e agradeço por todas as oportunidades que você me proporcionou e ainda por tudo que aprendi com você. A você professor, orientador, a quem tive a valiosa e grande oportunidade de conhecer, expresso toda a minha admiração e respeito.

AGRADECIMENTOS

Aos colegas de turma, José Davi, Carolina, Patrícia, Marissol, Rafael, Laufer, Priscila, João Luís, Juliana, Veridiana, Sandra, Ricardo e Fernanda pela convivência, amizade e trocas de conhecimentos e experiências.

À Morgana das Graças Procz dos Santos e ao Celso Bilynkievycz dos Santos pela amizade, pelo convívio e pelo imensurável auxílio que prestaram, sempre com um sorriso nos lábios e boa vontade.

Aos Professores do Curso de Mestrado pela atenção, amizade, orientação e incentivo.

Ao Prof. Dr. João Carlos Gomes e à Prof^a. Dr^a. Osnara Maria Mongruel Gomes pela sua conduta, atenção, dedicação, orientação e pelos valiosos conhecimentos transmitidos. Tenham certeza de que foram responsáveis pela minha formação como Mestre. Não posso deixar de agradecer pela presença, e valorosa contribuição da Prof^a. Dr^a. Osnara no exame de qualificação.

À Prof^a. Dr^a. Gislaine Czulniak pelo carinho, atenção, amizade e constante incentivo na minha formação, desde a graduação. A sua maneira de ensinar é que sempre me motivaram a aprender mais e mais, obrigada por tudo que tão bem ensinou. Muito obrigada, minha amiga.

Ao Prof. Luís Roberto Regattieri, incansável, sempre mostrou e ensinou tudo o

que sabia, é uma motivação e tanto, ser aluna deste tão precioso amigo. Obrigada por tudo que tão bem ensinou e pela sua amizade.

Ao Prof. Dr. Joane Augusto de Souza Júnior pela atenção que dedicou ao nosso trabalho, pela amizade, pela brilhante participação na banca da qualificação, pelo incentivo e pelos conhecimentos transmitidos.

Ao Prof. Dr. Romeu Magnani, pela realização da análise estatística, pela sua atenção e pelas sugestões apresentadas neste trabalho.

Ao Prof. Dr. Luís Geraldo Vaz, do Departamento de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, pela sua colaboração, dedicação, orientação e atenção com que me recebeu no laboratório.

À Mara, Marilei e Marilda pela amizade, atenção e boa vontade com que sempre me atenderam no consultório.

Aos pacientes do Curso de Especialização em Ortodontia e Ortopedia Facial da Escola de Aperfeiçoamento Profissional da Associação Brasileira de Odontologia de Ponta Grossa – PR, pela doação dos dentes, sem os quais não seria possível a realização desta pesquisa.

À Prof^a. Dr^a. Denise Wambier pela atenção que dedicou, amizade, incentivo e por transmitir seus valiosos conhecimentos.

Às bibliotecárias: Ângela Maria de Oliveira e Ivani da Silva pela atenção, disposição e carinho com que sempre me atenderam.

À bibliotecária Vera Lúcia Brega da Silva pela atenção, disposição, carinho com que sempre me atendeu, e pela revisão das referências deste trabalho.

À Universidade Estadual de Ponta Grossa, representada pelo Pró-reitor de Pós-Graduação Altair Justino e pelo Magnífico Reitor Paulo Roberto Godoy.

Ao Departamento de Odontologia e ao Setor de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Estadual de Ponta Grossa pela oportunidade de realizar o Curso de Mestrado em Odontologia.

Às funcionárias Alice Mikalina Popoatzki, Iracema de Oliveira Mello, Sueli do Rocio Dias Gonçalves, Cida e Valacir muito obrigada pela amizade, atenção e simpatia com que sempre me atenderam. E ao técnico Cristiano Dellabernada pela sua atenção e disposição.

DADOS CURRICULARES

Marcia Cristina Rastelli

NASCIMENTO	21.07.1968 – Faxinal – PR.
FILIAÇÃO	Milton Manrique Rastelli Nelza Aparecida de Souza Rastelli
1987/1990	Curso de Graduação em Odontologia, pela Universidade Estadual de Ponta Grossa.
1991/1992	Curso de Treinamento e Aperfeiçoamento em Odontologia para Bebês, promovido pelo Departamento de Medicina Oral e Odontologia Infantil do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Estadual de Londrina.
1994/1995	Curso de Especialização em Odontopediatria pela Escola de Aperfeiçoamento Profissional da Associação Brasileira de Odontologia, Regional de Ponta Grossa.
2004/2006	Curso de Pós-graduação em Odontologia, Área de Clínica Integrada, Mestrado, pela Universidade Estadual de Ponta Grossa.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a resistência ao cisalhamento de braquetes colados com resinas que contém flúor, e compará-las a uma resina convencional. Para este estudo, foram utilizados 60 pré-molares extraídos por motivo ortodôntico, os quais foram divididos em 3 grupos, sendo 20 corpos-de-prova para cada um: Grupo I - Concise (3M), Grupo II – Ultrabond (Aditek do Brasil) e Grupo III - Rely-a-Bond (Reliance). Todos os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada a 37°C, por 24 horas e termociclados com 500 ciclos, nas temperaturas de 5°C e 55°C. Após 48 horas, os corpos-de-prova foram submetidos aos ensaios mecânicos de cisalhamento na direção ocluso-cervical, na máquina *Material Test System* MTS 810, com velocidade de carga de 0,5 mm/min. Para a análise dos dados, utilizou-se a Análise de Variância, Teste de *Levene*, Teste de *Shapiro-Wilk* e o Teste de *Tukey*. Os resultados demonstraram uma resistência média ao cisalhamento de $24,54 \pm 6,98$ MPa para o Grupo I (Concise), de $11,53 \pm 6,20$ MPa para o Grupo II (Ultrabond) e de $16,46 \pm 5,72$ MPa para o Grupo III (Rely-a-Bond). A Análise de Variância determinou diferença estatística entre as médias de resistência ao cisalhamento entre os grupos ($p < 0,001$). O teste de *Tukey* evidenciou que as médias dos três grupos foram significativamente diferentes entre si ($p < 0,05$), com a maior resistência para o Grupo I (Concise) e a menor para o Grupo II (Ultrabond). Entretanto, todos os materiais apresentaram resistência adesiva adequada para uso clínico.

Palavras-chaves: cisalhamento; braquetes; resina com flúor.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the shear bond strength of brackets bonded with fluoride-releasing composite resins, and to compare them to a conventional resin. For this study, sixty premolars extracted due to orthodontic reasons were used, which were divided into three groups: Group 1- Concise (3M), Group 2- Ultrabond (Aditek do Brasil) and Group 3- Rely-a-bond (Reliance). All bonded specimens were stored in distilled water at 37°C for 24 hours and thermocycled between 5°C and 55°C for 500 cycles. After 48 hours, the specimens were submitted to the shear bond strength test, in occluso-gingival direction, in Material Test System MTS 810 machine, with load speed of 0.5 mm/min. Variance Analysis, Levene Test, Shapiro-Wilk Test and Tukey Test were used for data analysis. The results demonstrated a mean shear bond strength of 24.54 ± 6.98 MPa for the Concise; 11.53 ± 6.20 MPa for the Ultrabond; and of 16.46 ± 5.72 MPa for the Rely-a-Bond. Variance Analysis determined a statistical difference amongst groups ($p < 0.001$). Tukey Test evidenced that the averages of the three groups were significantly different among themselves ($p < 0.05$), with the highest resistance for the Concise Group and the lowest for the Ultrabond Group. However, all the materials presented bond strengths, which were suitable for clinical use.

Keywords: Shear bond strength; Orthodontic Brackets; Composite resin.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Resina Composta Concise.....	76
Figura 2 – Resina Composta Ultrabond.....	76
Figura 3 – Resina Composta Rely-a-Bond.....	76
Figura 4 – Dente selecionado.....	78
Figura 5 – Superfície vestibular do dente selecionado.....	78
Figura 6 – Esquadro em acrílico.....	80
Figura 7 – Dente fixado no esquadro com cera pegajosa.....	80
Figura 8 – Conjunto dente-esquadro fixado no tubo de PVC com cera pegajosa.....	80
Figura 9 – Preenchimento do tubo de PVC com gesso pedra tipo IV.....	81
Figura 10 – Preenchimento final do tubo de PVC com gesso pedra tipo IV.....	81
Figura 11 – Profilaxia da superfície vestibular.....	83
Figura 12 – Lavagem após a profilaxia.....	83
Figura 13 – Braquetes metálicos.....	83
Figura 14 – Condicionamento ácido do esmalte.....	84
Figura 15 – Lavagem após o condicionamento ácido do esmalte.....	84
Figura 16 – Secagem após o condicionamento ácido do esmalte.....	84
Figura 17 – Superfície após o condicionamento ácido do esmalte.....	85
Figura 18 – Aplicação do adesivo.....	87
Figura 19 – Posicionador ABZ/ORMCO – 0179.....	87
Figura 20 – Utilização do posicionador ABZ/ORMCO – 0179.....	87
Figura 21 – Dinamômetro Correx.....	88
Figura 22 – Utilização do dinamômetro Correx.....	88

Figura 23 – Máquina de termociclagem – modelo MSCT-3.....	89
Figura 24 – Cinzel posicionado na interface dente-braquete.....	90
Figura 25 – Máquina para ensaios mecânicos de cisalhamento – <i>Material Test System</i> MTS 810.....	90

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Composição química.....	76
Quadro 2 – Classificação das resinas.....	77
Quadro 3 – Grupos experimentais.....	85
Quadro 4 – Resultados do teste de cisalhamento para o Grupo I – Concise.....	124
Quadro 5 – Resultados do teste de cisalhamento para o Grupo II – Ultrabond.....	124
Quadro 6 – Resultados do teste de cisalhamento para o Grupo III – Rely-a-Bond.....	125

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA	Análise de Variância
APF	Flúor fosfato acidulado
IAR	Índice de Adesivo Remanescente
Bis-GMA	Bisphenol A glicidil metacrilato
CIVMR	Cimento de ionômero de vidro modificado por resina composta
cm/min	Centímetro/minuto
F	Carga de ruptura ou força de descolagem
g	Grama
ARI	Adhesive Remnant Index
ISO/TR	International Organization for Standardization
Kg	Quilograma
Kgf	Quilograma força
Kg/mm ²	Quilograma por milímetro quadrado
Kgf/cm ²	Quilograma força por centímetro quadrado
mm	Milímetro
mm ²	Milímetro quadrado
mm/min	Milímetro por minuto
MN/m ²	MegaNewton por metro quadrado
MPa	Megapascal
MTS	Material Test System
N	Newton
n	Quantidade de amostra
n°	Número
p	Nível de confiança ou significância
pH	Potencial de hidrogênio iônico
PVC	Tubo de polietileno
X	Quantidade de aumento da lente do microscópio óptico, da lente da lupa.
°C	Grau Celsius
%	Porcentagem
”	Polegadas

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	18
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	21
3 PROPOSIÇÃO.....	75
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	76
4.1 PREPARO DOS CORPOS-DE-PROVA.....	79
4.2 PREPARO PRÉVIO DA SUPERFÍCIE DENTÁRIA.....	81
4.3 COLAGEM DOS BRAQUETES.....	85
4.4 TERMOCICLAGEM.....	88
4.5 ENSAIO MECÂNICO DE CISALHAMENTO.....	89
4.6 METODOLOGIA ESTATÍSTICA.....	91
5 RESULTADOS.....	92
6 DISCUSSÃO.....	95
7 CONCLUSÕES.....	112
REFERÊNCIAS	113
ANEXO A – Termo de Consentimento Livre e esclarecido.....	119
ANEXO B – Parecer da Comissão de Ética.....	121
APÊNDICE A – Resultados do Teste de Cisalhamento.....	123

1 INTRODUÇÃO

Vários foram os avanços que ocorreram na técnica da colagem de acessórios ortodônticos, tais como a introdução do condicionamento ácido do esmalte (BUONOCORE, 1955), e a sua associação às resinas compostas à base de Bisfenol A glicidil metacrilato (Bis-GMA). Este desenvolvimento contribuiu para o aperfeiçoamento e para a melhoria da qualidade da técnica, a qual passou a ser o método de escolha para colagem dos acessórios ortodônticos (GRAF; JACOBI, 2000; IANNI FILHO *et al.*, 2004).

Durante o tratamento com aparelho ortodôntico fixo, existem alguns problemas que poderam ocorrer, como: (1) fraturas ou até mesmo a perda do esmalte, que podem estar relacionados ao pré-tratamento da superfície do esmalte, ou seja, durante a profilaxia (THOMPSON; WAY, 1981) e/ou durante o condicionamento com ácido fosfórico (BROWN; WAY, 1978); (2) uma perda adicional do esmalte pode ocorrer durante: a descolagem dos braquetes, a remoção dos resíduos de material do dente, ou, durante os procedimentos de recolagem (DIEDRICH, 1981; ARTUN; BROBAKKEN, 1986; WANG *et al.*, 1994); (3) e a descalcificação do esmalte ao redor dos braquetes, que é considerada o problema mais comum em pacientes que utilizam aparelho ortodôntico fixo (GORELICK; GEIGER; GWINETT, 1982; ARTUN; BROBAKKEN, 1986; O'REILLY; FEATHERSTONE, 1987; ØGAARD; ROLLA; ARENDS, 1988; SONIS; SNELL, 1989; MCCOURT; COOLEY; BARNWELL, 1991; ØGAARD *et al.*, 1988; MITCHELL, 1992; AASRUM *et al.*, 1993; KINDELAN, 1996; TRIMPENEERS; DERMAUT, 1996a; TRIMPENEERS; DERMAUT, 1996b; SINHA *et al.*, 1997; KOMORI; ISHIKAWA, 1997; BANKS; BURN; O'BRIEN, 1997; MENG; LI; WANG, 1998; STECKEL; RUEGGEBERG; WHITFORD, 1999; SHAMMAA *et al.*, 1999; CHUNG; PIATTI, 2000; RIX *et al.*, 2001; ZACHRISSON, 2003; GORTON; FEATHERSTONE, 2003; STALEY *et al.*, 2004; BISHARA *et al.*, 2005a).

A presença do braquete e da resina predispõe a um maior acúmulo de placa ao redor do braquete (ARTUN; BROBAKKEN, 1986; GEIGER *et al.*, 1992; MITCHELL, 1992), ocasionando as lesões de manchas brancas, que segundo O'Reilly e Featherstone (1987) podem ocorrer após 4 semanas do início do tratamento ortodôntico, as quais de acordo com Artun e Bergland (1984) aparecem principalmente na região cervical dos incisivos superiores. O risco de desmineralização pode ser prevenido, realizando-se o controle de placa e a aplicação de flúor (SILVERSTONE, 1980; ARTUN; BERGLAND, 1984; O'REILLY; FEATHERSTONE, 1987; GEIGER *et al.*, 1992). Porém, Øgaard *et al.* (1992) observaram que o programa de escovação com dentifrício fluoretado não preveniu a descalcificação do esmalte ao redor dos braquetes, porque a efetividade do controle de placa depende da rotina diária seguida pelo paciente.

Pela dificuldade em fazer o paciente colaborar com o controle de placa, com o uso do flúor, e pelo inconveniente efeito antiestético que as manchas brancas causam ao paciente, os pesquisadores passaram a desenvolver materiais adesivos com a incorporação de flúor, para prevenir a desmineralização do esmalte ao redor dos braquetes. Pois o flúor apresenta um efeito inibidor da atividade bacteriana e é capaz de remineralizar o esmalte (UNDERWOOD *et al.*, 1989; SONIS; SNELL, 1989; AASRUM *et al.*, 1993; SINHA *et al.*, 1997). Os materiais com flúor pesquisados foram: o ionômero de vidro (FOX; MACCABE; GORDON, 1991; MACCOURT; COOLEY; BARNWELL, 1991; KOMORI; ISHIKAWA, 1997; NKENKE *et al.*, 1997; CORRER SOBRINHO *et al.*, 2002), o ionômero de vidro modificado por resina composta (KOMORI; ISHIKAWA, 1997; SHAMMAA *et al.*, 1999; BISHARA *et al.*, 1999; BISHARA *et al.*, 2000; GRAF; JACOBI, 2000; SIMPLÍCIO, 2000; CORRER SOBRINHO *et al.*, 2002; KAWAKAMI *et al.*, 2003; SUMMERS *et al.*, 2004; ARICI *et al.*, 2005; CACCIAFESTA *et al.*, 2005a), e a resina composta com flúor (FOX; MACCABE; GORDON, 1991; MACCOURT; COOLEY; BARNWELL, 1991; AASRUM *et*

al., 1993; TRIMPENEERS; DERMAUNT, 1996b; BANKS; BURN; O'BRIEN, 1997; SINHA *et al.*, 1997; SHAMMAA *et al.*, 1999; STECKEL; RUEGGEBERG; WHITFORD, 1999; CHUNG; PIATTI, 2000; GRAF; JACOBI, 2000; SIMPLÍCIO, 2000; BISHARA *et al.*, 2005a). Estes materiais foram pesquisados com relação a liberação de flúor, a qual foi comprovada nos trabalhos dos seguintes autores: Swartz *et al.*, 1984; Underwood *et al.*, 1989; Øgaard *et al.*, 1992; Kindelan, 1996; Trimpeneers; Dermaut, 1996a; Monteith *et al.*, 1999; Wilson; Donly, 2001; Rix *et al.*, 2001; Wheeler; Foley; Mamandras, 2002; Gorton; Featherstone, 2003; Cohen *et al.*, 2003; Staley *et al.*, 2004. Entretanto, existe a necessidade de verificar se a resistência adesiva destes materiais com flúor é suficiente para atender as necessidades clínicas, e, ainda, se o flúor incorporado a estes materiais não diminui a sua resistência.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Brenner Jr. (1990) avaliou *in vitro*, a resistência ao cisalhamento de braquetes ortodônticos. Com essa finalidade, selecionou 36 incisivos centrais e laterais superiores e incisivos laterais inferiores, recém extraídos de pacientes adultos com idade entre 30 e 35 anos. Os dentes apresentavam boas condições, e as superfícies vestibulares estavam hígidas. Após as extrações, os dentes foram lavados e armazenados em água destilada sem flúor. Os dentes foram divididos, aleatoriamente, em três grupos, de acordo com o sistema profilático, os quais receberam a seguinte denominação: Grupo 1 – ES – Sistema profilático com escova Robson unitufo, pedra-pomes e água; Grupo 2 – PR – Sistema profilático com jato de bicarbonato de sódio, ar e água sob pressão; Grupo 3 – TC – Sistema profilático com taça de borracha, pedra-pomes e água, sendo que cada grupo foi composto por: seis incisivos centrais superiores, três incisivos laterais superiores e três incisivos laterais inferiores. Os grupos ES, PR e TC foram subdivididos em três subgrupos compostos por quatro dentes. Os subgrupos representavam os diferentes tempos de condicionamento ácido (30, 45 e 60 segundos respectivamente). Cada dente foi identificado com o tipo de sistema profilático e tempo de condicionamento utilizado. Após a profilaxia, de acordo com o grupo, os dentes foram lavados e secos individualmente. Em seguida, realizou o condicionamento, com gel de ácido fosfórico a 37%, nos tempos determinados, lavou com jato de água por 20 segundos, e secou com jato de ar livre de óleo e ou umidade. Com um pincel aplicou a resina fluida na área condicionada, e na base do braquete, o qual foi mantido sob leve pressão até a presa do material - Concise (3M do Brasil). Utilizou o braquete S2-02K, indicado para incisivos inferiores, com base de 3,5 x 4,0 mm (Morelli). Em seguida, todos os corpos-de-prova foram armazenados em soro fisiológico durante 24 horas, com temperatura entre 25 e 40°C. Os ensaios mecânicos foram realizados na máquina *Wolpert*, com velocidade de carga de 1

mm/min. Neste estudo, os valores médios da resistência ao cisalhamento para os tempos de condicionamento ácido a 30, 45 e 60 segundos, foram os seguintes, respectivamente: Grupo 1 - ES (6,07 Kgf - 7,08 Kgf - 5,67 Kgf); Grupo 2 – PR (8,05 Kgf - 8,15 Kgf - 6,37 Kgf); Grupo 3 – TC (8,11 Kgf - 7,87 Kgf - 6,88 Kgf). Para análise dos dados utilizou a Análise de Variância, e o autor concluiu que não havia diferença significativa na resistência média quando se utilizava diferentes tipos de profilaxia e quando se aplicava diferentes tempos de condicionamento ácido do esmalte; não havia interação entre os diferentes sistemas de profilaxia e os diferentes tempos de condicionamento ácido do esmalte, e observou nos Gráficos de Intervalos de Confiança uma redução das médias para o tempo de 30 segundos.

Fox; MacCabe e Gordon (1991) compararam a força de adesão *in vitro* utilizando o cimento de ionômero de vidro (Ketac-Cem), a resina composta convencional (Right-On), e a resina composta com flúor (Direct). Usaram 90 pré-molares, extraídos por motivo ortodôntico de pacientes com idade superior a 18 anos. Os dentes foram divididos em 3 grupos de 30, sendo que cada grupo continha 15 dentes superiores e 15 inferiores, os quais foram montados em blocos acrílicos, com o seu longo eixo em posição vertical. Após o ajuste, removeram os blocos do molde, e realizaram a profilaxia das superfícies vestibulares com pasta profilática sem flúor e água, por 15 segundos. Em seguida, lavaram com água e secaram com jato de ar livre de óleo. Utilizaram braquetes *Edgewise* para pré-molares, colados na superfície vestibular seguindo um dos métodos: para as resinas compostas Right-on e Direct, o condicionamento ácido foi realizado com ácido fornecido pelo fabricante, por 60 segundos. Lavaram com água, por 30 segundos, e secaram com ar livre de óleo. Os materiais foram utilizados de acordo com as instruções do fabricante. Para o cimento de ionômero de vidro Ketac-Cem, após a profilaxia e secagem das superfícies, o material foi manipulado de acordo com as instruções do fabricante, o qual foi utilizado para colagem de 3 braquetes. Após o posicionamento do braquete, removeram o excesso, e fotopolimerizaram por 10 minutos. Em

seguida, os espécimes foram armazenados em água, com cada grupo em uma caixa separada, em estufa a 37° C por 24 horas. Depois disso, a força de adesão foi testada numa máquina Instron, com velocidade de carga de 0,5 mm/min. Para análise dos dados utilizaram a Análise de Variância e o Teste de *Tukey*. Os resultados médios para força de adesão foram os seguintes: 33,1 N para Ketac-Cem, 43,9 N para Direct e 55,1 N para Right-On. A Análise de Variância mostrou diferença estatística entre as médias ($p < 0,0001$). O Teste de *Tukey* mostrou que havia diferença estatística entre os três materiais com relação à força de adesão ($p < 0,01$). Após análise dos resultados, os autores concluíram que: a Right-On tinha a maior força de adesão média comparada com a Direct com flúor, ou com o Ketac-Cem; diferenças na técnica de colagem e o tipo de braquete utilizado, podiam afetar mais a qualidade da adesão ao dente, que o tipo de material utilizado; *in vivo*, Right-On e Direct podiam se comportar de maneira similar com respeito às falhas na adesão.

McCourt; Cooley e Barnwell (1991) avaliaram a força de adesão de dois materiais liberadores de flúor utilizados na colagem de braquetes ortodônticos. Os materiais testados foram a resina Timeline (Caulk/Dentsply) e o cimento de ionômero de vidro Vitrabond (3M Dental Products), produtos fotopolimerizáveis e que possuíam grande potencial para reduzir ou eliminar lesões de manchas brancas, porém, não sabiam se forneciam força de adesão suficiente para a retenção dos braquetes durante o tratamento ortodôntico. Estes materiais foram comparados à resina Transbond fotopolimerizável (Unitek da 3M). Para o teste, utilizaram 60 pré-molares superiores e inferiores, os quais foram armazenados em água destilada. Os dentes foram divididos aleatoriamente, em 6 grupos. Os braquetes utilizados eram específicos para pré-molares. Cada material foi testado em 20 dentes, sendo que o primeiro grupo de 10 dentes foi testado após 24 horas, e o segundo grupo de 10 foi testado após 4 semanas. Os dentes foram montados em anel de PVC, preenchido com resina acrílica. Em seguida, a superfície vestibular foi limpa por 30 segundos com taça de

borracha e pedra-pomes, lavada com água e seca durante 30 segundos. O condicionamento da superfície foi realizado com ácido fosfórico a 37%, por 60 segundos. Em seguida, lavaram com spray de água e ar, e secaram com jato de ar. Todos os materiais foram fotopolimerizados por 20 segundos com o aparelho Ortholux (Unitek/3M). Os espécimes foram armazenados em água destilada a 37°C até o teste. Após 24 horas, 10 espécimes de cada grupo foram levados à máquina de teste universal *Instron*, com velocidade de carga de 0,5 mm/minuto até romper o braquete do dente. As cargas de ruptura foram registradas em Newton e convertidas em Megapascal. Após 4 semanas repetiram o teste para o restante das amostras. Os dados foram submetidos à Análise de Variância, ao Teste de *Scheffé* e ao Teste *t*. Quando a resina Timeline foi testada em 24 horas, desenvolveu a menor força de adesão (5,98 MPa $\pm$ 1,93), enquanto o C.I.V. Vitrabond e a Transbond desenvolveram as maiores (11,58 MPa $\pm$ 2,99 e 11,35 MPa $\pm$ 2,95, respectivamente). Em 4 semanas, os dois materiais com flúor perderam a força de adesão. Para a Timeline (3,05 MPa $\pm$ 2,40) e para o C.I.V. Vitrabond (5,39 MPa $\pm$ 2,37) a queda foi significativa, enquanto a Transbond mostrou pequena mudança (9,19 MPa $\pm$ 3,80). Na Análise de Variância verificaram que havia diferença significativa na força de adesão entre os materiais ($p < 0,01$). O Teste *Scheffé* mostrou uma diferença estatística na força de adesão dos materiais ($p < 0,05$). Em 24 horas a resina Timeline foi significativamente mais fraca que o Vitrabond e a Transbond, enquanto que em 4 semanas a Timeline não foi significativamente diferente do Vitrabond, mas foi significativamente mais fraca que a Transbond. O ionômero de vidro não foi diferente estatisticamente da Transbond nos dois períodos. Quando utilizaram os dados, em 24 horas e em 4 semanas para cada material, para comparar as médias pelo teste *t*, ficou evidente que a Timeline e o Vitrabond, tornaram-se significativamente mais fracos ($p < 0,01$). A força de adesão para a Transbond não apresentou diferença significativa em 24 horas e em 4 semanas. Todos os braquetes descolaram na interface braquete-adesivo, deixando a maior parte do material no dente. Isto

indicou que a força de adesão é maior na interface dente-adesivo que na interface braquete-adesivo.

Surmont *et al.* (1992) avaliaram um novo dispositivo para medir a resistência ao cisalhamento de braquetes ortodônticos colados com 5 cimentos adesivos diferentes, com o objetivo de reduzir o tempo do condicionamento ácido. Para este estudo, foram selecionados 80 incisivos inferiores humanos, armazenados em caixas plásticas com água e timol a 1%, a 4°C, sobre uma grade até o teste. As superfícies de esmalte foram limpas com pasta profilática sem flúor. Os dentes foram divididos aleatoriamente, em 5 grupos de 16 espécimes cada. Em cada grupo, 8 dentes foram condicionados durante um período de 15 segundos, enquanto os 8 dentes restantes foram condicionados por 60 segundos, lavados por 15 ou 60 segundos respectivamente, e secos com ar. Na colagem dos braquetes utilizaram um adesivo diferente para cada grupo, de acordo com as instruções do fabricante (Lee Bond – Lee Pharmaceutical, Concise da 3M, Super C – AMC, Achieve-No-Mix – Johnson & Johnson, Panavia EX – Kuraray). Após a colagem, as amostras foram termocicladas (100 ciclos de 4°C para 56°C) e armazenadas em água a 37°C por uma semana. Para o teste de cisalhamento utilizaram a máquina *Instron* 1195, com velocidade de carga de 0,5mm/min. As forças foram registradas em kilogramas e convertidas para MN/m². Os resultados obtidos para a resistência ao cisalhamento foram os seguintes, de acordo com o tempo de condicionamento (15 e 60 segundos) e o tipo do produto: Lee Bond ($15,2 \pm 2,6 - 15,7 \pm 3,9$ MN/m²), Concise ($16,7 \pm 3,7 - 15,7 \pm 3,8$ MN/m²), Super C ($17,5 \pm 2,1 - 17,9 \pm 1,5$ MN/m²), Achieve-No-Mix ($18,0 \pm 1,6 - 18,1 \pm 1,5$ MN/m²) e para o Panavia EX ($\geq 20,1 \pm 3,4 - \geq 20,1 \pm 3,3$ MN/m²). Os braquetes e as superfícies de esmalte foram inspecionados, visualmente, na tentativa de identificar onde ocorreu a falha da adesão. Para análise estatística utilizaram os Testes F e t. Após análise dos resultados, os autores verificaram que: não havia diferença estatística significativa na resistência ao cisalhamento entre os dentes condicionados por 15 ou 60

segundos; o cimento Achieve-No-Mix apresentou melhor resistência ao cisalhamento que o Lee Bond; os produtos avaliados produziram força de adesão comparáveis e bastante altas para os braquetes, entretanto, o Panavia EX produziu o maior valor, porém, produziu muitas fraturas coesivas nos dentes, indicando que os valores da resistência ao cisalhamento foram subestimados; para os outros produtos, ocorreu uma combinação de fratura na interface adesivo-braquete e de fratura coesiva do próprio adesivo (mais de 90%); o condicionamento do esmalte por 15 ou 60 segundos não influenciou na resistência ao cisalhamento dos braquetes ortodônticos.

Triolo Jr *et al.* (1993) avaliaram a força de adesão de um compósito, utilizando os ácidos: fosfórico a 35%, maleico a 10%, ou oxálico a 1,6%, e testaram o efeito do Primer do Scotchbond Multi-Purpose na força de adesão do esmalte. Neste estudo, foram utilizados 90 molares humanos, os quais foram limpos e armazenados em solução de timol por 6 meses até o teste. Os dentes foram montados em tubo de PVC, com resina acrílica, mantendo-os com as superfícies mesial e distal perpendiculares à base do molde. Confeccionaram 180 sítios de adesão no esmalte proximal, os quais foram aplainados com disco de diamante 918B-220, e divididos aleatoriamente em 3 grupos de condicionamento: Gel Scotchbond (ácido fosfórico a 35%), Scotchbond Multi-purpose (ácido maleico a 10%), ou Condicionador Gluma 1 e 2 (ácido oxálico a 1,6%, nitrato de alumínio a 2,6% e glicina a 2,7%). Os condicionadores foram aplicados por 15, 30 ou 60 segundos (n= 20 para cada tempo de condicionamento). Em seguida, lavaram com água por 30 segundos, secaram com ar, aplicaram o Primer do Scotchbond Multi-purpose na metade dos espécimes de cada grupo, aplicaram uma fina camada do adesivo Scotchbond Multi-purpose em todos os espécimes com *microbrush*, e fotopolimerizaram por 10 segundos. A seguir, condensaram o compósito Z-100 (cor A₂), dentro de uma matriz plástica rígida, com 3 mm de profundidade e 2,9 mm de diâmetro, e fotopolimerizaram por 60 segundos (Optilux 401). Em seguida, os espécimes foram

armazenados em água destilada à temperatura ambiente, por 24 horas e termociclados a 5°C e 55°C. O teste foi realizado numa Máquina *Instron*, com velocidade de 0,5 cm/min, e os dados obtidos em MPa. Para o condicionamento por 15 segundos, a resistência média foi de 21,8 MPa ($\pm 7,8$) para o ácido fosfórico, 13,3 MPa ($\pm 4,7$) para o ácido maleico e 8,4 MPa ($\pm 3,8$) para o oxálico; para o condicionamento durante 30 segundos, a resistência média foi de 19,0 MPa ($\pm 8,0$) para o ácido fosfórico, 15,7 MPa ($\pm 8,1$) para o ácido maleico e 10,2 MPa ($\pm 6,1$) para o ácido oxálico, enquanto que para o tempo de 60 segundos, a resistência média foi de 17,8 MPa ($\pm 9,4$) para o ácido fosfórico, 19,0 MPa ($\pm 8,4$) para o ácido maleico e 15,9 MPa ($\pm 5,4$) para o oxálico. Para análise estatística utilizaram o *Teste t* de *Student* e a Análise de Variância. O *Teste t* de *Student* indicou que não havia diferença estatística significativa baseada no uso do primer para algum dos condicionantes e tempo de condicionamento. A Análise de Variância revelou diferença significativa na média da força de adesão ($p < 0,0001$). A força de adesão das amostras condicionadas com ácido fosfórico, não foi diferente em todos os tempos ($p > 0,05$). Porém, a força de adesão para os grupos dos ácidos maleico e oxálico foram dependentes do tempo de condicionamento. O uso dos ácidos maleico e oxálico por 60 segundos aumentou significativamente a força de adesão comparada ao seu uso por 15 segundos. Todos os grupos tratados com condicionador por 60 segundos tiveram força de adesão similar. Entretanto, quando o condicionamento ocorreu por 30 segundos, as amostras tratadas com ácido oxálico tiveram uma significativa queda na força de adesão quando comparadas com as que foram tratadas com outros ácidos, e quando o ácido fosfórico foi utilizado por 15 segundos ocorria aumento da força de adesão das amostras quando comparado aos outros condicionadores. Baseados nos resultados deste estudo, os autores concluíram que a força de adesão pode ser obtida com ácido fosfórico a 35% com tempo de 15 a 60 segundos, e que quando do uso simultâneo de condicionadores para dentina/esmalte, o tempo de aplicação recomendado pelo fabricante, também pode ser menor.

Carstensen (1993) avaliou o resultado clínico da colagem de braquetes, após o condicionamento com soluções de ácido fosfórico a 37% e a 2%. Neste estudo, colou 600 braquetes metálicos pré-ajustados, para incisivos e caninos, em pacientes de 11 a 16 anos de idade, selecionados aleatoriamente pelo ortodontista, excluindo aqueles que apresentavam hipoplasia ou manchas nos dentes anteriores. A investigação foi limitada aos dentes anteriores, pois os molares e pré-molares foram bandados. Antes da colagem, os dentes foram limpos com taça de borracha, pasta de pedra-pomes e água. Nos primeiros 25 casos, os dentes do lado esquerdo foram condicionados com ácido fosfórico a 37% (3 dentes superiores e 3 dentes inferiores) e os dentes do lado direito com ácido fosfórico a 2% (3 dentes superiores e 3 inferiores). Nos outros 25 casos remanescentes, os lados foram mudados utilizando ácido fosfórico a 2% no lado esquerdo (3 dentes superiores e 3 inferiores), e a 37% no lado direito (3 dentes superiores e 3 inferiores), sendo que o tempo de condicionamento foi sempre de 30 segundos, seguido de lavagem e secagem. Para a colagem utilizou a resina Concise (3M) de acordo com as instruções do fabricante, sempre colando três braquetes com a mesma mistura (1 canino e 2 incisivos), e em seguida, removia o excesso da resina. O período de teste foi de 1 ano. Se um braquete soltasse, era colado um novo utilizando ácido fosfórico a 37%, por 15 segundos, e era anotado o dente, a data, a causa da fratura (quando conhecida), e o índice de adesivo remanescente. No final do tratamento, após a descolagem dos braquetes, foi calculada a quantidade de adesivo residual utilizando o Índice de Adesivo Remanescente (IAR). Para avaliação dos dados, utilizou o Teste Qui-quadrado. Quando o condicionamento foi a 37%, 2 braquetes fraturaram, quando o condicionamento foi a 2%, fraturaram 5 braquetes. A diferença entre a proporção de fratura dos dois procedimentos de condicionamento não foi diferente estatisticamente. Os braquetes da maxila foram mais substituídos que os da mandíbula, porém, não foi significativa esta diferença. A descolagem dos braquetes das superfícies condicionadas com ácido fosfórico a 37% resultou em quantidade alta de adesivo

remanescente no dente. A descolagem dos braquetes para o grupo a 2% (escores de 0 a 1), indicou pouco ou nenhum adesivo remanescente nos dentes. O autor concluiu que o condicionamento com ácido fosfórico a 2% ou 5% reduziu a perda total de esmalte superficial, rico em flúor, entretanto, a profundidade de penetração dentro das camadas de esmalte reduziu com a baixa concentração ácida, o que pode ser favorável na prevenção da descalcificação do esmalte ao redor dos acessórios.

Aasrum *et al.* (1993) compararam a força de adesão de uma resina fluoretada com resinas autopolimerizável e fotopolimerizável, avaliadas após 24 horas e após 6 meses. Utilizaram neste estudo 3 resinas ortodônticas fotopolimerizáveis - Transbond (3M), Heliosit-Orthodontic (Vivadent) e a resina experimental VP 862 (Vivadent); e duas resinas autopolimerizáveis - Concise (3M) e Saga Bond (Saga Orthodontics). Após a extração, 100 pré-molares foram armazenados em solução de cloramina a 0,5%, a 4°C. As suas coroas foram separadas das raízes, com disco de diamante resfriado, e montadas em moldes plásticos preenchidos com resina Epofix, deixando a superfície vestibular para cima e intacta. Em seguida, os espécimes foram transferidos para uma câmara a 37°C, com umidade relativa de 50%, por 48 horas para o endurecimento completo da resina. No dia seguinte, os espécimes foram retirados dos moldes e o excesso do material removido com bisturi. Utilizaram braquetes *Edgewise*, com área da base igual a 15,8 mm². As superfícies vestibulares foram limpas com taça de borracha e pedra-pomes, lavadas com água e secas por 15 segundos. O condicionamento ácido foi por 60 segundos, com gel de ácido fosfórico a 40%, e em seguida, lavaram, secaram e dividiram as amostras em 5 grupos, usando os adesivos de acordo com as recomendações dos fabricantes. Após a colagem, as amostras foram armazenadas em água a 37°C. Após 24 horas e após 6 meses, removeram as amostras da água para a realização do teste na máquina *Lloyd 1000*, com velocidade de 1 mm/min. Os resultados médios da resistência ao cisalhamento nos períodos após 24 horas e após 6 meses respectivamente,

foram os seguintes, de acordo com a resina utilizada: VP 862 (5,6 MPa – 5,4 MPa), Concise (11,1 MPa – 7,4 MPa), Saga Bond (10,0 MPa – 7,2 MPa), Transbond (5,1 MPa – 8,9 MPa) e para a Heliosit-Orthodontic (6,4 MPa – 4,8 MPa). Para análise estatística utilizaram o Teste de *Mann-Whitney* e verificaram que não havia diferença estatística significativa na força de adesão para as resinas fotopolimerizáveis depois de 24 horas, e que as resinas autopolimerizáveis tiveram força de adesão significativamente maior que as fotopolimerizáveis. A resina Transbond mostrou aumento na média da força de adesão, entre 24 horas e 6 meses, considerada estatisticamente significativa. Para as outras resinas, os dados indicaram uma diminuição na força de adesão, que não foi estatisticamente significativa. Após 6 meses, as resinas Concise (3M), Saga Bond (Saga Orthodontics) e Transbond (3M) mostraram um aumento significativo na força de adesão quando comparadas a Heliosit-Orthodontic (Vivadent) e a VP 862 (Vivadent). Assim, os autores concluíram que, a resina fotopolimerizável liberadora de flúor apresentou força de adesão adequada para ser utilizada na ortodontia; a força de adesão não mudou após 6 meses, período em que a liberação de flúor ocorre, e que uma resina liberadora de flúor pode ser clinicamente interessante para a inibição de lesões brancas ao redor dos braquetes.

Wang *et al.* (1994) determinaram a força de adesão, a porcentagem da descolagem na interface, utilizando várias concentrações de ácido para o condicionamento, examinaram o destacamento do esmalte, e determinaram a concentração apropriada da solução de ácido fosfórico, para uma força de adesão adequada e um destacamento mínimo de esmalte. Utilizaram 100 pré-molares, extraídos por indicação ortodôntica de pacientes entre 9 e 16 anos de idade, os quais estavam intactos e não tinham sofrido nenhum tratamento com agentes químicos. Os dentes foram lavados, armazenados em soro fisiológico até o teste, e divididos, aleatoriamente, em 10 grupos. A seguir, fizeram a profilaxia da superfície vestibular com pedra-pomes, por 10 segundos, lavaram e secaram. A superfície vestibular, em cada grupo, foi

condicionada com uma concentração diferente da solução de ácido fosfórico, 2%, 5%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70% ou 80% por peso, durante 15 segundos, lavaram com água, por 10 segundos, e secaram com spray de ar. Para colagem dos braquetes, utilizaram a resina Concise nos 10 grupos, os quais foram armazenados em água a 37°C, por 24 horas, e a força de adesão foi medida numa Máquina *Instron*. A interface de descolagem foi examinada com microscópio eletrônico e fizeram um mapeamento por meio de um espectrômetro de energia dispersiva de raio-x. Para a análise dos dados utilizaram a Análise de Variância e o Teste de *Scheffé*. Os seguintes resultados médios foram verificados: $0,46 \pm 0,12$; $0,58 \pm 0,12$; $0,68 \pm 0,19$; $0,67 \pm 0,12$; $0,69 \pm 0,09$; $0,70 \pm 0,17$; $0,69 \pm 0,11$; $0,67 \pm 0,05$; $0,53 \pm 0,18$ e $0,45 \pm 0,10$ Kg/mm² para as concentrações de ácido fosfórico a 2%, 5%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70% e 80%, respectivamente. A maior força de adesão foi para as concentrações de 10% até 60% de ácido fosfórico, a segunda maior foi nas concentrações de 5% e 70% e a mais fraca foi nos grupos com concentrações de 2% e 80%. Quanto à interface de descolagem verificaram que se localizava da seguinte maneira: 1- entre a base do braquete e a resina, 2- dentro da própria resina, 3- entre a resina e o esmalte. O destacamento do esmalte ocorreu em alguns casos, porém nenhum destacamento de esmalte ocorreu com concentrações abaixo de 30%. Para análise dos dados utilizaram a Análise de Variância. A significância do efeito das 10 concentrações de ácido fosfórico na interface de descolagem foram 0,0001, 0,0042, 0,490, 0,390, 0,0001, 0,0001, 0,0001, 0,014, 0,0001 e 0,0001, respectivamente. Para a interface de descolagem as concentrações de 2%, 5%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70% e 80% foram estatisticamente significantes ($p < 0,01$). A maior interface de descolagem com ácido fosfórico a 60% e a 70% foi entre resina e braquete. Nas concentrações de 30% para 50%, a maior interface de descolagem foi entre braquete e resina, ou na própria resina. Entretanto, a maior interface de descolagem da concentração de 2%, 5% e 80% de ácido foi entre a resina e o esmalte. Após análise dos resultados, os autores puderam concluir que, em 10% das

concentrações da solução de ácido fosfórico a 30%, aplicado por 15 segundos, resultaram numa resistência a adesão clinicamente adequada e com mínimo destacamento do esmalte; nas concentrações baixas da solução de ácido fosfórico (2% e 5%) e nas concentrações altas (70% e 80%) tiveram baixa força de adesão, com interface de descolagem entre a resina e o esmalte; as outras concentrações testadas, de 10% a 50% produziram aumento na força de adesão, com a interface de descolagem situada entre o braquete e a resina; e o destacamento do esmalte foi encontrado em soluções de ácido fosfórico com concentração superior a 30%.

Trimpeeneers e Dermaut (1996b) compararam por meio de estudo clínico, as falhas na adesão das resinas Orthon (fotopolimerizável com flúor) e Lee Insta-bond (autopolimerizável). Participaram deste estudo, 50 pacientes com idade média de 12 anos e 10 meses. Os grupos foram designados aleatoriamente da seguinte forma: os quadrantes, maxilar direito e mandibular esquerdo como grupo Orthon, e os quadrantes contra laterais como grupo Lee. Após isolamento dos dentes, os mesmos foram condicionados com gel de ácido fosfórico a 37%, por 60 segundos, lavados por 20 segundos e secos com ar. Colaram braquetes do tipo *Begg* em todos os dentes, exceto nos primeiros molares. Os produtos foram utilizados de acordo com as instruções dos fabricantes. A pasta Orthon foi fotopolimerizada por 30 segundos (aparelho Heliolux - Vivadent) em várias angulações ao redor do braquete. As falhas de adesão dos braquetes foram comunicadas imediatamente e anotadas no arquivo do paciente. Os dentes recolados foram excluídos da análise estatística, e somente os braquetes que permaneceram em posição até o final do tratamento foram registrados como não fraturados. Os dados foram analisados pelo Teste Qui-quadrado. Dos 762 acessórios colados, 383 braquetes foram colados com a Orthon e 379 com a Lee. As fraturas ocorreram com os dois tipos de materiais, Orthon (24,3%) e Lee (12,4%), com diferença significativa entre o total de fraturas para ambos os adesivos ($p < 0,001$). A resina Orthon fraturou quase que duas vezes mais que a Lee Insta-bond, com diferença significativa nas fraturas dos braquetes dos dentes superiores, de acordo com o

tipo de material utilizado ($p<0,001$). Os incisivos colados com a Lee mostraram poucas falhas na colagem quando comparados aos colados com a Orthon ($p<0,001$). E, independente do sistema de colagem utilizado, os dados analisados revelaram que os pré-molares mostraram uma força de adesão fraca, e os incisivos e caninos mostraram significativamente menor número de fraturas ($p<0,01$), com diferença significativa entre as fraturas de dentes superiores e inferiores ($p<0,05$), sendo que nos dentes inferiores havia maior número de fraturas que nos superiores. Os resultados deste estudo indicaram que os braquetes colados com material autopolimerizável mostraram significativamente poucas falhas quando comparados aos colados com resina fotopolimerizável ($p<0,001$) e a falha ocorreu, geralmente, mais nos inferiores do que nos superiores, e mais nos posteriores que nos anteriores.

Banks; Burn e O'Brien (1997) avaliaram o efeito do uso de um adesivo liberador de flúor sobre a incidência da descalcificação e da falha do braquete, em pacientes que foram atendidos numa clínica para tratamento ortodôntico. Foram incluídos neste estudo 50 pacientes. A amostra foi composta por 192 dentes superiores e 174 inferiores colados com resina contendo flúor, totalizando 366 dentes para o grupo experimental, enquanto o grupo controle apresentava um total de 371 dentes, sendo 198 superiores e 173 inferiores. Excluíram do estudo os dentes que apresentavam restaurações na superfície vestibular, descalcificação ou manchas brancas. Todos os dentes foram condicionados normalmente. Os quadrantes contra-laterais foram distribuídos aleatoriamente, como grupo experimental e grupo controle. Nos quadrantes experimentais, os braquetes foram colados com resina composta que libera flúor Rely-a-Bond. Os quadrantes controle foram colados com resina convencional Rely-a-Bond sem flúor. Depois da colagem, os pacientes foram orientados quanto à higiene oral e o uso diário de flúor. As falhas na adesão foram registradas durante o tratamento, na primeira hora por dente, e o Índice de Adesivo Remanescente (IAR) foi utilizado para registrar a quantidade de resina composta residual após a perda do braquete. A fratura dos braquetes avaliada clinicamente foi satisfatória

para ambos os grupos (13 braquetes, 3,6% - grupo experimental; 10 braquetes, 2,7% - grupo controle) sendo este número considerado pequeno pelo teste estatístico. E a quantidade de resina remanescente no esmalte foi similar entre os grupos experimental e controle (IAR = 0,85; 0,90, respectivamente).

Komori e Ishikawa (1997) determinaram a tensão, a resistência ao cisalhamento, a quantidade de adesivo remanescente após a descolagem, e investigaram o efeito do desgaste da superfície do esmalte sob tensão, comparando um novo material com uma resina composta e um cimento de ionômero de vidro convencional. Neste estudo, utilizaram incisivos inferiores bovinos, hígidos, que após sua limpeza, tiveram as coroas separadas de suas raízes, com disco de diamante. Para verificar a tensão e a resistência ao cisalhamento utilizaram 84 dentes divididos aleatoriamente em 12 grupos. No grupo do teste de cisalhamento, os dentes foram embutidos em resina acrílica autopolimerizável, excluindo a superfície da coroa, a qual foi polida com papel abrasivo impermeável com granulação de 600, 1500 e 2400. Foram utilizados três materiais para a colagem, de acordo com as recomendações dos fabricantes: FO (GC Corporation) – ionômero de vidro reforçado com resina composta; Ketac-Cem (Espe-premier) – cimento de ionômero de vidro convencional, e Rely-a-Bond (Reliance) – resina composta autopolimerizável, pasta única. Utilizaram braquetes metálicos com malha de apoio, para incisivos centrais superiores da Mini-diamond. Os grupos FO e Ketac-Cem tiveram suas superfícies de esmalte pré-tratadas com ácido poliacrílico a 10%, por 20 segundos, e lavadas com jato de ar e água. No grupo Rely-a-Bond, as superfícies foram tratadas com solução de ácido fosfórico a 37%, por 30 segundos, lavadas por 30 segundos, e completamente secas. Após a colocação dos braquetes, o excesso do material foi removido com uma sonda. Todos os dentes colados foram deixados expostos à temperatura ambiente por 4 minutos, e depois armazenados à temperatura de 37°C, por 24 horas com 100% de umidade. O teste de cisalhamento foi realizado na máquina *Shimadzu* com velocidade de carga de 1 mm/minuto,

após 24 horas, em 5 grupos de 7 dentes. Para os grupos remanescentes, realizaram a ciclagem térmica com temperatura entre 5°C e 55°C. Após a ciclagem, o teste de cisalhamento foi repetido e os dados registrados em MPa. As superfícies dos dentes, após a descolagem, foram examinadas com estereomicroscópio óptico, com 40 vezes de aumento, para avaliar a quantidade de adesivo remanescente utilizando o Índice de Adesivo Remanescente (IAR). Para análise estatística utilizaram a Análise de Variância, o Teste *Scheffé* ($p=0,01$) e o Teste de *Kruskal-Wallis*. Com a Análise de Variância, verificaram que havia diferença significativa na resistência entre os três materiais. O Ketac-Cem foi significativamente mais fraco que o FO e a Rely-a-Bond. O grupo Rely-a-Bond após a ciclagem térmica tinha a maior média de resistência ao cisalhamento ($25,7 \pm 3,6$ MPa). Porém, o Grupo Rely-a-Bond após 24 horas exibiu resistência ao cisalhamento ligeiramente inferior ($24,5 \pm 5,9$ MPa), embora não fosse significativa esta diferença. O Teste *Scheffé* mostrou que não havia diferença significativa entre as colagens após 24 horas e após a termociclagem ($p=0,64$ teste de cisalhamento). A resistência ao cisalhamento do Fuji Ortho (FO) após a termociclagem ($17,9 \pm 4,5$ MPa) foi significativamente maior que a do Ketac-Cem (10,1 MPa). A resistência ao cisalhamento após 24 horas para o Fuji Ortho foi de 20,1 MPa e para o Ketac-Cem foi de 10,8 MPa. O teste de *Kruskal-Wallis* mostrou diferença significativa entre os escores IAR dos três materiais ($p<0,01$). Não foi observado nenhum dano à superfície de esmalte após a descolagem, em nenhum grupo. Após análise dos dados, os autores concluíram que: a resistência à adesão do FO superou o limiar clínico requerido, portanto, FO pode ser usado como uma alternativa para a resina composta na colagem de braquetes ortodônticos; uma atenção adicional deve ser dada ao procedimento de condicionamento e à alteração do projeto da base do braquete, a fim de realçar a força de adesão entre o braquete e este material.

Sinha *et al.* (1997) avaliaram a resistência ao cisalhamento e o índice de adesivo remanescente após a descolagem de resinas com flúor comparadas a resinas sem flúor.

Utilizaram 210 incisivos bovinos, recém extraídos, que tiveram suas raízes cortadas e suas coroas montadas em acrílico, deixando a superfície vestibular disponível para colagem. A profilaxia foi realizada com taça de borracha e pedra-pomes, e o condicionamento de acordo com as instruções do fabricante de cada resina. Em seguida, lavaram os dentes com água e secaram. Para colagem utilizaram o braquete metálico da Mini *Taurus* (Rocky Mountain Orthodontics), e as seguintes resinas: Grupo I – composto por resinas fotopolimerizáveis, 2 resinas com flúor designadas como LA (Light Bond – Reliance) e LB (Sequence –Ormco) , e 5 resinas sem flúor, designadas de LC (Light Bond – Reliance), LD (Transbond – Unitek), LE (Spectrum – American Orthodontics), LF (Ultra Light – TP Orthodontics) e LG (Monolok 2 – Rocky Mountain Orthodontics), e Grupo II – composto por resinas autopolimerizáveis, uma com flúor, designada de resina SA (Rely-a-Bond – Reliance), e 6 resinas sem flúor, designadas de SB (Rely-a-Bond – Reliance), SC (Right On – TP Orthodontics), SD (System 1+ – Ormco), SE (Unite – Unitek), SF (Monolok – Rocky Mountain Orthodontics) e SG (No Mix30 – American Orthodontics). Após a colagem, os corpos-de-prova foram armazenados em Normosol-R, a 37°C, por 72 horas antes do teste. Os ensaios mecânicos para cisalhamento foram realizados na máquina universal *Instron*, com velocidade de carga de 0,5 mm/minuto. A resistência ao cisalhamento foi registrada em libras por polegada quadrada, e transformada em Megapascal. Os resultados médios da resistência ao cisalhamento para as resinas fotopolimerizáveis com flúor foram os seguintes: LA - Light Bond (27,4 MPa), LB - Sequence (21,9 MPa), e para as resinas sem flúor: LC - Light Bond (24,1 MPa), LD - Transbond (18,9 MPa), LE - Spectrum (24,1 MPa), LF - Ultra Light (20,8 MPa) e LG - Monolok 2 (10,7 MPa). Para as resinas quimicamente ativadas com flúor as médias foram de: SA - Rely-a-Bond (19,0 MPa), e para as resinas sem flúor foram: SB - Rely-a-Bond (17,2 MPa), SC - Right On (23,9 MPa), SD - System 1+ (23,7 MPa), SE - Unite (23,4 MPa), SF - Monolok (23,8 MPa) e SG - No Mix30 (22,9 MPa). As características de cada amostra, após a descolagem, foram avaliadas

com microscópio estéril e determinadas pelo Índice de Adesivo Remanescente (IAR), sendo calculado o valor médio para cada grupo. A resina LB apresentou o menor escore IAR (0,33) quando comparada com a resina LF (1,20) e a resina LG (1,80). As resinas LA, LB, LC, LD e LE não apresentaram diferença estatística entre seus escores (0,47; 0,33; 0,60; 0,73 e 0,73, respectivamente). Com relação às resinas autopolimerizáveis, a SA demonstrou o menor escore IAR (0,73) quando comparada com as resinas SD (2,13) e SE (1,87). A resina SA obteve o menor escore IAR quando comparada com as resinas SB (1,00), SC (1,27), SF (1,13) e SG (0,87). Os dados foram avaliados utilizando a Análise de Variância e o Teste de *Student-Newman-Keuls* $p<0,05$, e os seguintes resultados foram obtidos: Grupo I - a resina LA tinha maior força de adesão quando comparada com LD e LG, entretanto, LA demonstrou ter maior força de adesão quando comparada com LB, LC, LE e LF. Com relação ao escore IAR, a resina LB tinha o menor escore IAR quando comparada com a LF e LG, enquanto as resinas LA, LB, LC, LD e LE não apresentaram diferença significativa nos seus escores. Grupo II – a resina SB mostrou menor força de adesão quando comparada com SC, SD, SE, SF e SG; e a resina SA não tinha força de adesão significativamente diferente que SB, SC, SD, SE, SF e SG. A resina SA mostrou baixo escore IAR quando comparada com SD e SE, e ainda, SA tinha um baixo escore IAR quando comparada com SB, SC, SF e SG. Após análise dos resultados, os autores concluíram que as resinas com flúor foto e autopolimerizáveis tinham força de adesão favorável, assim como o escore IAR também se apresentou favorável, quando comparada com as versões sem flúor, e que as resinas ortodônticos com flúor podem ser utilizadas clinicamente, na colagem ortodôntica.

Lindauer *et al.* (1997) tinham como objetivo determinar se a profilaxia com pedra-pomes, realizada antes do condicionamento ácido, aumentava a força de adesão e a retenção dos braquetes ortodônticos. Utilizaram 45 pré-molares, extraídos por motivo ortodôntico, armazenados em solução salina. Colaram braquetes metálicos *Ultratrim*

(Dentaurum) com a resina fotopolimerizável (Transbond XT, 3M/Unitek) ou com a resina autopolimerizável (Accubond – 2 pastas, GAC). Em 24 dentes, a superfície foi preparada de acordo com as especificações dos fabricantes. A profilaxia foi omitida nos 21 dentes restantes. Quando possível, nos pré-molares superiores e nos segundos pré-molares inferiores, utilizaram as superfícies vestibular e lingual, levando a um total de 68 braquetes colados. Após a colagem, os dentes foram armazenados em solução salina por 7 dias. Os pré-molares com braquetes foram montados em gesso, e a força de adesão foi medida na máquina *Instron*, e registrada em MPa. Na análise estatística utilizaram a Análise de Variância. O teste de retenção clínica foi realizado em 85 pacientes, que escovaram seus dentes antes da colagem. Escolheram um lado da boca, para receber ou não a profilaxia com pedra-pomes, e realizaram a colagem com a resina Rely-a-Bond (Reliance), de acordo com o fabricante. Envolveram 1354 dentes, incluindo 681 no Grupo com profilaxia e 673 no grupo sem profilaxia. As fraturas de braquetes foram registradas durante dois anos, e quando um braquete descolava, registravam a fratura e o braquete era eliminado do estudo. Para análise dos dados, utilizaram o teste Qui-quadrado, e os resultados para resistência ao cisalhamento foram os seguintes: no grupo com profilaxia, resina autopolimerizável, braquete colado na vestibular (n=13), a força de adesão foi de $9,6 \pm 4,6$ MPa, na lingual (n=6) foi de $9,9 \pm 4,4$ MPa; no grupo com profilaxia, resina fotopolimerizável, com braquete colado na vestibular (n=11) foi de $9,1 \pm 4,6$ MPa e na lingual (n=6) foi de $11,1 \pm 5,8$ MPa; já para os grupos sem profilaxia com pedra-pomes, resina autopolimerizável, braquete colado na vestibular (n=10) a força de adesão foi de $8,8 \pm 3,8$ MPa e na lingual (n=5) foi de $7,6 \pm 2,2$ MPa; e para a resina fotopolimerizável, com braquete colado na vestibular (n=11) foi de $8,1 \pm 5,7$ MPa e na lingual (n=6) a força de adesão foi de $6,9 \pm 4,1$ MPa. A força de adesão média registrada para todos os grupos com profilaxia foi maior que para os sem profilaxia. A Análise de Variância mostrou que não havia diferença estatística significativa entre nenhum grupo testado ($F=0,91$; $p>0,20$). Quando os braquetes dos grupos individuais

foram combinados, incluindo todos os que foram colados com e sem profilaxia, polimerização química ou fotopolimerização, colados na superfície vestibular e lingual, as diferenças entre as médias dos grupos tornavam-se menores. Além disso, havia uma grande discrepância entre o grupo com profilaxia ($9,6 \pm 4,6$ MPa) e o grupo sem profilaxia ($7,8 \pm 4,4$ MPa). Ao eliminar da análise as superfícies linguais, a força de adesão média para o grupo com profilaxia caiu para $9,4 \pm 4,6$ MPa e aumentou para $8,4 \pm 4,8$ MPa para o grupo sem profilaxia. Em todos os grupos, a fratura do braquete ocorreu mais comumente na interface braquete-resina. Com relação aos resultados da retenção clínica observaram que, num período de tratamento de 2 anos, havia um total de 95 braquetes fraturados dos 1354 que foram colados (7% das fraturas) mas não incluíram o efeito cumulativo das fraturas repetidas no mesmo dente. Das 95 fraturas que ocorreram, 45 foram nos dentes com profilaxia e 50 nos sem profilaxia. O Teste Qui-quadrado confirmou que não havia diferença estatística nas fraturas avaliadas entre os dois grupos. Os segundos pré-molares superiores e inferiores tiveram mais fraturas de braquetes em ambos os grupos do que os outros dentes. Os resultados deste estudo não forneceram suporte claro a respeito da utilização da profilaxia com pedra-pomes. A força de adesão *in vitro* foi similar nas amostras, com e sem profilaxia. Entretanto, as superfícies sem profilaxia mostraram retenção de placa e restos de alimentos em algumas áreas após o condicionamento. Clinicamente, as taxas de fratura dos braquetes eram similares, se havia ou não profilaxia, como parte do procedimento de colagem. A limpeza dos dentes antes da colagem ortodôntica, ainda é recomendada para remover o acúmulo de placa.

Nkenke *et al.* (1997) investigaram a força de adesão de três resinas diferentes, Concise, Sequence, System 1, e um ionômero de vidro, Photac Fil Applicap, utilizando 5 tipos diferentes de braquetes (Metálico: *Diamond bracket*; Plástico: *Spirit bracket* e *Edgewise bracket*; Cerâmico: *Allure III* e o *Transcend* 2000) colados em 450 dentes bovinos recém extraídos, polidos com pedra-pomes, incluídos em resina acrílica e armazenados em solução

salina, por 72 horas, em temperatura ambiente. No Grupo controle, utilizaram braquete metálico (*Diamond*) com resina Concise para a colagem. O teste foi realizado na Máquina de Teste Universal com velocidade de 0,2 mm/min, e a força foi medida em Newtons e transformada em MPa. Os resultados médios alcançados para a resistência ao cisalhamento, de acordo com o tipo de material e o tipo de braquete, foram os seguintes: Concise – *Diamond* ($8,04 \pm 3,14$ MPa), System 1 – braquete *Spirit* ($7,36 \pm 2,12$ MPa), System 1 – *Dentaurum* ($7,23 \pm 1,96$ MPa), Sequence – *Allure* III ($6,43 \pm 2,00$ MPa), Concise – *Allure* III ($6,14 \pm 2,45$ MPa), Concise – *Transcend* 2000 ($5,71 \pm 1,90$ MPa), Sequence – *Transcend* 2000 ($5,56 \pm 1,94$ MPa), Photac Fil – *Allure* III ($3,37 \pm 1,21$ MPa) e Photac Fil – *Transcend* 2000 ($2,82 \pm 1,25$ MPa). Após o teste, a região da fratura foi examinada com microscópio eletrônico. Para análise dos dados utilizaram a Análise de *Weibull*, e verificaram que os braquetes com base em malha colados com resina Concise atingiram a maior força (8,04 MPa). A falha na adesão ocorreu predominantemente na junção braquete-adesivo, para maioria dos sistemas adesivos, com exceção dos braquetes cerâmicos com base silano-tratada (*Allure* III) em combinação com o cimento de ionômero de vidro fotopolimerizável (Photac Fil) onde a falha ocorreu em ambas as junções braquete-adesivo, e adesivo-esmalte. Em 55% das amostras não havia local preferencial para as fraturas. Considerando o braquete cerâmico com base silano-tratada, colado no esmalte, com uma resina fotopolimerizável, liberadora de flúor (Sequence), a falha ocorreu em 38%. Após análise dos dados, os autores chegaram às seguintes conclusões: (1) O braquete metálico com base em malha (*Diamond*) colado com a resina Concise e os braquetes de plástico (*Dentaurum Edgwise* e *Spirit*) colados com a resina System 1 obtiveram alta resistência de adesão ao esmalte, porém havia risco de fratura do esmalte durante a descolagem dos braquetes porque a probabilidade de ocorrer 90% de falha excedia 10 MPa. (2) Os braquetes colados com cimento de ionômero de vidro (Photac Fil) produziram valores baixos para força de adesão em 10% e 90% de probabilidade de ocorrerem falhas ($\sigma_{10} = 1,84$ MPa e

σ_{90} = 4,92 MPa para o *Allure III*, e para o *Transcend 2000* foi de σ_{10} = 1,31 MPa e σ_{90} = 4,44 MPa). Portanto, esperavam um grande número de falhas na adesão e não recomendaram seu uso clínico. (3) O braquete cerâmico com base silano-tratada (*Allure III*) mostrou alta resistência adesiva para a probabilidade de 10% de falha (σ_{10} = 3,54 MPa) usando a resina ortodôntica fotopolimerizável (*Sequence*), ocorrendo poucas falhas adesivas durante o tratamento ortodôntico, demonstrando que o risco de ocorrer fratura do esmalte era pequeno, devido à probabilidade de 90% de falha não exceder 10 MPa (σ_{90} = 9,43 MPa). Portanto, este sistema adesivo-braquete foi especialmente recomendado.

Meng; Li e Wang (1998) avaliaram a força de adesão, a distribuição da fratura na interface e detectaram o destacamento do esmalte, quando realizaram aplicação de flúor após o condicionamento ácido. Utilizaram 40 pré-molares humanos, extraídos de adolescentes, os quais foram lavados e imersos em soro fisiológico, em caixa plástica fechada, por no máximo 3 meses, até o teste. Os dentes selecionados eram hígidos e não deveriam ter sido armazenados em agentes químicos, como peróxido de hidrogênio ou formalina, e foram divididos aleatoriamente em dois grupos. Realizaram a profilaxia da superfície vestibular com pedra-pomes, por 10 segundos, lavaram com água e secaram. Condicionaram o esmalte por 15 segundos, lavaram com água por 10 segundos, e secaram com jato de ar. Entretanto, as coroas foram imersas em gel de flúor fosfato acidulado (APF) por 4 minutos, lavaram com água por 10 segundos e secaram. Demarcaram o contorno da base do braquete no pré-molar dos dois grupos com um lápis, ficando a superfície externa à área do condicionamento coberta com esmalte de unha vermelho antes da colagem. O agente adesivo (*Concise*) foi aplicado na superfície condicionada e na base do braquete, e em seguida, a resina foi aplicada na base do braquete, o qual foi pressionado na superfície vestibular, e os excessos foram removidos com sonda exploradora. Todos os 40 espécimes foram imersos em água a 37°C, por 24 horas e testados na máquina *Instron* com velocidade de 2 mm/minuto. A análise dos dados foi realizada

pelo Teste T, pela Análise de Variância e pelo Teste *Scheffé*. As médias da força de adesão do grupo 1 e 2 foram, respectivamente: 0,77 Kg/mm² e 0,52 Kg/mm², sendo que o desvio padrão para ambos os grupos foi de 0,02 Kg/mm². A força de adesão do grupo 1 foi maior que a do grupo 2, com diferença estatística significativa ($p < 0,05$). Quanto à interface de descolagem, vários tipos foram encontrados: (1) entre a resina e a base do braquete, (2) fratura coesiva dentro da própria resina, (3) entre a resina e o esmalte, e (4) destacamento do esmalte. Este destacamento foi encontrado somente no grupo 2. O valor de comparação entre os dois grupos e os 4 tipos de interface de descolagem foi 17,87, sendo considerado diferente estatisticamente. O valor entre a comparação dos dois grupos foi 0,05, não sendo significantemente diferente ($p > 0,05$). Comparando os 4 tipos de interface de descolagem, o valor encontrado foi de 327,99, sendo considerado estatisticamente diferente ($p < 0,05$). A classificação da interface de descolagem foi resina-metal > resina-esmalte > dentro da própria resina > destacamento do esmalte. Após análise dos resultados, os autores concluíram que: a força de adesão do grupo controle foi maior que no grupo que aplicou o APF; o destacamento do esmalte foi maior quando da aplicação de APF; a aplicação profilática de flúor fosfato acidulado no esmalte condicionado apresentou efeito adverso na adesão ortodôntica.

Shammaa *et al.* (1999) compararam, *in vitro*, a força para descolagem de braquetes ortodônticos, utilizando três adesivos; realizaram inspeção, *in vivo*, da proporção dos adesivos nos braquetes, relacionada ao gênero do paciente, ao tipo de maloclusão, ao tipo de tratamento, à posição do braquete, e ao tipo do dente; e avaliaram a interface de descolagem dos três adesivos, *in vitro* e *in vivo*. Neste estudo, utilizaram os seguintes materiais: Fuji Ortho LC (GC América Inc) - ionômero de vidro reforçado por resina composta fotopolimerizável, com flúor, sem condicionamento ácido e em superfícies úmidas e secas; Resilience L3 (Confidential) - resina composta fotopolimerizável, sem flúor, com condicionamento ácido e superfície seca; Light Bond (Reliance Orthodontic) - resina composta fotopolimerizável, com

flúor, com condicionamento ácido e campo seco. Para verificar a força para descolagem do braquete *in vitro*, utilizaram 80 pré-molares, aleatoriamente divididos em 4 grupos: Grupo A = Fuji Ortho LC em superfícies úmidas; Grupo B = Fuji Ortho LC, em superfícies secas; Grupo C = Resilience L3; Grupo D = Light Bond. Todas as superfícies vestibulares foram limpas com pasta profilática e lavadas com água. Nos grupos C e D, o condicionamento foi com solução de ácido fosfórico a 37%, por 30 segundos, seguido de lavagem e secagem completa. Nos grupos A e B não foi realizado o condicionamento ácido. Utilizaram braquetes metálicos para pré-molares com área de 2,91 x 3,96 mm. Todas as amostras dos Grupos A, C e D foram armazenadas em solução salina até o teste. As amostras do Grupo B (Fuji Ortho LC) foram secas 24 horas antes do teste, para verificar se a sua desidratação influenciaria a força de descolagem do braquete. Cada dente foi montado verticalmente em gesso pedra deixando a coroa exposta. A força de descolagem foi determinada na máquina de teste MTS e registrada em Newton, com velocidade de carga de 1 mm/min. Os valores médios registrados para resistência ao cisalhamento foram os seguintes: Light-Bond ($134,335 \pm 49,127$ N), Resilience L3 ($124,031 \pm 41,951$ N), Fuji Ortho LC superfície úmida ($64,050 \pm 27,932$ N) e Fuji Ortho LC superfície seca ($90,091 \pm 39,708$ N). Os dados foram submetidos a Análise de Variância e ao Teste de *Tukey-Kramer*, com nível de significância de 0,05. Para observar a interface de descolagem foram utilizados os braquetes do estudo *in vitro* e os que falharam no estudo *in vivo*, os quais foram examinados com microscópio ótico com aumento de 10 vezes, para determinar o local da falha. O adesivo remanescente foi classificado, utilizando o Índice de Adesivo Remanescente Modificado (IAR). Verificaram diferença significativa na força de descolagem dos braquetes entre os quatro grupos testados ($p < 0,001$), utilizando a Análise de Variância. Encontraram diferenças significantes entre a Light Bond ($134,335 \pm 49,127$ N) e o Fuji Ortho LC sem condicionamento em superfícies úmidas ($64,050 \pm 27,932$ N) e secas ($90,09 \pm 39,708$ N), assim como entre a Resilience L3 ($124,031 \pm 41,951$ N) e o Fuji Ortho LC sem

condicionamento nas duas condições (úmida e seca). Não encontraram diferença significativa entre a Light Bond e a Resilience L3, assim como não encontraram diferença significativa entre o Fuji Ortho LC sem condicionamento nas duas condições. Nenhuma diferença significativa foi encontrada na inspeção do braquete colado distribuído entre os adesivos. Os resultados da interface de descolagem mostraram que no estudo *in vitro*, todos os braquetes colados com Fuji Ortho LC, sem condicionamento em qualquer uma das condições, superfície úmida ou seca, tiveram escore IAR igual a 5. A maioria dos braquetes colados com Light Bond e Resilience L3 tinha escore igual a 4 ou 5. Poucos braquetes colados com a Resilience L3 tiveram um escore IAR de 0, 1, 2 ou 3 e somente um dos braquetes colados com a Light Bond tinha escore 1. Para o estudo *in vivo*, a maioria dos braquetes colados com Fuji Ortho LC sem condicionamento tinha escore 5. Alguns deles tiveram escore 1, 3 ou 4. A maioria dos braquetes colados com a Resilience L3 e a Light Bond tinha escore 0, 4 ou 5. Após análise dos resultados, os autores concluíram que a força de descolagem *in vitro* dos braquetes colados com Fuji Ortho LC foi significativamente menor do que a das resinas convencionais. Entretanto, os dados *in vivo* mostraram que uma nova geração de cimentos de ionômero de vidro, assim como o Fuji Ortho LC, pôde apresentar força de adesão adequada para ser utilizado no tratamento ortodôntico, particularmente em áreas onde foi difícil conseguir o controle da umidade.

Bishara *et al.* (1999) compararam os efeitos do tempo na resistência adesiva de um ionômero de vidro modificado por resina (Fuji Ortho LC) e uma resina composta (Transbond XT), especificamente após 30 minutos e após 24 horas da colagem do braquete. Utilizaram 91 molares humanos, armazenados em solução de timol a 0,1%. Os dentes selecionados estavam hígidos e não tinham sido expostos a nenhum tipo de agente químico (peróxido de hidrogênio). Realizaram a profilaxia com pasta sem flúor e taça de borracha, por 10 segundos. Os dentes foram embutidos em tubo de PVC, preenchido com acrílico, e montados perpendicularmente ao fundo do molde, utilizando um gabarito, de modo que a

superfície vestibular ficasse paralela à força durante o teste. O procedimento de colagem foi realizado de acordo com as instruções dos fabricantes, utilizando braquetes para incisivos centrais superiores, com área de 11,7 mm². Antes da fotopolimerização dos dois adesivos, os braquetes foram pressionados com uma força padronizada de 300 g com um dinamômetro Correx, e o excesso foi removido com uma sonda. Os Grupos 1 e 3 foram descolados após 30 minutos da colagem e os Grupos 2 e 4 foram descolados após 24 horas. Os corpos-de-prova foram submetidos aos ensaios mecânicos de cisalhamento na máquina de teste *Zwick*, com velocidade de 5 mm/minutos. Após a descolagem, os dentes e os braquetes foram examinados sob ampliação de 10 vezes, e o Índice de Adesivo Remanescente foi utilizado para avaliar a quantidade de adesivo remanescente e para definir o local onde ocorreu a falha, se foi entre o esmalte, o adesivo, e a base do braquete. Para análise estatística utilizaram a Análise de Variância, o Teste de *Duncan* e o Teste Qui-quadrado ($p \leq 0,05$). Os resultados da Análise de Variância demonstraram que havia diferença estatística entre os Grupos ($p=0,0001$). Em geral, a resistência à tensão de cisalhamento foi significativamente maior nos dois Grupos em que a descolagem foi após 24 horas, para o Fuji Ortho LC ($8,8 \pm 3,6$ MPa) e para a Transbond XT ($10,4 \pm 2,8$ MPa). Nos dois Grupos onde a descolagem ocorreu após 30 minutos, a resistência foi significativamente menor. Além disso, a força de adesão do Fuji Ortho LC ($0,4 \pm 1,0$ MPa) foi significativamente menor que a da Transbond XT ($5,2 \pm 2,9$ MPa). Os resultados do Teste Qui-quadrado indicaram diferença estatística significativa entre os 4 Grupos ($p=0,0001$). Além disso, o exame indicou que a descolagem do Fuji Ortho LC, após 24 horas, tinha a maioria dos escores IAR entre 4 e 5, indicando que a fratura neste Grupo ocorreu mais freqüentemente na interface esmalte-adesivo. Após análise dos resultados, os autores concluíram que o Fuji Ortho LC tinha uma resistência inicial mais baixa que aumentava em 24 horas. Em comparação, a Transbond XT tinha resistência significativamente mais forte no início da colagem, e que dobrava dentro de 24 horas; O Fuji Ortho LC e a resina Transbond XT apresentaram força de

adesão adequada após 24 horas.

Steckel; Rueggeberg e Whitford (1999) testaram a resistência ao cisalhamento de braquetes colados em esmalte bovino, utilizando três resinas ortodônticas com e sem flúor, as quais apresentavam três diferentes modos de polimerização: pasta única autopolimerizável, pasta-pasta autopolimerizável e fotopolimerizável. Examinaram o efeito da armazenagem, a curto e a longo prazo, em saliva artificial relacionado à adesão, e compararam o tempo de percurso e a quantidade de flúor liberada pelas resinas. Foram utilizados 360 incisivos bovinos, limpos e armazenados em azida sódica a 0,2% refrigerada. Em seguida, aplainaram sua superfície vestibular do esmalte e armazenaram em água destilada por 24 horas. Para a colagem dos braquetes, as superfícies aplainadas foram condicionadas com gel de ácido fosfórico a 32% (Ultradent), por 30 segundos, lavadas com água por 20 segundos, e secas com jato de ar, por 15 segundos. Utilizaram braquetes para incisivos inferiores da American Orthodontics, e as resinas: Rely-a-Bond com e sem flúor (pasta única autopolimerizável); Phase II com e sem flúor autopolimerizável; Light-Bond com e sem flúor fotopolimerizável. Os dentes colados foram montados em um gabarito de bronze cilíndrico utilizando-se gesso pedra de presa rápida, fixados de modo que a superfície aplainada estivesse paralela à área lisa do gabarito, deixando a superfície perpendicular ao fundo do cilindro. Os corpos-de-prova foram submetidos aos testes de cisalhamento na máquina *Instron*, com velocidade de carga de 1,27 mm/min, e os resultados registrados em Kg. Os resultados da resistência ao cisalhamento, após 1 dia de armazenagem e após 30 dias de armazenagem, foram os seguintes de acordo com o material: Rely-a-Bond sem flúor ($9,8 \pm 4,3$ MPa – $15,7 \pm 5,1$ MPa), Rely-a-Bond com flúor ($8,0 \pm 3,9$ MPa – $17,4 \pm 4,5$ MPa), Phase II sem flúor ($20,0 \pm 7,5$ MPa – $19,6 \pm 3,9$ MPa), Phase II com flúor ($22,1 \pm 5,3$ MPa – $22,5 \pm 4,8$ MPa), Light-Bond sem flúor ($15,0 \pm 5,9$ MPa – $16,7 \pm 4,4$ MPa) e Light-Bond com flúor ($20,4 \pm 5,4$ MPa – $22,2 \pm 4,5$ MPa). Na análise estatística utilizaram a Análise de Variância e o Teste de Tukey (0,05%). Verificaram aumento estatístico

significante para a resina quimicamente polimerizada, com flúor, após 30 dias de armazenamento em saliva artificial e para a resina fotopolimerizada, com flúor em ambos os períodos ($p < 0,001$). O tempo de armazenamento não tinha efeito sobre os valores de adesão destes dois produtos, mas isto foi associado com um aumento significativo no valor da adesão para a resina de pasta única, com e sem flúor ($p < 0,0001$). Havia, também, diferença significativa entre os valores de descolagem dos produtos. Depois de 1 dia de armazenamento em saliva artificial, os valores das resinas de pasta única, com e sem flúor, eram mais fracos do que daqueles outros dois produtos ($p = 0,0001$). Entre os produtos sem flúor armazenados por 30 dias, a força de adesão das quimicamente polimerizáveis foi maior que para qualquer uma das duas outras resinas ($p = 0,0035$). Entre as resinas com flúor, auto e fotopolimerizáveis, armazenadas por 30 dias, tiveram valores de descolagem equivalentes, e maiores que os da resina de pasta única ($p = 0,0001$). Após análise dos dados, os autores concluíram que: a presença do flúor não tinha nenhum efeito sobre a resistência adesiva, nem foi associada com o aumento do valor da descolagem para cada uma das resinas testadas; e entre as resinas sem flúor, a força de descolagem foi maior para a quimicamente polimerizada.

Chung e Piatti (2000) compararam a força de adesão clínica das resinas compostas Phase II com flúor (Reliance Orthodontic), com a Phase II sem flúor (Reliance Orthodontic). Vinte e três pessoas foram selecionadas, aleatoriamente com idade entre 11 e 21 anos. Em cada paciente, escolheram aleatoriamente um quadrante de cada arco, e colaram com a resina que liberava flúor, e o quadrante contralateral com a resina sem flúor. Colaram 370 braquetes, 186 com a resina com flúor e 184 com a sem flúor. A profilaxia foi realizada com pedra-pomes e taça de borracha, lavaram com água, secaram com jato de ar, e o condicionamento foi com ácido fosfórico a 37%, por 60 segundos, lavaram e secaram totalmente. As resinas foram utilizadas de acordo com as instruções do fabricante, e aplicadas na base do braquete e na superfície do dente, removendo seu excesso com sonda. Após 10

minutos na posição, verificaram se não havia interferências oclusais nos braquetes, e posicionaram os arcos. Utilizaram o Teste Qui-quadrado para análise dos dados ($p < 0,05$), e verificaram mais falhas no arco inferior do que no superior, porém, não havia diferença significativa entre as duas resinas; havia mais falhas em pré-molares do que em incisivos e caninos em ambos os grupos, sem diferença significativa. Após análise dos dados, os autores verificaram que: em um, três ou seis meses após a colagem, não havia diferença significativa na falha de adesão entre as resinas com e sem flúor; a maior parte das falhas ocorreu no período de 3 a 6 meses, para ambas as resinas; e os autores demonstraram que a resina Phase II que libera flúor foi clinicamente resistente, e pode ser utilizada na colagem.

Bishara *et al.* (2000) determinaram as alterações causadas pelo tipo de condicionador do esmalte na força de adesão de um ionômero de vidro modificado por resina, após 30 minutos da colagem dos braquetes. Utilizaram 96 molares humanos, armazenados em solução de timol a 0,1%. Os dentes selecionados eram hígidos e não deviam ter sido submetidos ao pré-tratamento com substâncias químicas, como o peróxido de hidrogênio. Em seguida, realizaram a profilaxia com pasta sem flúor e taça de borracha, por 10 segundos. Depois, os dentes foram embutidos em tubo de PVC com resina acrílica, utilizando um gabarito para manter a superfície vestibular do dente perpendicular ao fundo do molde, de modo que a superfície vestibular ficasse paralela à força durante o teste. Utilizaram dois sistemas adesivos ortodônticos: Fuji Ortho LC (ionômero de vidro reforçado por resina composta fotopolimerizável) e a Transbond XT (resina composta). Os corpos-de-prova foram divididos aleatoriamente, de acordo com o condicionador de esmalte e o tipo de adesivo, como segue: Grupo 1 – em 25 dentes o esmalte foi condicionado com o ácido poliacrílico a 10%, por 20 segundos, lavados por 20 segundos, e a colagem foi feita com o Fuji Ortho LC; Grupo 2 – em 25 dentes, o esmalte foi condicionado com o ácido poliacrílico a 20%, e os dentes foram tratados e colados como no Grupo 1; Grupo 3 – em 25 dentes, o esmalte foi condicionado com

gel de ácido fosfórico a 37%, por 30 segundos e lavados por 20 segundos. A colagem foi igual a realizada nos Grupos 1 e 2; Grupo 4 (controle) - em 21 dentes, o esmalte foi condicionado com gel de ácido fosfórico a 37%, como no Grupo 3, porém, a colagem foi realizada com a resina composta. Utilizaram braquetes metálicos para incisivos centrais superiores (3M), com área da base de $11,7\text{mm}^2$, e a colagem foi realizada de acordo com as instruções dos fabricantes. Os corpos-de-prova foram submetidos ao teste de cisalhamento na máquina de Teste *Zwick*, com velocidade de 5 mm/minuto. Após o teste, os dentes e os braquetes foram examinados sob uma ampliação de 10 vezes, utilizando o Índice de Adesivo Remanescente (IAR) para avaliar a quantidade de adesivo remanescente na superfície do esmalte e para definir o local onde ocorreu a falha na adesão. Para análise estatística, utilizaram a Análise de Variância, o Teste de *Duncan* e o Teste Qui-quadrado ($p \leq 0,05$). Os resultados da Análise de Variância comparando os 4 grupos, indicaram que havia diferença significativa entre os grupos. Em geral, a resistência à adesão foi significativamente maior nos 2 grupos condicionados com ácido fosfórico a 37%, para o Fuji Ortho LC ($6,1 \pm 2,7$ MPa) e para a Transbond XT ($5,2 \pm 2,9$ MPa). A resistência à adesão foi significativamente menor nos 2 grupos em que o esmalte foi condicionado com ácido poliacrílico. A força de adesão do ionômero de vidro modificado por resina, em que utilizaram o ácido poliacrílico a 10% ($0,4 \pm 1,0$ MPa) foi significativamente menor que a do grupo que foi condicionado com ácido poliacrílico a 20% ($3,3 \pm 2,6$ MPa). Com relação ao escore IAR, os resultados do Teste Qui-quadrado demonstraram diferença significativa entre os 4 grupos. Além disso, o exame indicou que o grupo colado com o Fuji Ortho LC em que o esmalte foi condicionado com ácido poliacrílico a 10%, tinha o maior escore IAR, de 4 a 5, indicando que ocorreu mais falha na interface esmalte-adesivo. Após análise dos resultados, concluíram que a resistência à adesão do Fuji Ortho LC pode aumentar significativamente nos primeiros 30 minutos após a colagem dos braquetes utilizando ácido fosfórico a 37% como agente condicionante do esmalte, ao invés de usar ácido poliacrílico a

10% ou 20%.

Graf e Jacobi (2000) compararam a força de adesão e o local onde ocorreu a fratura do braquete, utilizando o ionômero de vidro reforçado por resina, com flúor, com e sem condicionamento, e a resina fotopolimerizável, com flúor em diferentes condicionamentos. Neste estudo, utilizaram 40 pré-molares humanos hígidos, armazenados em solução de cloramina-T a 1%, os quais foram embutidos em tubo de PVC com resina acrílica, mantendo a superfície vestibular para cima. Em seguida, realizaram a profilaxia, e dividiram os dentes aleatoriamente, em 4 grupos. No Grupo 1: Fuji Ortho LC (GC) - não fizeram condicionamento, porém, a superfície de esmalte foi umedecida com água; no Grupo 2: Fuji Ortho LC (GC) - condicionamento com ácido fosfórico a 37%, por 30 segundos, superfície de esmalte umedecida; no Grupo 3: Light Bond (Reliance) - condicionamento com ácido fosfórico a 37 %, por 30 segundos, o esmalte estava seco; e no Grupo 4: Light Bond (Reliance) – utilizaram o sistema autocondicionante Etch & Prime 3.0 (Degussa), o esmalte estava seco. No Grupo 3 a superfície condicionada foi lavada com água por 30 segundos, seca e selada com agente adesivo, fotopolimerizado por 10 segundos. Em contraste, o adesivo auto-condicionante foi aplicado e mantido na superfície por 30 segundos. O excesso foi removido com jato de ar suave, por 5 segundos e fotopolimerizaram por 10 segundos. Utilizaram braquetes metálicos Ultra-Minitrim (Dentaurum) com base em malha, com 10,17 mm² de área. Removeram o excesso do adesivo antes da fotopolimerização com o aparelho Ortholux da 3M, e armazenaram os espécimes em água destilada por 48 horas, a 37°C. A resistência ao cisalhamento foi medida utilizando a máquina universal *Zwicki*, com velocidade de carga de 1 mm/min, em direção ocluso-gengival. Depois da descolagem, os dentes e os braquetes foram examinados em microscópio com aumento de 20 vezes para avaliar a quantidade de adesivo remanescente. Para análise dos dados utilizaram a Análise de Variância, o Teste de *Duncan* e o Teste Qui-quadrado, com nível de significância de 0,05, e observaram os seguintes resultados

médios com relação à força de adesão: Grupo 1 - $15,94 \pm 4,65$ MPa; Grupo 2 - $20,30 \pm 2,49$ MPa; Grupo 3 - $17,20 \pm 2,57$ MPa; Grupo 4 - $10,68 \pm 2,49$ MPa. Com a Análise de Variância verificaram que os resultados foram estatisticamente significantes ($p < 0,0001$), indicando que a diferença na força de adesão entre os adesivos foi provavelmente alta. O Teste de *Duncan* mostrou que a resina fotopolimerizável com Etch & Prime 3.0 apresentou força de adesão menor que a dos outros adesivos, entretanto, o Fuji Ortho LC com condicionamento tinha força de adesão maior que os outros adesivos. Quanto à quantidade de adesivo remanescente, o Teste Qui-quadrado revelou diferença significativa entre os vários grupos ($p = 0,0085$). O local da fratura foi relacionado ao condicionamento da superfície. As alternativas, com e sem condicionamento, fraturaram mais freqüentemente na interface adesivo-esmalte, entretanto, o grupo do ácido fosfórico demonstrou mais fraturas coesivas ou fraturas adesivas do lado do braquete. Já o Fuji Ortho LC, sem condicionamento, mostrou uma separação sem remanescentes no esmalte. Os autores concluíram que, o cimento de ionômero de vidro reforçado com resina (Fuji Ortho LC) utilizado em ambiente úmido e sem condicionamento do esmalte, ofereceu força de adesão clinicamente aceitável para a colagem direta de braquetes ortodônticos, sem prejudicar a superfície de esmalte durante a descolagem. Porém, quando for necessária uma força de adesão máxima, foi aconselhado tratar a superfície do dente com ácido fosfórico.

Simplicio (2000) avaliou o potencial cariostático pela quantificação da liberação de flúor dos adesivos por meio de dosagens com um eletrodo íon específico, durante ciclagens de pH; e pela análise da instalação e da extensão de lesões de cáries artificiais adjacentes aos acessórios, colados com diferentes materiais, por meio de medidas de dureza do esmalte. Além disso, comparou a força de adesão dos mesmos, por meio de ensaios mecânicos de cisalhamento, avaliou os modos de fratura e a presença de danos causados ao esmalte, após os testes, por meio de microscopia óptica. Para avaliar a força de adesão utilizou 120 pré-molares

superiores, limpos, lavados com água destilada deionizada e armazenados em solução de formol a 2 %, em temperatura ambiente. Selecionou dentes hígidos com uma lupa, e demarcou a superfície vestibular com lápis grafite para determinar a sua porção central, traçando uma linha cérvico-oclusal e uma vestibulo-lingual. Fixou o dente com cera pegajosa a um esquadro acrílico, mantendo a face vestibular paralela à superfície do mesmo. Depois, o conjunto dente/esquadro foi fixado, com cera pegajosa, a um tubo de PVC, mantendo a coroa centralizada e a raiz completamente inserida no interior do tubo, o qual foi preenchido com gesso pedra tipo IV. Em seguida, os dentes montados foram armazenados em água destilada, em temperatura ambiente. Os 120 corpos-de-prova foram divididos aleatoriamente em seis grupos de 20, de acordo com o material utilizado: Grupo A – Concise, Grupo B – Rely-a-Bond, Grupo C – Sequence com adesivo FluoroBond VLC, Grupo D – Fuji Ortho LC – esmalte condicionado com ácido fosfórico, Grupo E – Fuji Ortho LC – esmalte condicionado com ácido poliacrílico e Grupo F – Fuji Ortho LC – sem condicionamento. A colagem foi realizada de acordo com as instruções dos fabricantes de cada material, obedecendo os seguintes passos: 1- Profilaxia com taça de borracha, pedra-pomes e água destilada, por 10 segundos; 2- Lavagem com jato de água e ar, por 15 segundos; 3- Secagem com jato de ar, livre de umidade, por 10 segundos; 4- Delimitação da área de colagem com máscara de plástico adesivo com um orifício central de 3 mm de diâmetro, realizado com perfurador de couro, para padronizar a área de colagem; 5- Condicionamento do esmalte – nos Grupos A, B, C e D com gel de ácido fosfórico a 37%, por 30 segundos. No Grupo E o condicionamento foi realizado com ácido poliacrílico a 10%, por 20 segundos, enquanto no Grupo F não foi realizado nenhum tratamento do esmalte além da profilaxia; 6- Lavagem pós-condicionamento – realizada com jato de água e ar por 15 segundos, mesmo no Grupo que não foi condicionado; 7- Secagem pós-condicionamento – nos Grupos A, B e C a secagem foi rigorosa, com jato de ar, por 10 segundos. Nos Grupos D, E e F somente o excesso de água foi removido com jato de ar por 1 segundo, mantendo a superfície

úmida; 8- Aplicação do adesivo – nos Grupos A, B e C aplicou uma fina camada de adesivo, com pincel descartável. No Grupo C, o adesivo foi fotopolimerizado por 20 segundos, com lâmpada halógena. Nos Grupos D, E e F não aplicou nenhum adesivo; 9- Colagem – manipulou e aplicou uma pequena porção na base do braquete, que foi posicionado na área delimitada com pinça clínica, sendo o excesso removido com lâmina de bisturi nº 15, antes da presa do material. Fotopolimerizou as amostras dos Grupos C, D, E e F por 40 segundos (10 segundos para cada superfície). Os corpos-de-prova, após a colagem foram armazenados imersos em água destilada deionizada e mantidos em estufa a 37°C por 48 horas, e em seguida, foram submetidos aos ensaios mecânicos de cisalhamento numa máquina universal, com velocidade de carga de 0,5 mm/min. As cargas de ruptura foram registradas em Newtons (N) e convertidas em Megapascal (MPa). A avaliação do padrão de descolagem foi realizada com lupa, com aumento de 10 vezes, utilizando o Índice de Adesivo Remanescente (IAR). Na análise estatística utilizou a Análise de Variância e o Teste de *Tukey* (5%). Os resultados da Análise de Variância para os valores de resistência ao cisalhamento demonstraram diferença estatística significativa entre os grupos com as seguintes médias: Grupo A – $21,45 \pm 5,47$ MPa, Grupo B – $13,16 \pm 4,87$ MPa, Grupo C – $17,72 \pm 4,40$ MPa, Grupo D – $15,67 \pm 4,45$ MPa, Grupo E – $13,89 \pm 5,62$ MPa, Grupo F – $8,71 \pm 3,51$ MPa. O Teste de *Tukey* demonstrou que o Grupo F (Fuji Ortho LC sem condicionamento) apresentou resistência média significativamente inferior a todos os demais grupos. O grupo A (Concise) apresentou média significativamente superior a todos os demais, exceto o Grupo C (Sequence), que apresentou média significativamente superior à Rely-a-Bond. Os grupos D (Fuji Ortho LC/ácido fosfórico) e E (Fuji Ortho LC/ácido poliacrílico) apresentaram desempenho equivalente ao das resinas Sequence e Rely-a-Bond. A análise estatística do IAR, mostrou que o Grupo F (Fuji Ortho LC sem condicionamento) apresentou um único escore, evidenciando que este tratamento era diferente dos demais, e independente de qualquer teste estatístico. Além disso, este Grupo apresentou IAR médio

significativamente inferior a todos os outros, por isso, realizou a análise dos dados com apenas os outros cinco grupos. Com o Teste de *Tukey* verificou que os Grupos C (Sequence), E (Fuji Ortho LC/ácido poliacrílico), A (Concise) e B (Rely-a-Bond) não apresentaram diferença significativa entre eles. O mesmo ocorreu com os Grupos B e D (Fuji Ortho LC/ácido fosfórico). Porém, os Grupos C, E e A diferem significativamente do Grupo Fuji Ortho LC/ácido fosfórico. Observou cinco casos de fraturas extensas do esmalte, sendo três no Grupo A (Concise- 15%), e dois no Grupo C (Sequence- 10%). Após análise dos resultados, o autor concluiu que o CIVMR, quando utilizado sem condicionamento, apresentou força de adesão significativamente menor que os demais materiais, e quando associado ao condicionamento do esmalte (com ácido fosfórico ou ácido poliacrílico) equiparou-se às resinas fotoativadas e de pasta única; o CIVMR sem condicionamento, apresentou remanescente de adesivo no esmalte, porém, quando associado ao condicionamento, comportou-se de forma variada, e semelhante às resinas compostas; observou casos de fratura extensa do esmalte nos Grupos que apresentaram os maiores valores de força de adesão (resinas compostas convencionais e fotoativadas); o CIVMR demonstrou possuir propriedades que indicam seu uso clínico para colagens ortodônticas, principalmente para os pacientes que já apresentam indícios de risco à cárie.

Correr Sobrinho *et al.* (2002) avaliaram a resistência ao cisalhamento de braquetes colados ao esmalte dental após 10 minutos e após 24 horas, utilizando quatro materiais ativados por diferentes sistemas, e os tipos de falhas que ocorreram. Selecionaram para este estudo 64 pré-molares humanos, íntegros e recém extraídos que, após a limpeza, tiveram suas raízes incluídas em tubos de PVC, preenchidos com resina acrílica. A seguir, realizaram a profilaxia das superfícies vestibulares por 10 segundos, lavaram com água por 10 segundos, e secaram com jato de ar, livre de óleo. Prepararam 8 dentes para cada material e tempo de armazenagem, totalizando 64 corpos-de-prova. Para colagem dos braquetes utilizaram as resinas Concise (3M) e Z-100 (3M), e os ionômeros Fuji Ortho LC e Fuji I, de

acordo com as recomendações dos fabricantes. Para os Grupos que foram colados com as resinas Concise e Z-100, o condicionamento foi realizado com ácido fosfórico a 35%, por 30 segundos, seguido pela lavagem por 20 segundos e pela secagem, também por 20 segundos. Para os Grupos colados com os cimentos de ionômero de vidro Fuji I (GC) e Fuji Ortho LC (GC), não realizaram nenhum tipo de condicionamento. Para padronizar a posição dos braquetes durante a colagem utilizaram o posicionador AX-55 (Morelli), mantendo o *slot* a uma distância de 3,5 mm da cúspide do dente. O adesivo utilizado com a resina Concise foi o do próprio sistema, e para resina Z-100 utilizaram 2 camadas do adesivo Single Bond (3M), fotopolimerizado por 10 segundos com o aparelho halógeno XL 3000 (3M), em seguida, aplicaram a resina, e fotopolimerizaram por 40 segundos. O Fuji Ortho LC, também foi fotopolimerizado por 40 segundos. Após a colagem, os corpos-de-prova foram submetidos ao teste de resistência ao cisalhamento na máquina *Instron*, com velocidade de 0,5 mm/min, nos tempos de 10 minutos e 24 horas, após armazenamento em estufa a 37°C. Os valores de resistência foram transformados em MPa e submetidos à Análise de Variância e ao Teste de *Tukey* a 5%. Os resultados médios obtidos para resistência ao cisalhamento após 10 minutos e após 24 horas foram os seguintes, respectivamente: Concise ($6,22 \pm 0,28$ MPa – $7,73 \pm 0,21$ MPa), Fuji Ortho LC ($3,32 \pm 0,16$ – $5,10 \pm 0,37$ MPa), Z-100 ($2,72 \pm 0,38$ MPa – $4,51 \pm 0,32$ MPa) e para o Fuji I ($2,52 \pm 0,30$ MPa – $4,54 \pm 0,15$ MPa). Posteriormente, as superfícies vestibulares e a base dos braquetes foram observadas em lupa estereoscópica, com a finalidade de verificar o modo de fratura de cada grupo. Após análise dos resultados, os autores concluíram, que: os maiores valores de resistência ao cisalhamento aos 10 minutos e em 24 horas foram obtidos com a resina composta Concise, com diferença estatisticamente significativa em relação ao Fuji Ortho LC, Z-100 e Fuji I, e que nenhuma diferença estatística foi observada entre o Fuji Ortho LC, Z-100 e Fuji I; ocorreu aumento nos valores de resistência ao cisalhamento para os quatro materiais estudados, no período de 24 horas, com diferença

estatisticamente significativa em relação ao ensaio de 10 minutos; as falhas que ocorreram para os materiais FUJI I, Concise e Z-100 foram predominantemente adesivas, enquanto, para o Fuji Ortho LC foram adesivas e coesivas.

Kawakami *et al.* (2003) avaliaram a resistência ao cisalhamento e o padrão de descolagem dos materiais Concise Ortodôntico e Fuji Ortho LC, após 48 horas e após 10 dias. Neste estudo, utilizaram terceiros molares superiores e inferiores, inclusos e hígidos, os quais foram limpos e armazenados em solução de formol a 2%, em temperatura ambiente. Vinte e quatro horas antes do início do experimento, os dentes foram removidos do formol, lavados e imersos em água destilada deionizada. Em seguida, foram distribuídos aleatoriamente em três grupos com 30 dentes cada: Grupo I – Concise Ortodôntico, Grupo II – Fuji Ortho LC, com condicionamento ácido e Grupo III – Fuji Ortho LC, sem condicionamento ácido. Adaptaram com auxílio de um brunidor, uma fita adesiva com um orifício de 4 mm de diâmetro na superfície vestibular, lingual ou palatina dos molares, confeccionado com alicate perfurador. Sobre a fita adesiva, foi fixada com cera aquecida uma matriz de teflon, confeccionada previamente, com 4 mm de diâmetro interno, 3,2 mm de altura nas proximais e 2,2 mm nos lados superior e inferior, com sua base curva acompanhando a superfície dos molares. A luz da matriz coincidia com o orifício da fita adesiva, e a curvatura da base com a superfície dentária. Após a adaptação da matriz, lavaram todos os grupos, com água destilada deionizada, utilizando uma seringa hipodérmica; secaram com jato de ar, livre de umidade, por 10 segundos. A área delimitada nos grupos experimentais I e II foi condicionada com gel de ácido fosfórico a 37%, por 30 segundos, enquanto, no grupo III não foi realizado nenhum tratamento do esmalte além da irrigação com água destilada deionizada; lavagem pós-condicionamento, em todos os grupos com água destilada deionizada, por 15 segundos, e secagem pós-condicionamento rigorosa, realizada nos três grupos, com jato de ar, por 10 segundos. Nos grupos II e III, a superfície exposta foi umedecida com água destilada deionizada, aplicada com

microbrush. No grupo I, aplicaram uma fina camada de adesivo com pincel descartável. Nos grupos II e III não foi aplicado nenhum tipo de adesivo. Após a manipulação, foram inseridas pequenas porções do material com espátulas plásticas, até o preenchimento completo da matriz. As amostras dos grupos II e III foram fotopolimerizadas por 40 segundos, e mantidas em condições ambientais por 10 minutos, para a polimerização subsequente, quando então removeram o tubo de teflon com lâmina de bisturi nº 11, permanecendo apenas o material aderido à superfície dentária. Para padronizar a posição do dente e a direção de aplicação da força na interface adesivo-dente, utilizaram um molde de alumínio cilíndrico. Os corpos-de-prova foram armazenados, imersos em água destilada deionizada, em estufa a $37^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, por 48 horas ou 10 dias, quando foram submetidos ao ensaio mecânico de cisalhamento na máquina universal *Kratos*, com velocidade de 0,5 mm/min. Os valores médios da resistência ao cisalhamento, relacionando o material com o tempo de 48 horas e 10 dias, foram respectivamente: Grupo I – Concise ($20,10 \pm 1,44$ MPa – $20,62 \pm 1,53$ MPa); Grupo II – Fuji Ortho LC com condicionamento ($11,86 \pm 0,58$ MPa – $14,72 \pm 0,80$ MPa); Grupo III – Fuji Ortho LC ($5,28 \pm 0,36$ MPa – $8,73 \pm 0,44$ MPa). Em seguida, realizaram a análise do padrão de descolagem utilizando o Índice de Adesivo Remanescente (IAR). Avaliaram os tipos de fratura, utilizando a classificação de Marra, acrescentando mais dois escores possíveis: 1) adesiva na interface material/esmalte (a); 2) fratura de esmalte (e); 3) adesiva na interface material/esmalte associada à fratura coesiva no material (a/c); 4) adesiva na interface material/esmalte associada à fratura de esmalte (a/e); 5) fratura coesiva no material (c); e 6) fratura coesiva no material associada à fratura do esmalte (c/e). As fraturas foram consideradas como parciais, quando apenas parte do esmalte foi removido da superfície dentária após o teste, e consideradas totais, quando todo o esmalte na interface esmalte/adesivo foi fraturado e permaneceu aderido no cilindro do material adesivo. Para avaliar os resultados, utilizaram a Análise de Variância, o Teste F, o Teste de *Tukey*, o Teste Qui-quadrado e o Teste Exato de *Fisher*, com nível mínimo

de significância de 5%. O Teste F detectou diferenças significativas ao nível de 1%, indicando que existia influência tanto do material quanto do tempo na resistência ao cisalhamento, e que esse efeito é dependente da interação do material com o tempo. O Teste de *Tukey* determinou diferenças significativas entre todos os materiais em ambos os tempos, porém, o material Concise apresentou as maiores médias para a resistência ao cisalhamento em ambos os tempos, e o Fuji Ortho LC, sem condicionamento ácido, as menores em ambos os tempos. Verificaram que não havia aumento significativo da resistência do material Concise de 48 horas para 10 dias, ocorrendo o mesmo com o Fuji Ortho LC, com e sem condicionamento ácido. O Teste Qui-quadrado indicou diferença significativa nas respostas para as variáveis IAR, MARRA e tipos de fraturas de esmalte entre os tratamentos. Para a variável IAR observaram que o Grupo I não diferiu do Grupo II após 48 horas e do Grupo III após 10 dias, mas foi significativamente diferente do Grupo III após 48 horas e do Grupo II após 10 dias. O Teste Exato de *Fisher* acusou diferenças significativas entre os materiais Fuji Ortho LC, com e sem condicionamento ácido nos dois tempos, assim como detectou diferenças significativas entre os tempos, apenas para as variáveis MARRA e tipos de fratura de esmalte no Grupo I. Para os tipos de fratura de esmalte não foi encontrada diferença significativa entre os materiais, quando se comparou o Grupo II com o Grupo III após 48 horas. Observaram que o Grupo I, em 48 horas, apresentou na maioria dos corpos-de-prova uma fratura parcial do esmalte, contrapondo-se aos Grupos II e III, que não apresentaram fraturas de esmalte nas suas amostras. Aos 10 dias, a maioria das amostras do Grupo I apresentou fratura total do esmalte, enquanto no Grupo II a maioria das amostras não apresentou fratura de esmalte, e o Grupo III não apresentou nenhuma forma de fratura. Diante dos resultados obtidos, os autores concluíram que: com relação à força de adesão, a resina Concise apresentou o maior valor, com significância estatística, do que o Fuji Ortho LC, e entre os grupos do cimento de ionômero de vidro, o grupo com condicionamento ácido apresentou valores maiores que o grupo sem condicionamento; apenas os grupos com o

Fuji Ortho LC apresentaram aumentos significativos de 48 horas para 10 dias; com relação ao padrão de descolagem, o Fuji Ortho LC, sem condicionamento ácido do esmalte, nos dois períodos avaliados, não apresentou adesivo remanescente no esmalte, na maioria dos casos, ao passo que, no grupo do cimento de ionômero de vidro com condicionamento ácido, foi mais freqüente a presença de adesivo remanescente; observaram um grande número de fraturas de esmalte, parciais ou totais, em ambos os grupos com condicionamento, principalmente no grupo Concise, nos dois períodos observados; o contrário ocorreu com o grupo Fuji Ortho LC, sem condicionamento, onde não foi observada nenhuma fratura.

Romano e Ruellas (2003) compararam a resistência ao cisalhamento e o Índice de Adesivo Remanescente (IAR), com dois tipos de materiais, Concise e Superbond, utilizados na colagem de braquetes. Para isso utilizaram 60 incisivos bovinos, dos quais 30 foram colados com o compósito Concise (3M) e os outros 30 com o compósito Superbond (Ortho Source). Utilizaram braquetes S2O4Z (Morelli). A resistência ao cisalhamento foi testada na máquina *Instron*, com velocidade de 1,0 mm/min. Para análise estatística dos dados utilizaram o Teste t de *Student* e o Teste de *Mann-Whitney*. Após a remoção dos braquetes, cada superfície de esmalte foi classificada de acordo com os escores IAR. Neste estudo, as forças médias encontradas foram de $108,24 \pm 66,63 \text{ Kgf/cm}^2$ e $134,46 \pm 49,26 \text{ Kgf/cm}^2$ para os compósitos Concise e Superbond respectivamente, não havendo diferença estatisticamente significativa. Quando se tratou da descolagem dos acessórios, os autores encontraram maior número de fraturas entre o braquete e o material na descolagem para ambos os compósitos. Após análise dos resultados os autores concluíram com relação à resistência ao cisalhamento, que não havia diferença estatística entre os compósitos a um nível de significância de 5% de probabilidade, mesmo que os valores obtidos pelo Concise tenham sido menores, e com relação ao IAR, também não acharam diferença estatisticamente significativa entre os compósitos.

Ianni Filho *et al.* (2004) realizaram uma avaliação *in vitro* da força de adesão de

diversos materiais para colagem de acessórios ortodônticos, por meio de ensaio mecânico de cisalhamento. Utilizaram 72 pré-molares superiores e inferiores humanos extraídos por motivos ortodônticos, que foram lavados com água destilada e armazenados em solução de formol a 2%, em temperatura ambiente. Os corpos-de-prova foram divididos em 6 grupos, de acordo com o material: Grupo 1 – Transbond (3M); Grupo 2 – Fill Magic Ortodôntica (Vigodent); Grupo 3 – Enlight (Ormco); Grupo 4 – Ortho Solo com Enlight (Ormco); Grupo 5 – Super Bond (Ortho Source), Grupo 6 – Super Bond (Aditek), e utilizaram braquete *Edgewise* para pré-molares. Após a confecção dos corpos-de-prova, os mesmos foram armazenados em temperatura ambiente por 48 horas, e em seguida submetidos ao ensaio mecânico de cisalhamento na máquina de ensaio Universal MEM 2000, com velocidade de carga de 0,5 mm/min. Para análise estatística, utilizaram a Análise de Variância e o Teste de Tukey. Os resultados para resistência ao cisalhamento em Newtons e em Megapascal, foram os seguintes: Grupo 1 - Transbond (258,56 N/19,9 MPa); Grupo 2 – Fill Magic (151,63 N/11,7 MPa); Grupo 3 – Enlight (258,70 N/ 19,6 MPa); Grupo 4 – Ortho Solo + Enlight (366,34 N/ 27,7 MPa); Grupo 5 – Super bond Ortho Source (264,79 N/18,2 MPa), Grupo 6 - Super bond Aditek (207,14 N/15,9 MPa). Observaram diferença estatística significante entre os diferentes materiais testados, sendo que, o material Fill Magic promoveu a menor carga de ruptura média (151,63 N/11,7 MPa) e o material Ortho Solo + Enlight promoveram a maior (366,34 N/27,7 MPa). O material Super Bond Aditek comportou-se, estatisticamente, de forma semelhante ao material Fill Magic e aos materiais Transbond, Enlight e Super Bond Ortho Source. Com base nos resultados, os autores concluíram que todos os materiais apresentaram força de adesão adequada para uso clínico, porém, o uso de um adesivo hidrofílico de última geração (Ortho Solo – Ormco) proporcionou aumento significativo da força de adesão, quando comparado aos demais materiais analisados.

Meister (2004) avaliou a resistência ao cisalhamento de braquetes colados com

dois tipos de materiais para colagem direta. Utilizou 60 pré-molares extraídos de pacientes com idade entre 11 e 16 anos, por indicação ortodôntica. Os materiais utilizados foram as resinas compostas Concise (3M/ESPE) e Ortho One (Bisco), e os acessórios utilizados foram os braquetes metálicos específicos para pré-molares (Morelli). Os dentes foram embutidos em tubo de PVC, preenchidos com resina acrílica autopolimerizável, mantendo a superfície vestibular perpendicular à base do anel de PVC. Para o procedimento de colagem, realizou a profilaxia da superfície vestibular com taça de borracha, pedra-pomes e água, por 10 segundos. Lavou com água corrente por 10 segundos e secou com jato de ar, por 10 segundos. Os dentes foram divididos em dois grupos, A e B, cada um com 30 dentes. Os materiais foram utilizados seguindo-se as instruções dos fabricantes. Realizou o condicionamento ácido no Grupo A com gel de ácido fosfórico a 37%, durante 60 segundos, em seguida, lavou durante 30 segundos e secou durante 10 segundos. No Grupo B, o condicionamento foi realizado com gel de ácido fosfórico a 37%, durante 30 segundos, em seguida, lavou por 20 segundos e secou com jato de ar durante 20 segundos. Para padronizar a posição do braquete em relação à altura, confeccionou um guia feito com fio ortodôntico retangular, o qual era interposto entre o braquete e a borda do anel de PVC. Em seguida, o material foi colocado na base do braquete, o qual foi posicionado no dente, utilizando uma pressão de 454 gramas com o auxílio de uma agulha de *Gillmore*, até a polimerização da resina, nos dois grupos. Os corpos-de-prova foram armazenados durante 10 dias em água destilada, e em seguida foram submetidos à tensão de cisalhamento na direção ocluso-cervical, na máquina de testes universal *Material Test System* MTS 810, com velocidade de carga de 0,5 mm/min, sendo a carga de ruptura registrada em Megapascal. Os resultados médios encontrados para resistência ao cisalhamento foram os seguintes: para o Grupo 1 – Concise foi 29,99 MPa ($\pm 15,89$) e para o Grupo 2 – Ortho-One foi 22,52 MPa ($\pm 12,26$). Para análise estatística dos dados utilizou o Teste de *Shapiro-Wilk*, o Teste F e o Teste t. Após análise dos dados, o autor concluiu que a resina Concise apresentou a

maior força de resistência ao cisalhamento quando comparada à resina Ortho-One, com diferença estatística significativa ($p < 0,05$), sendo que os dois materiais apresentaram resistência ao cisalhamento dentro dos padrões aceitáveis para um bom desempenho clínico.

Oesterle; Shellhart e Fisher (2004) testaram a eficácia da polimerização do primer da resina antes de colocar o braquete ortodôntico com a resina. A amostra consistiu de 160 incisivos inferiores bovinos, divididos em 20 espécimes para cada variável testada. Os dentes foram armazenados em solução de cloramina e água destilada em refrigerador. Após a limpeza, realizaram a profilaxia do esmalte, e montaram os dentes em cilindros de acrílico para facilitar o posicionamento na máquina de teste. Realizaram o condicionamento ácido do esmalte com gel de ácido fosfórico a 37%, por 30 segundos, lavaram com água corrente por 20 segundos, secaram com ar, por 20 segundos, e aplicaram o primer. No grupo 1, o primer foi diluído pelo ar, e fotopolimerizado, por 20 segundos (PC – primer fotopolimerizado antes do posicionamento do braquete). No grupo 2, o primer foi somente diluído pelo ar (NC – primer não fotopolimerizado antes do posicionamento do braquete). Neste estudo utilizaram duas resinas compostas fotopolimerizáveis para colagem: Transbond APC II (3M/Unitek) e a Quick Cure (Reliance Orthodontics). Os acessórios utilizados foram o braquete para incisivo central inferior direito Mini-Twin, com área de $9,8710 \text{ mm}^2$. A resina Transbond APC vem aplicada pelo fabricante na base do braquete. Os braquetes sem a pré-aplicação da resina foram usados com a resina Quick Cure. A fotopolimerização foi realizada com o aparelho Optilux 401 (Kerr), por 40 segundos. As amostras foram testadas na direção incisivo-gengival, na máquina MTS 858 *MiniBionix* II, com velocidade de carga de 1 mm/min , após 30 minutos e após 24 horas. Em seguida, a superfície de esmalte foi examinada com microscópio, e a quantidade de adesivo remanescente foi registrada usando o Índice de Adesivo Remanescente (IAR). Para análise dos dados, utilizaram a Análise de Variância, Teste de *Tukey* e o Teste de *Kruskal-Wallis* (0,05). Os resultados para resistência ao cisalhamento foram os seguintes: Transbond

APC, NC, 30 minutos ($17,60 \pm 4,46$ MPa), Transbond APC, PC, 30 minutos ($17,69 \pm 5,53$ MPa), Transbond APC, NC, 24 horas ($21,15 \pm 10,34$ MPa), Transbond APC, PC, 24 horas ($16,73 \pm 4,23$ MPa), Quick Cure, NC, 30 minutos ($19,06 \pm 6,83$ MPa), Quike Cure, PC, 30 minutos ($19,61 \pm 6,66$ MPa) Quick Cure, NC, 24 horas ($27,31 \pm 8,44$ MPa) e Quick Cure, PC, 24 horas ($25,34 \pm 8,40$ MPa). Verificaram que não havia diferença estatística significativa entre as resistências ao cisalhamento das resinas com o primer fotopolimerizado ou não, antes do posicionamento do braquete nos testes após 30 minutos e após 24 horas. Quando os valores do IAR foram analisados estatisticamente, verificaram diferença estatística entre os grupos com primer fotopolimerizado ou não, colados somente com a resina Transbond APC. O grupo Transbond, em que o primer não foi fotopolimerizado antes do posicionamento do braquete, tinha mais adesivo remanescente no dente após o teste. Com relação aos Grupos da Quick Cure, não havia diferença estatística significativa. O teste estatístico entre a Transbond e a Quick Cure encontrou diferença estatística no teste após 24 horas, mas não encontrou diferença após 30 minutos, com a Quick Cure mais forte que a Transbond em 24 horas. Após análise dos dados, os autores concluíram que a fotopolimerização do primer do sistema adesivo antes do posicionamento do braquete foi uma etapa desnecessária, devendo ser realizada, somente se necessária.

Summers *et al.* (2004) determinaram a resistência ao cisalhamento e o tipo de falha, em testes in vivo e in vitro, de braquetes colados com o ionômero Fuji Ortho LC e com a resina fotopolimerizável, convencional, Light Bond, e compararam as mudanças morfológicas da superfície do esmalte após o condicionamento com ácido poliacrílico a 10%, com microscópio eletrônico. Cinquenta pré-molares foram divididos aleatoriamente em 4 grupos, e montados em tubo de PVC, preenchido com resina acrílica, com a superfície vestibular perpendicular à base do tubo, e armazenados em água destilada. Para os Grupos I e II, realizaram o condicionamento com ácido poliacrílico a 10%, por 20 segundos, lavaram por 10

segundos, e secaram com rolo de algodão úmido. Aplicaram o Fuji Ortho LC, com força constante, removeram o excesso, e fotopolimerizam com o aparelho Ortholux XT, por 40 segundos. Para os grupos III e IV, realizaram o condicionamento com ácido fosfórico a 37%, lavaram com água, por 10 segundos, e secaram. Em seguida, aplicaram uma fina camada de selante Light Bond, e fotopolimerizaram por 10 segundos, aplicaram o braquete no dente com força constante, usando a resina Light Bond, removeram o excesso, e fotopolimerizaram. Os corpos-de-prova foram armazenados em recipiente com 100% de umidade, imediatamente após a colagem. A força de descolagem foi determinada nos Grupos I e III, 30 minutos após a colagem, e nos Grupos II e IV, 24 horas após. Utilizaram a máquina *Instron*, com velocidade de carga de 1 mm/minuto. O estudo *in vivo* incluiu 22 pacientes, nos quais o quadrante superior direito e inferior esquerdo foram colados com Fuji Ortho LC e os contralaterais com a resina Light Bond. A profilaxia foi realizada por 10 segundos, e a lavagem também. Quando utilizaram o ionômero, o condicionamento foi com ácido poliacrílico a 10%, por 20 segundos, lavaram por 10 segundos e secaram com rolo de algodão. Quando utilizaram a resina Light Bond, o condicionamento foi realizado com ácido fosfórico a 37%, por 30 segundos, lavaram por 10 segundos e secaram com jato de ar. Aplicaram selante específico por 10 segundos, colocaram a resina na base do braquete, aplicaram no dente com força constante, removeram os excessos e fotopolimerizaram por 40 segundos. Os braquetes dos estudos *in vitro* e *in vivo* foram observados com microscópio para determinar onde ocorreu a falha e em seguida, avaliados com o Índice de Adesivo Remanescente Modificado, registrando a quantidade de material adesivo existente no braquete. Para análise dos dados do estudo *in vitro* utilizaram a Análise de Variância e o Teste t de *Student*, para o estudo *in vivo* utilizaram o Teste *Kaplan-Meier* ($p \leq 0,05$). A força foi registrada em Newtons e convertida em Megapascal. Os valores encontrados para Light Bond após 24 horas foi $18,46 \pm 2,95$ MPa, e após 30 minutos foi $16,19 \pm 2,04$ MPa, para o Fuji Ortho LC após 24 horas foi $9,56 \pm 1,85$ MPa, e após 30 minutos foi

6,93 $\pm$ 1,93 MPa. A Análise de Variância mostrou diferença significativa na resistência ao cisalhamento entre os 4 grupos ($p < 0,05$). O Teste t de *Student* mostrou diferença significativa entre o grupo controle (Light Bond após 24 horas) e os 3 grupos experimentais ($p < 0,03$). Diferença significativa foi encontrada entre a Light Bond (30 minutos) e os grupos do Fuji Ortho LC ($p < 0,0001$), assim como, entre os grupos Fuji Ortho LC após 24 horas e após 30 minutos ($p < 0,001$). As médias encontradas para os escores IAR para o Fuji Ortho LC após 30 minutos foi de 4,92 $\pm$ 0,28 MPa e após 24 horas foi de 4,67 $\pm$ 0,65 MPa, para a Light Bond após 30 minutos foi de 4,31 $\pm$ 0,75 MPa, e após 24 horas foi de 4,08 $\pm$ 0,67 MPa. O Teste *Kaplan-Meier* mostrou que não havia diferença estatística significativa entre o tipo de material de colagem e a fratura do braquete ($p < 0,41$), e nenhuma diferença estatística significativa relacionada ao sexo ou ao quadrante utilizado. O escore IAR mostrou que a Light Bond teve uma média ligeiramente maior (3,7) que o Fuji Ortho LC (3,5), não havendo diferença estatística significativa entre os dois materiais ($p < 0,52$). Após análise dos resultados, os autores concluíram que: os resultados *in vitro* mostraram maior resistência ao cisalhamento quando os braquetes foram colados com a resina Light Bond do que com o Fuji Ortho LC; a maior resistência foi obtida após 24 horas para ambos os materiais; os resultados do estudo *in vivo* mostraram que não havia diferença significativa quanto à falha dos braquetes colados com os 2 materiais após 1 ano e 3 meses; clinicamente, o Fuji Ortho LC apresentou resistência ao cisalhamento adequada para resistir às forças oclusais da mastigação; o escore IAR mostrou fratura predominante na interface esmalte-adesivo para os braquetes colados com Fuji Ortho LC.

Klocke e Kahl-Nieke (2005) investigaram se a posição da força de descolagem tem alguma influência na resistência ao cisalhamento e no tipo de falha de adesão. Neste estudo foram utilizados 90 incisivos inferiores bovinos, armazenados em solução de cloramina a 0,5% antes do experimento, os quais foram divididos aleatoriamente em três grupos de 30, que após a

profilaxia, foram embutidos em tubos de PVC, e preenchidos com resina acrílica. Utilizaram braquetes metálicos para incisivos centrais, com área da base medindo 13,5 mm². Um fio ortodôntico retangular de aço inoxidável 0,018 x 0,025'' (0,46 x 0,64 mm) foi soldado ao *slot* do braquete para evitar a deformação do braquete durante o teste. A superfície de esmalte foi condicionada com gel de ácido fosfórico a 37%, por 30 segundos, lavada com spray de ar e água, e seca durante 20 segundos. Em seguida, aplicaram o primer e o adesivo Transbond XT de acordo com as recomendações do fabricante. Os testes de cisalhamento foram realizados na máquina *Zwicki Z2,5*, com velocidade de carga de 1 mm/min, na direção ocluso-gengival, com a força aplicada paralelamente à superfície de esmalte. Os grupos foram divididos de acordo com a posição do cinzel no braquete, como segue: Grupo A - a força foi aplicada na base do braquete, na interface esmalte/adesivo; Grupo B - a força foi aplicada no sulco de ligação entre a base do braquete e suas asas; Grupo C - a força foi aplicada nas asas oclusais do braquete. Após a descolagem, as superfícies de esmalte e da base do braquete foram examinadas com lupa estereomicroscópica com 10 vezes de aumento, usando o Índice de Adesivo Remanescente (IAR). Para análise estatística utilizaram a Análise de Variância, Análise de *Weibull*, Teste de *Tukey* e o Teste de *Kruskal-Wallis*. A Análise de Variância mostrou diferença estatística significativa com relação à resistência ao cisalhamento ($p=0,000$), sendo que no Grupo A foi de 24,42 MPa, no Grupo B foi de 12,57 MPa e no Grupo C foi de 10,47 MPa. O Teste de *Tukey* mostrou que a resistência ao cisalhamento do Grupo A foi significativamente diferente do Grupo B e C. O módulo de *Weibull* foi maior no Grupo A (6,10) e menor no Grupo C (3,67). Com relação aos escores IAR, todos os grupos mostraram escore IAR igual a 2. A média para o Grupo A foi 1,53, para o Grupo C foi 2,10. O Teste de *Kruskal-Wallis* mostrou diferença significativa dos escores IAR presentes entre os grupos experimentais. Após análise dos resultados, os autores concluíram que a resistência ao cisalhamento e o teste padrão de falha de adesão, dependem da posição da força de descolagem utilizada. E que a influência da posição

da força de descolagem deve ser levada em consideração para comparar os estudos e os resultados obtidos, com os valores de referência na literatura para uma ótima resistência ao cisalhamento.

Arici *et al.* (2005) investigaram o efeito da espessura do adesivo na tensão, na resistência ao cisalhamento, e compararam os locais onde ocorreram as fraturas. Neste estudo, utilizaram dois grupos de 120 pré-molares hígidos, extraídos por motivo ortodôntico de pacientes entre 14 e 17 anos de idade. Utilizaram os seguintes materiais: Fuji Ortho LC (Grupo FO) e a Transbond XT (Grupo CO – controle). Os braquetes utilizados foram específicos para pré-molares, com base em malha. Após a profilaxia, realizaram o condicionamento da superfície vestibular com solução de ácido fosfórico a 37%, por 30 segundos, lavaram por 20 segundos, e secaram com ar. No grupo FO, utilizaram solução de ácido poliacrílico a 10%, por 20 segundos, lavaram com água e secaram suavemente com ar. Os Grupos teste e controle foram divididos em três subgrupos, com 40 amostras cada um, de acordo com a espessura do adesivo. Em metade das amostras de cada subgrupo foi realizado o teste de tensão e na outra metade o teste de cisalhamento. A espessura do adesivo utilizada foi de 0 mm (subgrupo 0), 0,25 mm (subgrupo 25), e 0,50 mm (subgrupo 50). Um dispositivo projetado para a colagem indireta lingual foi utilizado para controlar a espessura do adesivo entre a base do braquete e a superfície do esmalte. O melhor ajuste da base do braquete e da superfície do esmalte foi encontrado, e a distância entre as duas pontas da máquina foi registrada, ou seja, a distância entre a superfície lingual e o *slot* do braquete. Este registro foi aceito como zero. Após a retirada do braquete da superfície do esmalte, o adesivo foi aplicado à base do braquete. Subseqüentemente, o braquete preso foi movido lentamente para frente, outra vez, até que a espessura adesiva desejada fosse registrada pela tela digital da máquina. Removeram o excesso com sonda, fotopolimerizaram com o aparelho Ortholux XT (3M), por 10 segundos em cada direção, armazenaram os corpos-de-prova em água destilada a 37°C, por 24 horas e

termociclaram nas temperaturas de 5°C ($\pm 2^\circ\text{C}$) e 55°C ($\pm 2^\circ\text{C}$), utilizando 200 ciclos. Em seguida, as amostras foram armazenadas em água destilada a 37°C, por 24 horas até o teste. O teste foi realizado na máquina *Lloyd*, com velocidade de carga de 1 mm/minuto. Para análise estatística utilizaram a Análise de Variância, Teste de *Tukey* ($p < 0,05$), Análise de *Weibull* e o Teste Qui-quadrado. As resistências ao cisalhamento foram as seguintes para: FO₀ ($12,3 \pm 2,9$ MPa), FO₂₅ ($16,5 \pm 3,3$ MPa), FO₅₀ ($13,2 \pm 3,4$ MPa), CO₀ ($16,1 \pm 2,4$ MPa), CO₂₅ ($18,3 \pm 2,9$ MPa) e CO₅₀ ($21,2 \pm 3,5$ MPa). Os resultados revelaram que a resistência ao cisalhamento foi significativamente afetada pela espessura do adesivo ($p < 0,001$), pelo tipo do adesivo ($p = 0,001$), e pelo modo do teste ($p < 0,001$). A média da resistência ao cisalhamento aumentou quando a espessura do adesivo aumentou. A Análise de Variância revelou diferença estatística significativa da resistência ao cisalhamento entre os seis grupos testados com nível de confiança de 95% ($F = 22,18$ MPa). Também demonstrou que havia interação entre a espessura do adesivo (particularmente a 0,5 mm) e o tipo de adesivo no teste de cisalhamento. O teste Qui-quadrado revelou diferença estatística significativa quando analisou os dois tipos de teste, CO ($p = 0,019$) e FO ($p = 0,003$). Entretanto, quando analisou os locais de fratura dos testes separadamente verificou que não havia diferença estatística significativa entre os Grupos CO e FO. No teste de resistência ao cisalhamento, o Grupo FO₂₅ e FO₅₀ mostraram falhas, predominantemente na interface adesivo-esmalte, com escore IAR de 0 e 1. Após análise dos dados, os autores concluíram que: o ionômero de vidro modificado por resina composta, fotopolimerizável, apresentou maior média de resistência adesiva com a espessura de 0,25 mm em ambos os tipos de teste; a média da resistência ao cisalhamento da resina composta fotopolimerizável, apresentou aumento progressivo quando sua espessura aumentou de 0 para 0,50 mm; os resultados da Análise de *Weibull* indicaram que a espessura do ionômero de vidro modificado por resina pode ser maior que 0 mm, para ganhar clinicamente, uma resistência mais confiável durante o tratamento ortodôntico.

Bishara *et al.* (2005a) determinaram o efeito do uso de um novo sistema adesivo na resistência ao cisalhamento de braquetes ortodônticos. Neste estudo, utilizaram 40 molares humanos hígidos, os quais foram armazenados em solução de timol a 0,1%. Após a limpeza, realizaram a profilaxia com taça de borracha e pedra-pomes por 10 segundos, lavaram e secaram. Utilizaram braquetes pré-revestidos para incisivos centrais superiores, com área da base de 12,2 mm². Os dentes foram divididos aleatoriamente em dois grupos. No Grupo 1 – controle (Transbond XT), o condicionamento foi realizado com ácido fosfórico a 35%, por 15 segundos, lavaram com spray de água por 10 segundos, secaram, e aplicaram o selante na superfície condicionada. O braquete pré-revestido foi posicionado no dente e fotopolimerizado com uma luz halógena, por 20 segundos. No Grupo 2 (Clearfil Protect Bond), o condicionamento foi realizado com ácido fosfórico a 35%, por 15 segundos, lavaram com jato de água por 10 segundos, secaram e aplicaram o primer contendo o monômero antibacteriano (Kuraray) na superfície condicionada, deixando-o por 20 segundos, e depois secaram com leve jato de ar para evaporar o solvente. O adesivo contendo flúor foi aplicado no dente, e o braquete pré-revestido foi posicionado e fotopolimerizado com luz halógena por 20 segundos. Após o posicionamento dos braquetes em cada dente, aplicaram uma força de 300 g por 5 segundos usando um medidor de força (Correx), e embutiram os dentes em tubo de PVC, preenchido com resina acrílica, deixando a superfície vestibular do dente perpendicular à base do molde, e paralela à força aplicada durante o teste. A força aplicada foi no sentido ocluso-gengival, utilizando a Máquina universal para ensaios mecânicos *Zwick*, com velocidade de carga de 0,5 mm/min, e os resultados foram registrados em Megapascal. Para análise estatística utilizou o Teste t de *Student* com $p \leq 0,05$. O valor médio da resistência ao cisalhamento para o Clearfil Protect Bond foi de $11,7 \pm 5,6$ MPa e para o Transbond XT foi de $9,6 \pm 5,0$ MPa. O Teste t de *Student* indicou que não havia diferença estatística significativa ($p=0,220$) na resistência ao cisalhamento entre os dois sistemas. Após a análise dos dados, os autores

concluíram, que o uso de um sistema adesivo liberador de flúor antibacteriano, não afetou a resistência ao cisalhamento dos braquetes ortodônticos na primeira meia hora após o início da colagem. Acharam vantajoso utilizar este novo sistema com propriedades antibacterianas, e que libera flúor, porém, o clínico deve saber da necessidade de se executar uma etapa adicional durante o procedimento, quando comparado com um sistema convencional de colagem.

Bishara *et al.* (2005b) determinaram o efeito da mudança na velocidade de carga da máquina de teste na resistência ao cisalhamento de braquetes ortodônticos no esmalte, padronizando outras variáveis, tais como o tipo do dente, o sistema adesivo, braquetes, luz para fotopolimerização, tempo para descolagem e o tipo de teste. Neste estudo, utilizaram 40 molares hígidos, os quais foram armazenados em solução de timol a 0,1%. Após a limpeza dos dentes, realizaram a profilaxia com pedra-pomes e taça de borracha, por 10 segundos, lavaram e secaram. Utilizaram braquetes para incisivos centrais superiores, com área de 12,2 mm², e a resina Transbond XT de acordo com as recomendações do fabricante. O condicionamento foi realizado com ácido fosfórico a 35%, por 15 segundos, lavaram com água destilada, por 10 segundos, e secaram. Aplicaram o selante, posicionaram o braquete no dente, que recebeu uma pressão de 300 g por meio de um dinamômetro Correx, e fotopolimerizaram com luz halógena, por 20 segundos. Os dentes foram embutidos em tubo de PVC, preenchido com resina acrílica, os quais foram montados mantendo a superfície vestibular do dente perpendicular à base do tubo, e paralela à direção da força durante o teste de resistência ao cisalhamento. Os testes foram realizados na máquina de teste universal Zwick, 30 minutos após a colagem, com cinzel posicionado na interface braquete-dente, no sentido ocluso-gengival, e os resultados registrados em Megapascal. Os corpos-de-prova foram divididos aleatoriamente em dois grupos, no grupo I a resistência ao cisalhamento foi medida com a velocidade de 5,0 mm/min, e no grupo II com velocidade de 0,5 mm/min. Para análise dos dados utilizaram o Teste t *Student* com $p \leq 0,05$. Os resultados obtidos para a velocidade de 5,0 mm/min e para a velocidade de 0,5 mm/min foram,

respectivamente: $7,0 \pm 4,6$ MPa e $12,2 \pm 4,0$ MPa. O test t *Student* indicou que não havia diferença significativa ($p=0,014$) na resistência ao cisalhamento entre os grupos testados para ambas as velocidades utilizadas. Após análise dos dados, os autores concluíram que a mudança da velocidade de carga da máquina *Zwick* durante o teste de resistência ao cisalhamento de 5,0 para 0,5 mm/min, aumentou a resistência ao cisalhamento em 57% aproximadamente, e também diminuiu a proporção do desvio padrão pela metade, de 66% para 33%.

Cacciafesta *et al.* (2005a) avaliaram o efeito da aplicação de flúor, na resistência ao cisalhamento e no local da falha da adesão, em três diferentes passos do procedimento de colagem (durante a profilaxia da superfície de esmalte, antes do condicionamento, e imediatamente antes da colagem). Neste estudo, utilizaram 60 incisivos inferiores bovinos, com superfície vestibular intacta, os quais foram armazenados em solução de timol a 0,1%, por 1 semana. Os dentes foram divididos aleatoriamente em 4 grupos. Após sua limpeza, foram embutidos em anel metálico, preenchido com resina acrílica, deixando a superfície vestibular paralela à força aplicada durante o teste. Utilizaram braquetes metálicos, para incisivos centrais superiores, com área de $12,4 \text{ mm}^2$. A profilaxia nos grupos 1, 3 e 4 foi realizada com taça de borracha, pedra-pomes e água, lavaram e secaram os dentes. No grupo 1 (Controle), realizaram o condicionamento com ácido poliacrílico a 10%, por 20 segundos, lavaram e secaram. No grupo 2, a profilaxia foi realizada com taça de borracha e pasta profilática contendo flúor, lavaram, secaram, e condicionaram com ácido poliacrílico a 10%, por 20 segundos, lavaram e secaram. No grupo 3, colocaram os dentes imersos em gel de fluoreto de sódio acidulado 1,1%, por 4 minutos, de acordo com as recomendações do fabricante. Em seguida, lavaram e condicionaram com ácido poliacrílico a 10%, por 20 segundos, lavaram e secaram. No grupo 4, condicionaram com ácido poliacrílico a 10%, por 20 segundos, lavaram, secaram, e colocaram os dentes imersos em gel de fluoreto de sódio acidulado por 4 minutos, lavaram e secaram. Todos os braquetes foram colados com Fuji Ortho LC de acordo com as recomendações do

fabricante. Após a aplicação do ionômero na base do braquete, posicionaram os braquetes na superfície vestibular, removeram o excesso, e fotopolimerizaram com o aparelho Ortholux XT (3M), durante 40 segundos. Em seguida, as amostras foram armazenadas em água destilada em temperatura ambiente, durante 24 horas. Posteriormente, os testes foram realizados na máquina universal *Instron*, no sentido ocluso-gengival, com velocidade de carga de 1 mm/minuto, e os dados foram registrados em Newtons e convertidos em Megapascal. Os resultados obtidos para resistência ao cisalhamento foram os seguintes: Grupo 1 – $15,0 \pm 2,7$ MPa; Grupo 2 – $15,0 \pm 3,2$ MPa; Grupo 3 – $10,2 \pm 1,8$ MPa; Grupo 4 – $11,6 \pm 1,9$ MPa. Após a descolagem, as bases dos braquetes e as superfícies de esmalte foram examinadas com lupa estereomicroscópica com 10 vezes de aumento, para verificar a quantidade de adesivo deixado na superfície do esmalte, utilizando o Índice de Adesivo Remanescente (IAR). Para análise estatística utilizaram a Análise de Variância, o Teste de *Scheffé* e o Teste Qui-quadrado, com $p < 0,05$. De acordo com a Análise de Variância verificaram diferença estatística significativa entre os grupos ($p = 0,000$). O teste *Scheffé* mostrou que as resistências ao cisalhamento dos grupos 1 e 2 foram significativamente maiores do que nos grupos 3 e 4 ($p < 0,05$). Além disso, nenhuma diferença significativa foi encontrada entre os grupos 1 e 2 ($p = 1,0$) e entre os grupos 3 e 4 ($p = 0,53$). O teste Qui-quadrado indicou que não havia diferença significativa do escore IAR entre os vários grupos ($p = 0,13$), e todos os grupos mostraram alta porcentagem do escore 5. Após análise dos resultados, os autores concluíram, que o Fuji Ortho LC, mostrou a maior resistência ao cisalhamento quando utilizado sem a aplicação do flúor, e depois da profilaxia com pasta profilática com flúor. A aplicação do flúor antes do condicionamento e imediatamente antes da colagem, diminuiu significativamente a resistência ao cisalhamento do ionômero. Todas as combinações testadas mostraram resistência ao cisalhamento aceitáveis clinicamente.

Cacciafesta *et al.* (2005b) avaliaram a influência das diferentes fontes de luz na resistência ao cisalhamento e a localização da fratura do braquete. Neste estudo, utilizaram 90

incisivos inferiores bovinos com superfície vestibular intacta, armazenados em solução de timol a 0,1%, durante uma semana. Os dentes foram divididos, aleatoriamente em 6 grupos, e embutidos em anel metálico, preenchido com resina acrílica, mantendo a superfície vestibular paralela à força durante o teste. Utilizaram braquetes metálicos para incisivos centrais superiores, com área da base de 12,4 mm². Realizaram a profilaxia com taça de borracha e pedra-pomes, lavaram e secaram. Em seguida, realizaram o condicionamento com gel de ácido fosfórico a 37%, durante 30 segundos, lavaram e secaram. Nos Grupos 1, 2 e 3, os braquetes foram colados com a resina Quick Cure, e nos Grupos 4, 5 e 6 foram colados com a resina Transbond XT, de acordo com as instruções dos fabricantes. A fotopolimerização foi realizada com luz halógena (Ortholux XT, 3M) durante 20 segundos com uma orientação convencional da luz (Grupo controle) ou com uma luz halógena (Ortho 2000, Reliance Orthodontic) utilizando a luz guia *Power Slot*, por 6 ou 10 segundos. Após a colagem, as amostras foram armazenadas em água destilada por 24 horas em temperatura ambiente. Posteriormente, foram testadas na máquina universal *Instron*, em direção ocluso-gengival, com velocidade de carga de 1 mm/min, e a força registrada em Newton e convertida para Megapascal. Após a descolagem, os braquetes e as superfícies de esmalte foram examinadas em lupa estereomicroscópica com 10 vezes de aumento, utilizando o Índice de Adesivo Remanescente (IAR) para avaliar a quantidade de adesivo remanescente na superfície de esmalte. Para a análise estatística utilizaram a Análise de Variância, o Teste *Scheffé* e o Teste Qui-quadrado ($p < 0,05$). Os resultados para resistência ao cisalhamento foram os seguintes: Grupo 1 (11,6 MPa), Grupo 2 (16,9 MPa), Grupo 3 (16,6 MPa), Grupo 4 (11,3 MPa), Grupo 5 (13,2 MPa) e Grupo 6 (13,8 MPa). A Análise de Variância mostrou que não havia diferença significativa entre os grupos ($p = 0,08$). O Teste Qui-quadrado indicou diferença significativa entre os grupos ($p = 0,000$). Para os grupos colados com a resina Quick Cure, havia diferença significativa entre o grupo 1 (maior percentual do escore 1), e os grupos 2 e 3 (maior percentual do escore 5), enquanto nenhuma

diferença significativa foi registrada entre os grupos 2 e 3 ($p=0,64$). Nenhuma diferença significativa foi encontrada entre os escores dos grupos 4, 5 e 6 colados com a resina Transbond XT ($p=0,25$). Após análise dos resultados, os autores concluíram que: não havia diferença com relação aos valores de resistência ao cisalhamento entre os 6 grupos investigados e que todas as combinações testadas mostraram resistência ao cisalhamento clinicamente aceitável; verificaram diferenças significantes com relação ao escore IAR em vários grupos, e o guia de luz *Power Slot* pode ser recomendado como uma alternativa vantajosa para uma rápida polimerização da resina composta durante a colagem ortodôntica.

3 PROPOSIÇÃO

Este estudo se propõe a avaliar a resistência ao cisalhamento de braquetes metálicos colados com resinas que contém flúor, e compará-las a uma resina convencional.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento desta metodologia, foram utilizados três tipos de resinas ortodônticas: Concise Ortodôntica (3M/ESPE); Ultrabond (Aditek) e Rely-a-Bond (Reliance), as quais apresentam a seguinte composição química (Quadro 1), e são classificadas de acordo com o Quadro 2.

Materiais	Composição	
 Figura 1 – Resina Composta Concise	Pasta A	Bis-glicidil-metacrilato (Bis-GMA), trietilenoglicol-dimetacrilato (TEGDMA) e quartzo tratado com silano.
	Pasta B	Bis-glicidil-metacrilato (Bis-GMA), trietilenoglicol-dimetacrilato (TEGDMA) e quartzo tratado com silano e peróxido de benzoíla.
	Resina A	Bis-glicidil-metacrilato (Bis-GMA) e trietilenoglicol-dimetacrilato (TEGDMA).
	Resina B	Bis-glicidil-metacrilato (Bis-GMA), trietilenoglicol-dimetacrilato (TEGDMA) e peróxido de benzoíla.
 Figura 2 – Resina Composta Ultrabond		Não fornecida pelo fabricante
 Figura 3 – Resina Composta Rely-a-Bond	Pasta	Bis-glicidil-metacrilato (Bis-GMA), com partículas de vidro e sílica
	Primer	Bis-glicidil-metacrilato (Bis-GMA)
	Flúor	Mem-HF – fluoreto de hidrogênio

Quadro 1 – Composição química das resinas ortodônticas

Material	Tamanho da partícula	Presença/Ausência de Flúor	Quanto à apresentação do material	Sistema de Ativação
Concise*	convencional	Sem flúor	Pasta-pasta	Autopolimerizável
Ultradond**	híbrida	Com flúor	Pasta única	Autopolimerizável
Rely-a-Bond***	híbrida	Com flúor	Pasta única	Autopolimerizável

Quadro 2 – Classificação das resinas ortodônticas

Neste estudo, foram utilizados 60 pré-molares extraídos por indicação ortodôntica, de pacientes na faixa etária de 12 a 14 anos, os quais foram doados pelos próprios pacientes que estavam em tratamento ortodôntico, no Curso de Especialização em Ortodontia e Ortopedia Facial da Escola de Aperfeiçoamento Profissional da Associação Brasileira de Odontologia de Ponta Grossa – PR. O projeto desta pesquisa foi submetido e aprovado pela Comissão de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Ponta Grossa – COEP/UEPG - Parecer nº 03/2005, Protocolo: 00439/05 (Anexo C).

Todos os pacientes que concordaram com a doação dos dentes, assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para doação dos dentes permanentes por pacientes (Anexo A), tomando como base o modelo do Termo de Consentimento do Banco de Dentes Humanos da FOUSP (IMPARATO, 2003).

Após a extração, os dentes foram limpos com lâmina de bisturi nº 11, lecron e jato de bicarbonato*, lavados e armazenados em água destilada resfriada, a qual foi trocada semanalmente, até iniciarem o preparo dos corpos-de-prova, momento em que os dentes foram colocados em solução de cloramina a 0,5%, para a sua desinfecção conforme indicação da ISO/TR 11405, durante 48 horas, para evitar uma contaminação cruzada, em recipiente fechado. Em seguida, utilizou uma lupa estereomicroscópica** com um aumento de 6,5 vezes

* Aparelho Jet Sonic Plus da Gnatus.

** Lambda LEB-3 da Nikon, nº 18233.

para selecionar os dentes, e que estes deveriam estar hígidos ou pelo menos a superfície vestibular deveria estar intacta. Sendo assim, deveriam estar livres de cárie, sem descalcificações, restaurações, trincas e fraturas, além disso, não deveriam ter recebido nenhum tipo de pré-tratamento com agentes químicos, como por exemplo o peróxido de hidrogênio, álcool, formol e timol. Para este estudo, os dentes escolhidos estavam hígidos e livres de qualquer alteração que pudesse comprometer a adesão, conforme as Figuras 4 e 5.



Figura 4 - Dente selecionado



Figura 5 – Superfície vestibular do dente selecionado

4.1 PREPARO DOS CORPOS-DE-PROVA

Para o preparo dos corpos-de-prova, com a finalidade de padronizar o posicionamento dos dentes no tubo de PVC, foi confeccionado um esquadro em acrílico, a partir de duas lâminas de acrílico que apresentavam 2 mm de espessura. Cada lâmina de acrílico apresentava 5 mm de largura, sendo que uma delas apresentava 10 mm e a outra 20 mm de comprimento. Em seguida, estas lâminas foram coladas com adesivo instantâneo universal^{*} para formar o esquadro como mostra a Figura 6.

Posteriormente, cada dente foi fixado a um esquadro de acrílico, com cera pegajosa^{**}, mantendo a face vestibular paralela à superfície do mesmo, tendo a junção cimento-esmalte como limite (Figura 7).

A seguir, o conjunto esquadro e dente foram fixados, também com cera pegajosa, a um tubo de PVC (Figura 8), o qual apresentava as seguintes medidas: 25 mm de diâmetro e 35 mm de altura. A coroa ficou centralizada e a raiz completamente inserida no interior do tubo. Em seguida, o tubo de PVC foi preenchido com gesso pedra tipo IV^{***}, como nas figuras 9 e 10. Após a presa do gesso, o esquadro foi removido, deixando a área delimitada para a colagem perpendicular à base do tubo de PVC, de modo que a superfície vestibular de cada dente ficasse paralela à força durante o teste de cisalhamento. Os corpos-de-prova foram limpos de qualquer resíduo de cera pegajosa e ou gesso, e todos foram armazenados em água destilada durante 24 horas, em recipiente tampado (SIMPLÍCIO, 2000; IANNI FILHO *et al.*, 2004).

^{*} Super Bonder (Loctite) – Ester de Cianoacrilato. Lote nº 711541.

^{**} Cera Pegajosa Duradent, C.G.C. 60.838.406/0001-70. Indústria Brasileira.

^{***} Gesso Pedra tipo IV, SS White, lote nº 001, ANVISA nº 10041120126.

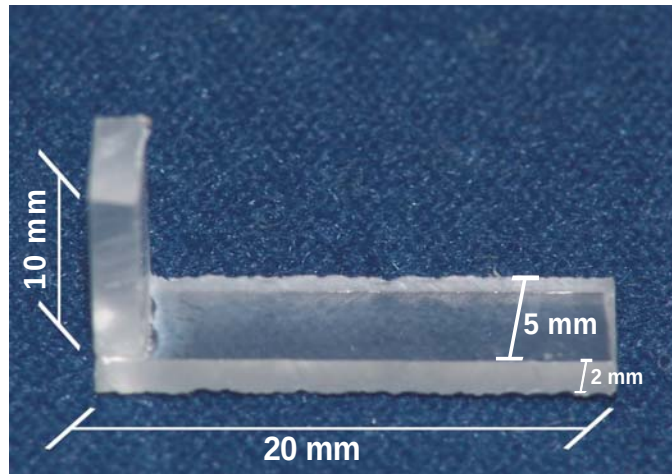


Figura 6 - Esquadro em Acrílico



Figura 7 - Dente fixado no esquadro com cera pegajosa

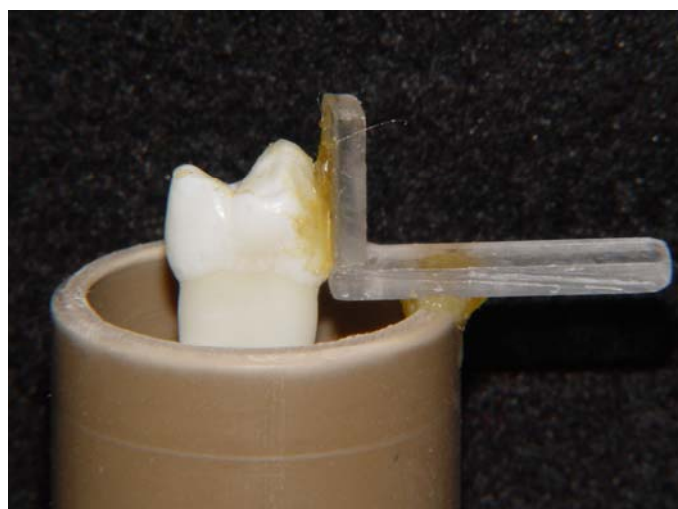


Figura 8 - Conjunto dente-esquadro fixado no tubo de PVC, com cera pegajosa

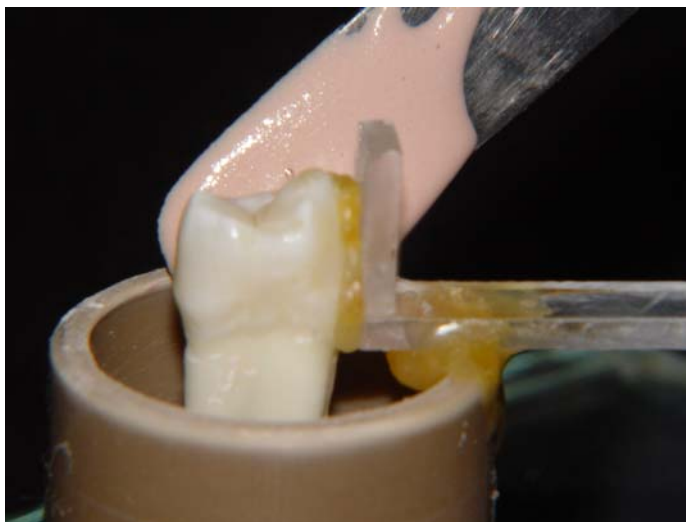


Figura 9 - Preenchimento do tubo de PVC com gesso pedra tipo IV

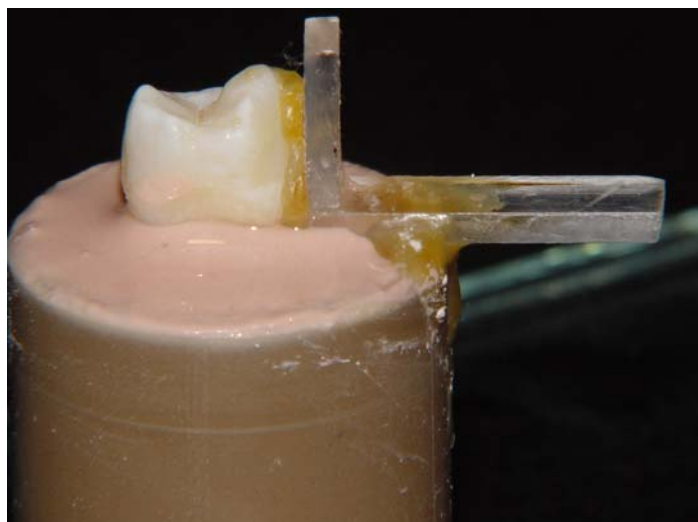


Figura 10 - Preenchimento final do tubo de PVC com gesso pedra tipo IV

4.2 PREPARO PRÉVIO DA SUPERFÍCIE DENTÁRIA

A metodologia empregada no preparo prévio da superfície dentária foi realizada de acordo com um protocolo, estabelecido da seguinte maneira (SÍMPLICIO, 2000; IANNI FILHO, 2004):

Inicialmente, foi realizada a profilaxia da superfície vestibular dos dentes com taça de borracha em baixa rotação com pasta de pedra-pomes e água, durante 15 segundos como mostra a figura 11, tomando-se o cuidado de renovar a taça de borracha a cada 5

polimentos, para que o desgaste resultante da profilaxia fosse o mais homogêneo possível.

Após a profilaxia os dentes foram lavados durante 15 segundos, com jato de água como na figura 12, e a secagem foi feita com jato de ar, livre de umidade durante 15 segundos.

A região da superfície vestibular, onde o braquete será colado, foi delimitada aproximadamente, pelo tamanho da área da base do braquete. Foram utilizados braquetes metálicos específicos para pré-molares* (Figura 13), os quais apresentam slot com tamanho de 0,56 x 0,76 mm, o que corresponde a 0,22 x 0,30 polegadas. Estes braquetes são pré-angulados, com um torque de -7° e uma angulação de 0° . Os lados da base do braquete mediam 3 mm e 4 mm, porém, possuem uma concavidade que apresentava raio igual a 3 mm na face superior e 2,85 mm na face inferior. Para o cálculo deve-se considerar o raio da face inferior, a qual é utilizada na colagem. Sendo assim, considerando os lados (3 mm e 4 mm) e o raio de 2,85 mm obteve-se uma área da base com $13,02 \text{ mm}^2$ e perímetro de 13,88 mm, estes valores foram obtidos automaticamente, utilizando o Software SolidWorks, de acordo com o fabricante.

O condicionamento do esmalte da superfície vestibular, para todos os grupos, foi realizado com gel de ácido fosfórico a 37%, durante 30 segundos (KOMORI; ISHIKAWA, 1997; LINDAUER et al., 1997; BISHARA et al., 1999; STECKEL; RUEGGEBERG; WHITFORD, 1999; SHAMMAA et al., 1999; SIMPLÍCIO, 2000; BISHARA et al., 2000; GRAF; JACOBI, 2000; CORRER SOBRINHO et al., 2002; WHEELER; FOLEY; MAMANDRAS, 2002; KAWAKAMI et al., 2003; IANNI FILHO et al., 2004; STALEY et al., 2004), como mostra a figura 14. Em seguida, a superfície foi lavada com jato de ar e água durante 20 segundos (Figura 15), e a seca com jato de ar, livre de umidade, durante 10 segundos (Figura 16). Após este procedimento, verificou-se visualmente

* Marca Morelli, Lote nº 664362, Registro no Ministério da Saúde nº 1039683009.

a superfície tratada, a qual se apresentava opaca e esbranquiçada (Figura 17).

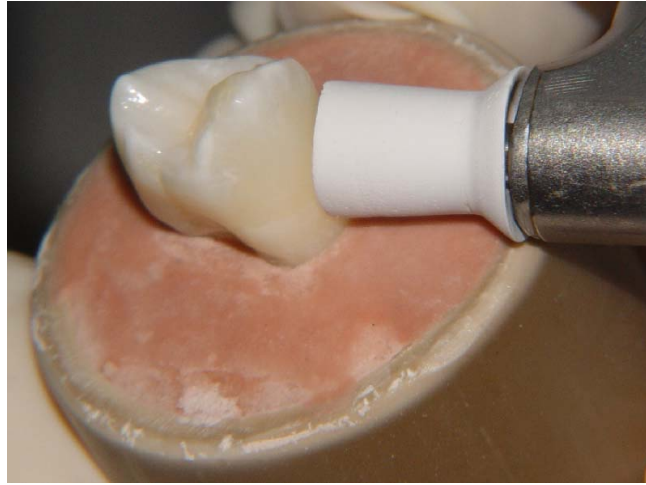


Figura 11 - Profilaxia da superfície vestibular



Figura 12 - Lavagem após a profilaxia



Figura 13 – Braquetes metálicos

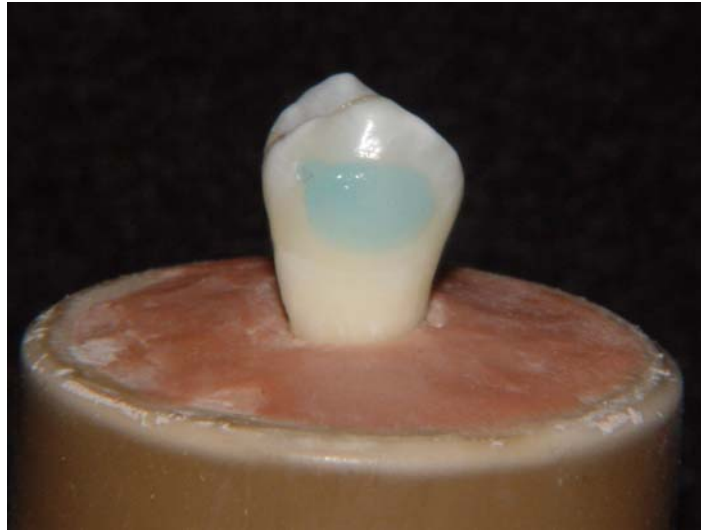


Figura 14 - Condicionamento ácido do esmalte

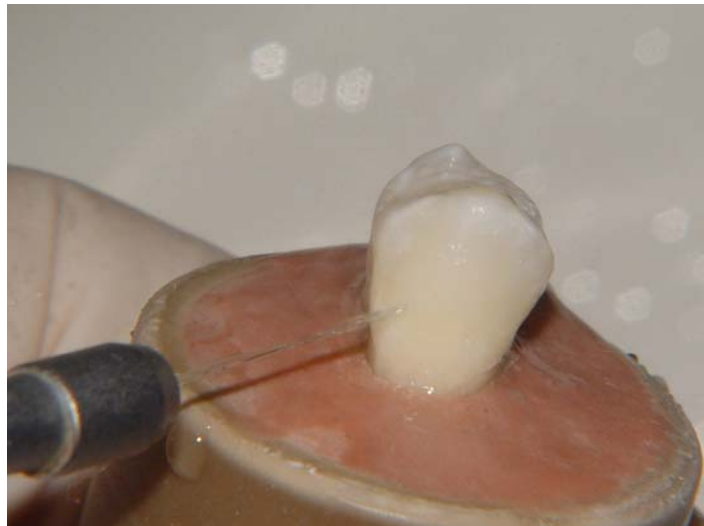


Figura 15 - Lavagem após o condicionamento



Figura 16 - Secagem após o condicionamento



Figura 17 - Superfície após o condicionamento ácido do esmalte

4.3 COLAGEM DOS BRAQUETES

Os 60 corpos-de-prova foram divididos em 3 grupos, de acordo com a resina composta utilizada. Cada grupo foi formado por 20 corpos-de-prova como mostra o Quadro 3.

GRUPOS	MATERIAL	“n”
I	CONCISE	20
II	ULTRABOND	20
III	RELY-A-BOND	20

Quadro 3 – Grupos experimentais.

Após o condicionamento ácido do esmalte, foi aplicado um selante específico, pertencente a cada sistema (Figura 18), para cada tipo de resina, seguido pela aplicação da resina composta específica. Estes procedimentos de colagem, seguiram as recomendações do fabricante de cada produto, como descrito abaixo:

Grupo I – Concise: primeiramente, misturou-se uma gota do selante A com uma gota do

selante B, esta mistura foi aplicada com um pincel descartável* na superfície condicionada e na base do braquete. Em seguida, foi manipulada igual porção da pasta A (catalisadora) e da pasta B (base), a qual foi colocada na base do braquete e realizou-se a colagem na superfície vestibular do dente.

Grupo II – Ultrabond: foi aplicada uma fina camada de selante na superfície condicionada e na base do braquete com um pincel descartável, deixando 30 segundos, para então aplicar a resina com uma espátula descartável na base do braquete e em seguida, realizou-se a colagem do braquete na superfície vestibular do dente.

Grupo III – Rely-a-Bond: após o condicionamento, foi aplicada uma fina camada de selante em cada dente seco, na área condicionada e na base do braquete. Com uma espátula foi aplicada uma pequena quantidade da resina na base do braquete e realizou-se a colagem no dente.

No momento da colagem, utilizou-se um Posicionador ABZ/ORMCO – 0179 (Figura 19), a uma distância de 4 mm da oclusal até o *slot*, que é a ranhura, canaleta ou encaixe, onde se adapta o fio ortodôntico, em todos os dentes (Figura 20) para padronizar a posição dos braquetes. Ainda durante a colagem dos braquetes, utilizou-se uma pressão padronizada em 300 gramas por meio de um dinamômetro Correx (Figuras 21 e 22). Antes do material polimerizar, o excesso da resina era removido com o auxílio de uma sonda exploradora.

Após a colagem, os corpos-de-prova foram armazenados por 24 horas em água destilada à temperatura ambiente em recipientes plásticos com tampa, etiquetados de acordo com o grupo, para que depois fossem termociclados.

* Pertencente ao sistema Concise Ortodôntico.



Figura 18 - Aplicação do adesivo



Figura 19 - Posicionador ABZ/ORMCO – 0179



Figura 20 - Utilização do posicionador
ABZ/ORMCO – 0179

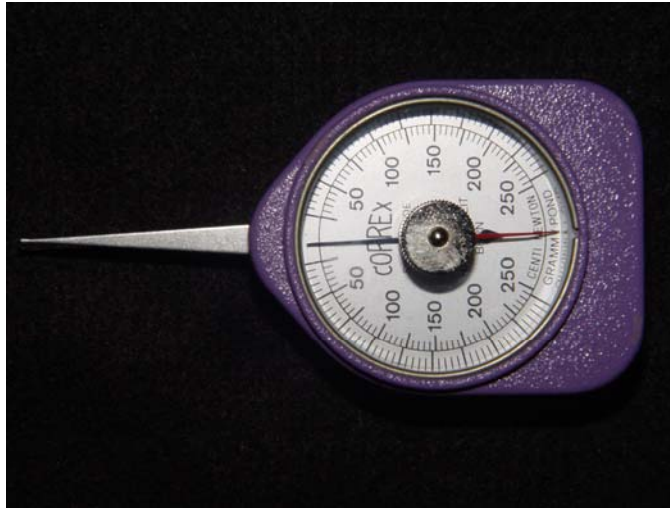


Figura 21 - Dinamômetro Correx



Figura 22 – Utilização do dinamômetro Correx

4.4 TERMOCICLAGEM

A termociclagem foi realizada na Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), na Máquina MSCT-3* (Figura 23), de acordo com a Norma ISO/TR 11405, a qual recomenda a utilização de 500 ciclos, nas temperaturas de 5°C ($\pm 3^\circ\text{C}$) e 55°C ($\pm 3^\circ\text{C}$), com um período de 20 segundos para cada banho, sendo que o tempo de transferência entre os banhos foi de 7 segundos. Após a termociclagem, os corpos-de-prova foram mantidos em água destilada à temperatura ambiente até a realização do teste de cisalhamento, em

* Máquina de Simulação de Ciclos Térmicos, modelo MSCT-3, Elquip (Equipamentos para Pesquisa Odontológica).

recipientes plásticos com tampa, devidamente etiquetados de acordo com o grupo, durante um período de 48 horas.



Figura 23 - Máquina de termociclagem – modelo MSCT-3

4.5 ENSAIO MECÂNICO DE CISALHAMENTO

Após 48 horas, os corpos-de-prova, primeiramente foram fixados na porção inferior da máquina de modo que a base do braquete ficasse paralela ao sentido da força, e depois foram submetidos à tensão de cisalhamento na direção ocluso-cervical, com o cinzel posicionado na interface dente-braquete (Figura 24). Os testes seguiram a norma ISO/TR 11405*, e foram realizados na Faculdade de Odontologia de Araraquara da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, em uma máquina eletrônica universal para ensaios mecânicos *Material Test System* - MTS 810 (Figura – 25), com velocidade de carga de 0,5 mm/min e as cargas de ruptura foram registradas em Newtons e convertidas para Megapascal. Esta conversão foi realizada, utilizando-se a seguinte fórmula: $R = F/A$, onde R= resistência ao cisalhamento em Megapascal, F= carga de ruptura ou força de descolagem em Newtons, e A= área da base do braquete em mm².

* INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO TR 11405**: Dental materials – Guidance on testing of adhesion to tooth structure. Suíça, 1994.



Figura 24 - Cinzel posicionado na interface dente-braquete



Figura 25 - Máquina para ensaios mecânicos –
Material Test System MTS 810

4.6 METODOLOGIA ESTATÍSTICA

Empregou-se o procedimento da Análise de Variância para avaliar a resistência ao cisalhamento de braquetes colados com duas resinas que contém flúor (Ultradond e Rely-a-Bond) e também colados com uma resina convencional (Concise). A análise foi complementada pelo Teste de *Tukey* para a comparação múltipla de médias duas a duas. Nessas análises, adotou-se o nível usual de 5% de significância. Isso quer dizer que se estabeleceu uma diferença importante entre as médias, sempre que se obteve um valor de probabilidade p do teste estatístico menor que 0,05.

A Análise de Variância é um procedimento estatístico adequado desde que algumas condições sejam satisfeitas. As principais são de que os dados tenham sido obtidos aleatória e independentemente, o que ocorreu pela forma com que o trabalho foi executado; que haja homogeneidade de variâncias entre os grupos experimentais e que haja normalidade dos resíduos. A homogeneidade de variâncias, isto é, a exigência de que as variâncias ou desvios padrões das medidas de resistência sejam equivalentes entre os três grupos experimentais, foi testada pela estatística de *Levene*. A normalidade dos resíduos, os quais são estimativas dos erros experimentais, determinadas pela diferença entre cada medida de resistência e a média do grupo ao qual a medida pertence, foi testada pela estatística de *Shapiro-Wilk*. Nesses testes, adotou-se também o nível de 5% de significância, entretanto, aqui se espera obter um valor p maior do que 0,05.

Foram construídos, ainda, intervalos de 95% de confiança para as médias populacionais, correspondentes aos grupos experimentais em análise. Esses intervalos permitem quantificar as diferenças entre médias, já que os testes apenas assinalam, se há ou não, evidência de que essas diferenças sejam significativas ao nível de 5%.

5 RESULTADOS

Na Tabela 1, são dados os valores obtidos de resistência ao cisalhamento, em MPa, médias e desvios padrões, de acordo com os grupos experimentais em análise: Grupo I - Concise (3M/ESPE), Grupo II – Ultrabond com Flúor (Aditek do Brasil) e Grupo III – Rely-a-Bond (Reliance Orthodontic Products).

O sumário da Análise de Variância, para a avaliação do efeito dos diferentes materiais de colagem de braquetes sobre a resistência ao cisalhamento, é dado na Tabela 2. Como os valores p dos Testes de *Levene* e de *Shapiro-Wilk* são maiores do que 0,05, a homogeneidade de variância entre os grupos e a normalidade dos resíduos ficam comprovados. Assim a Análise de Variância é um procedimento adequado e, observando-se o sumário da análise na Tabela 2, pode-se afirmar que há evidência muito forte de diferença significativa entre as médias das resistências ao cisalhamento entre os grupos ($p < 0,001$). O detalhamento desse resultado foi realizado pelo Teste de *Tukey*.

Os valores p do Teste de *Tukey* para a comparação de médias duas a duas foram todos menores do que 0,05, como mostra a Tabela 3, evidenciando que as médias dos três grupos são significativamente diferentes entre si. O grupo I (Concise) tem média significativamente maior do que as médias dos grupos de resinas que contêm flúor, com $p < 0,001$, enquanto o grupo III (Rely-a-Bond) tem média significativamente maior do que o grupo II (Ultrabond), com $p = 0,044$.

No Gráfico 1 estão representadas as médias das resistências, junto com intervalos de 95% de confiança para as médias populacionais, indicados pelas barras verticais. Quanto maior a sobreposição dos intervalos de confiança, menor a evidência de diferença entre as médias. Então, a diferença entre as médias dos grupos II e III é significativa, como determinada pelos testes ($p = 0,044$), mas não tão acentuada como a diferença das médias

desses grupos em relação à média do grupo I ($p < 0,001$).

Tabela 1 – Resistência ao cisalhamento, média e desvio padrão de acordo com o grupo experimental

Amostra	Grupo		
	I	II	III
1	19,98	13,36	11,36
2	14,23	0,92	11,94
3	31,11	6,66	13,80
4	28,30	6,30	20,66
5	19,31	17,52	22,50
6	21,99	20,42	27,42
7	21,75	5,20	18,87
8	21,32	6,68	10,83
9	20,68	15,20	12,31
10	33,20	27,08	18,65
11	32,64	6,34	12,12
12	33,63	16,12	16,80
13	20,79	12,46	8,79
14	12,48	16,37	9,00
15	31,95	7,32	11,65
16	14,47	11,54	27,36
17	34,65	12,45	17,52
18	22,05	13,53	23,75
19	27,36	6,13	18,17
20	28,83	8,95	15,63
Média	24,54	11,53	16,46
Desvio padrão	6,98	6,20	5,72

Tabela 2 – Sumário da Análise de Variância para a comparação dos grupos em estudo quanto à média de resistência ao cisalhamento

Efeito	Graus de liberdade	Média quadrática	F	p
Grupo	2	862,66	21,59	<0,001
Resíduo	57	39,95		
Homogeneidade de variâncias: $p=0,366$ (<i>Levene</i>)				
Normalidade dos resíduos: $p=0,164$ (<i>Shapiro-Wilk</i>)				

Tabela 3 – Valores p do Teste de *Tukey* para a comparação de médias de resistência ao cisalhamento entre grupos

Grupo	Grupo		
	I	II	III
I		<0,001	0,001
II	<0,001		0,044
III	0,001	0,044	

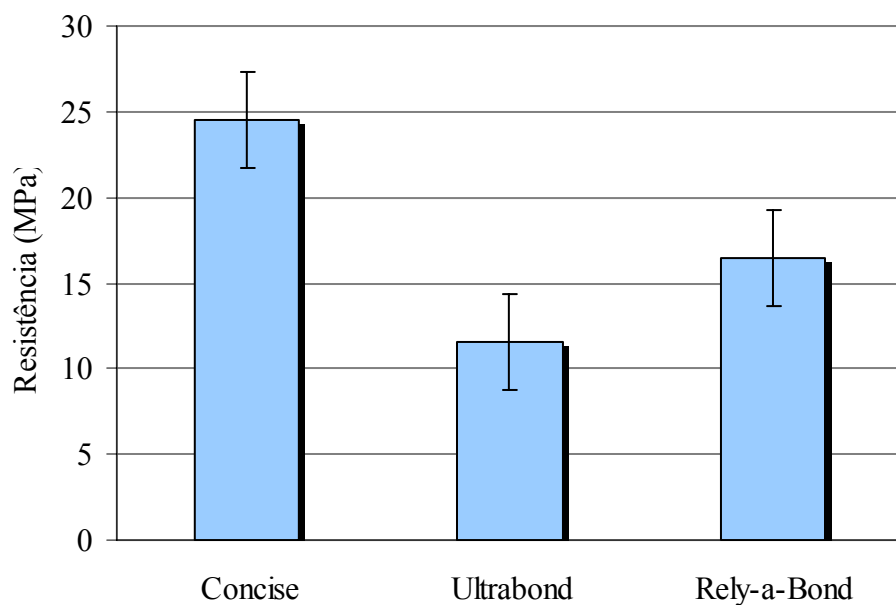


Gráfico 1 – Representação gráfica de médias de resistência ao cisalhamento e intervalos de 95% de confiança para as médias populacionais.

6 DISCUSSÃO

Muitos pesquisadores têm investigado materiais que possam ser utilizados como alternativa ao uso das resinas convencionais, com o objetivo de prevenir a descalcificação do esmalte ao redor dos braquetes, por meio da liberação de flúor por um período prolongado de tempo, aumentando a resistência do esmalte e promovendo a sua remineralização, além de investigarem se estes materiais apresentam uma resistência ao cisalhamento clinicamente satisfatória (FOX; MACCABE; GORDON, 1991; MACCOURT; COOLEY; BARNWELL, 1991; AASRUM *et al.*, 1993; TRIMPENEERS; DERMAUT, 1996b; BANKS; BURN; O'BRIEN, 1997; KOMORI; ISHIKAWA, 1997; NKENKE *et al.*, 1997; SINHA *et al.*, 1997; SHAMMAA *et al.*, 1999; STECKEL; RUEGGERBERG; WHITFORD, 1999; BISHARA *et al.*, 1999; GRAF; JACOBI, 2000; BISHARA *et al.*, 2000; CHUNG; PIATTI, 2000; SIMPLÍCIO, 2000; CORRER SOBRINHO *et al.*, 2002; KAWAKAMI *et al.*, 2003; SUMMERS *et al.*, 2004; CACCIAFESTA *et al.*, 2005a; BISHARA *et al.*, 2005a; ARICI *et al.*, 2005).

A utilização de aparelhos ortodônticos fixos pode aumentar o risco do desenvolvimento de áreas de descalcificação, como consequência do acúmulo de placa ao redor dos acessórios ortodônticos, podendo a sua progressão ocasionar cárie. (GORELICK; GEIGER; GWINNETT, 1982; ØGAARD *et al.*, 1988; SINHA *et al.*, 1997). A desmineralização nas superfícies vestibulares dos dentes representa um efeito colateral indesejável no tratamento ortodôntico e são de grande interesse clínico (SILVERSTONE, 1980). Segundo O' Reilly e Featherstone (1987) o uso normal de dentifrício com flúor não impede, necessariamente, o desenvolvimento das lesões ao redor dos braquetes, por isso, recomendam a fluoretação adicional diária.

Com a evolução dos materiais ortodônticos, a colagem direta dos braquetes

possibilitou uma melhora na prática clínica da fixação dos aparelhos (BRENNER JR., 1990; STECKEL; RUEGGERBERG; WHITFORD, 1999; GRAF; JACOBI, 2000; CORRER SOBRINHO *et al.*, 2002; KAWAKAMI *et al.*, 2003; IANNI FILHO *et al.*, 2004; BISHARA *et al.*, 2005a). De acordo com Sinha *et al.* (1997), as resinas fluoretadas correspondem a uma nova geração de materiais ortodônticos preventivos para colagem de braquetes, os quais unem as propriedades físicas adequadas, de união ao esmalte e de agentes liberadores de flúor. Além disso, estes materiais combinam as qualidades desejáveis da resistência ao cisalhamento clinicamente adequada, a fácil higienização após a colagem, e a facilidade de remover os restos de materiais nos procedimentos de descolagem.

Segundo Bishara *et al.* (1999, 2000), os clínicos estão interessados em conhecer as propriedades das resinas utilizadas para a colagem de braquetes, principalmente com relação à sua eficiência na fixação dos acessórios. Propriedade esta imprescindível, de acordo com Reynolds (1975) e Simplicio (2000), pois uma resina ortodôntica deve ter a capacidade de manter os acessórios firmemente aderidos aos dentes, durante todo tratamento, resistindo aos esforços mastigatórios e as forças geradas pela mecânica ortodôntica. Reynolds (1975, 1976) sugeriu que o valor mínimo da resistência ao cisalhamento de um adesivo deve ser de 60 Kgf/cm² (5,88399 MPa) a 80 Kgf/cm² (7,84532 MPa) para ser considerado adequado para as necessidades clínicas. De acordo com Fox; McCabe e Buckley (1994) os valores mínimos citados por Reynolds (1975, 1976) foram aceitos como referência, porém são subjetivos, uma vez que não existe nenhum dispositivo capaz de mensurar com precisão, os valores da força de adesão *in vivo*.

Entre os vários tipos de ensaios mecânicos, os que mais se destacam são os ensaios de tração e cisalhamento, sendo que em Ortodontia, os mais utilizados são os ensaios de cisalhamento (FOX; MACCABE; BUCKLEY, 1994; CAL NETO; MIGUEL, 2004), pois de acordo com Millett e McCabe (1996), eles representam, aproximadamente, o que ocorre

cl clinicamente, estando também de acordo Cal Neto e Miguel (2004). A Norma ISO/TR11405 (1994), a qual é específica para ensaios de cisalhamento, recomenda que para a obtenção de uma tensão de cisalhamento pura, é necessário que a ação da força seja paralela à superfície do dente, estando também, de acordo com esta recomendação, os seguintes autores: Steckel; Rueggeberg e Whitford (1999); Bishara *et al.* (1999); Shammaa *et al.* (1999); Bishara *et al.* (2000); Kawakami *et al.* (2003); Summers *et al.* (2004); Ianni Filho *et al.* (2004); Oesterle; Shellhart e Fisher (2004); Klocke e Kahl-Nieke (2005); Cacciafesta *et al.* (2005a); Cacciafesta *et al.* (2005b); Bishara *et al.* (2005a); Bishara *et al.* (2005b). Este estudo também foi realizado, de acordo com esta recomendação.

Existe uma grande variação nas metodologias empregadas nos estudos, quando se trata do tipo de dente; idade dos pacientes que doaram os dentes; substância utilizada no armazenamento; tipos diferentes de materiais adesivos; tipo do agente condicionador; tempo de condicionamento; tamanho, forma e qualidade do braquete; o posicionamento dos braquetes para colagem; utilização de força padronizada durante a colagem; número de corpos-de-prova; realização de ciclagem térmica; velocidade de carga das máquinas de teste; tipo de máquinas de teste; resultados expressos em unidades de medida diferentes: MPa, Newtons e Kgf, variações estas, que dificultam a comparação dos resultados obtidos com os de outros estudos. De acordo com Cal Neto e Miguel (2004), a padronização da unidade de medida em Megapascal, Newtons por milímetro quadrado ou Mega Newtons por metro quadrado seriam unidades de medidas mais apropriadas por representarem a força por unidade de área necessária para deslocar o braquete de sua posição, sendo que a unidade Megapascal foi a mais utilizada, segundo Fox; MacCabe e Buckley (1994); Cal Neto e Miguel (2004).

Vários são os fatores que podem afetar o resultado final do teste de resistência ao cisalhamento, entre eles, Fox; MacCabe e Gordon (1991) deram maior importância ao tipo de dente, ao material da base do braquete, à espessura do material testado que está relacionada

à pressão exercida no braquete durante a colagem e à composição do material adesivo. A diferença nos seus resultados (Right-on – 55,1 N, Direct – 43,9 N, Ketac-Cem – 33,1 N) pode ser devido a vários fatores diferentes: os materiais podem ter sofrido variações nas suas propriedades físicas, a técnica do operador pode ter sido diferente, pois pode ter utilizado uma pressão diferente durante a colagem de cada braquete, ou a quantidade de primer usado relativo à quantidade de pasta. Além disso, os materiais podem se comportar diferentemente quando usados com tipos diferentes de braquete. Fox; MacCabe e Gordon (1991) enfatizam o fato de que os resultados do teste *in vitro* devem ser interpretados com cuidado, porque duas experiências similares podem produzir resultados aparentemente opostos. Sugerem ainda que toda atenção deve ser dada ao tamanho da amostra utilizada, aos materiais, ao método do teste de adesão e à análise estatística empregada. Para Carstensen (1993) o sucesso da colagem de acessórios ortodônticos depende de vários fatores como: condicionamento do dente, material adesivo, tamanho, forma e qualidade do acessório, tipo do dente usado na colagem, procedimento de colagem e a experiência do operador. Bishara *et al.* (2000) acharam importante levar em consideração as propriedades específicas dos vários sistemas adesivos, entre elas a resistência ao cisalhamento, a perda de esmalte e a liberação de flúor. Por isso, neste estudo foram padronizados todos os passos da metodologia, na tentativa de se conseguir resultados com uma maior fidelidade.

Com relação ao tipo de dente utilizado nas pesquisas, verificou-se que alguns pesquisadores utilizaram dentes bovinos (SINHA *et al.*, 1997; NKENKE *et al.*, 1997; OESTERLE; SHELLHART; BELANGER, 1998; STECKEL; RUEGGERBERG; WHITFORD, 1999; ROMANO; RUELLAS, 2003; OESTERLE; SHELLHART; FISHER, 2004; KLOCKE; KAHL-NIEKE, 2005; CACCIAFESTA *et al.*, 2005a; CACCIAFESTA *et al.*, 2005b). Komori e Ishikawa (1997) preferiram utilizar dentes bovinos, porque apresentam uma maior espessura de esmalte, por serem mais fáceis de se conseguir e pela similaridade

morfológica ao esmalte humano. Porém, de acordo com Oesterle; Shellhart e Belanger (1998) apesar dos dentes bovinos serem um substrato aceitável para testar a resistência ao cisalhamento, podem apresentar forças um tanto mais baixas do que as do esmalte humano, estando Klocke e Kahl-Nieke (2005) de acordo com esta afirmativa. Romano *et al.* (2004) não encontraram diferenças estatísticas significantes na resistência ao cisalhamento da resina Concise em esmalte humano, esmalte bovino permanente e esmalte bovino decíduo, indicando que possam ser utilizados em experimentos laboratoriais, em substituição aos dentes humanos, sem comprometimento do teste.

Neste estudo, foram utilizados dentes humanos extraídos por indicação ortodôntica, os quais foram considerados, os mais utilizados por Fox; MacCabe e Buckley (1994) e também, por Cal Neto e Miguel (2004), e estão de acordo com os trabalhos de Brenner Jr. (1990); Fox; MacCabe e Gordon (1991); McCourt; Cooley e Barnwell (1991); Surmont *et al.* (1992); Triolo Jr. *et al.* (1993); Carstensen (1993); Aasrum *et al.* (1993); Wang *et al.* (1994); Trimpeneers e Dermaut (1996b); Lindauer *et al.* (1997); Meng; Li e Wang (1998); Shammaa *et al.* (1999); Bishara *et al.* (1999); Bishara *et al.* (2000); Graf e Jacobi (2000); Simplício (2000); Correr Sobrinho *et al.* (2002); Kawakami *et al.* (2003); Ianni Filho *et al.* (2004); Meister (2004); Summers *et al.* (2004); Arici *et al.* (2005); Bishara *et al.* (2005a); Bishara *et al.* (2005b). De acordo com a literatura, os dentes humanos mais utilizados são os pré-molares (FOX; MACCABE; GORDON, 1991; MCCOURT; COOLEY; BARNWELL, 1991; AASRUM *et al.*, 1993; WANG *et al.*, 1994; TRIMPENEERS; DERMAUT, 1996b; LINDAUER *et al.*, 1997; MENG; LI; WANG, 1998; SHAMMAA *et al.*, 1999; GRAF; JACOBI, 2000; SIMPLÍCIO, 2000; CORRER SOBRINHO *et al.*, 2002; CAL NETO; MIGUEL, 2004; IANNI FILHO *et al.*, 2004; MEISTER, 2004; SUMMERS *et al.*, 2004; ARICI *et al.*, 2005; BISHARA *et al.*, 2005a; BISHARA *et al.*, 2005b). É importante salientar que este trabalho foi aprovado pela Comissão de Ética em Pesquisa, sob o respectivo

protocolo nº 00439/05, e Parecer nº 03/2005.

Com relação à substância utilizada para o armazenamento dos dentes, optou-se pela água destilada resfriada, trocada semanalmente, até o início da confecção dos corpos-de-prova, de acordo com o protocolo utilizado pelo Banco de Dentes da FOU SP e de acordo com a Norma ISO/TR11405 (1994). Para desinfecção dos dentes, foi utilizada a solução de cloroamina a 0,5 %, durante 48 horas, a qual é uma substância bacteriostática e bactericida, como indicado na ISO/TR11405 (1994), a qual relata que os dentes devem ser mantidos nesta substância no máximo por 1 semana, e que depois disso devem ser armazenados em água destilada refrigerada, trocada periodicamente, para minimizar a sua deteriorização. Também é essencial que nenhuma outra substância química seja usada, pois podem ser absorvidas pelo dente, alterando a composição do esmalte dentário. Após a confecção dos corpos-de-prova, estes foram armazenados em água destilada em temperatura ambiente, durante 24 horas, pois a polimerização das resinas se completa neste período. Sendo realizada a termociclagem somente após este período, e em seguida, os corpos-de-prova voltaram para água destilada em temperatura ambiente, por 48 horas até o teste (MCCOURT; COOLEY; BARNWELL, 1991; TRIOLO JR. *et al.*, 1993; FOX; MACCABE; BUCKLEY, 1994; GRAF; JACOBI, 2000; SIMPLÍCIO, 2000; KAWAKAMI *et al.*, 2003; CAL NETO; MIGUEL, 2004; MEISTER, 2004; OESTERLE; SHELLHART; FISHER, 2004; ARICI *et al.*, 2005; CACCIAFESTA *et al.*, 2005a; CACCIAFESTA *et al.*, 2005b).

No preparo dos corpos-de-prova, existe a necessidade de se chamar a atenção quanto ao posicionamento do dente no tubo de PVC, pois com o auxílio do esquadro em acrílico, foi possível manter a área delimitada para colagem, perpendicular à base do tubo, mantendo a superfície vestibular paralela à força durante o teste de cisalhamento (SIMPLÍCIO, 2000; IANNI FILHO *et al.*, 2004).

Para o preparo prévio das superfícies vestibulares, alguns autores, como:

Correr Sobrinho *et al.* (2002); Klocke e Kahl-Nieke (2005) utilizaram escova Robson com pedra-pomes. Neste estudo, o preparo prévio das superfícies foi realizado em todos os dentes, com taça de borracha, pedra-pomes e água, e está de acordo com os trabalhos de McCourt; Cooley e Barnwell (1991); Aasrum *et al.* (1993); Carstensen (1993); Sinha *et al.* (1997); Chung e Piatti (2000); Bishara *et al.* (1999); Bishara *et al.* (2000); Simplicio (2000); Ianni Filho *et al.* (2004); Meister (2004); Bishara *et al.* (2005a); Bishara *et al.* (2005b); Cacciafesta *et al.* (2005a); Cacciafesta *et al.* (2005b). Brenner Jr. (1990) quando comparou diferentes tipos de profilaxia dos dentes (escova Robson e pedra-pomes, taça de borracha e pedra-pomes, e com jato de bicarbonato de sódio), verificou que não havia diferença significativa na resistência média ao cisalhamento. Lindauer *et al.* (1997) comparando as resinas Transbond XT, Accubond e Rely-a-Bond, realizando ou não a profilaxia, verificaram que a resistência ao cisalhamento de todos os grupos com profilaxia foram ligeiramente maiores que nos grupos sem profilaxia, porém não havia diferença estatística significativa.

A área de colagem foi padronizada como sendo a área da base do braquete, estando de acordo com o trabalho de Ianni Filho *et al.* (2004). De acordo com Cal Neto e Miguel (2004) os braquetes metálicos foram os mais utilizados. Neste estudo, utilizou-se braquetes metálicos específicos para pré-molares, pois embora sua adaptação ao dente seja um ponto de controvérsia nos trabalhos de ensaios mecânicos, optou-se pela adaptação da porção côncava do braquete à superfície convexa do dente, e não pela planificação da superfície de esmalte, porque alteraria as características histológicas do esmalte, e por não corresponder a realidade clínica.

Para o condicionamento ácido do esmalte, a metodologia baseada na revisão de literatura é muito variada, alguns utilizaram ácido fosfórico a 35% ou a 37% (BRENNER JR., 1990; MCCOURT; COOLEY; BARNWELL, 1991) durante 15, 30, 45 e 60 segundos, outros utilizaram ácido poliacrílico a 10%, durante 20 segundos, e outros utilizaram o ácido maleico

a 10%, durante 15, 30 e 60 segundos. Além disso, Bishara *et al.* (2005a) e Bishara *et al.* (2005b) usaram ácido fosfórico a 35%, por 15 segundos.

Brenner Jr. (1990) tentou relacionar os sistemas profiláticos aos diferentes tempos de condicionamento com ácido fosfórico a 37%, durante 30, 45 e 60 segundos, não encontrando diferença significativa entre os valores da resistência ao cisalhamento. O mesmo verificou Surmont *et al.* (1992) quando utilizou o condicionamento por 15 ou 60 segundos, além disso, o condicionamento do esmalte por 15 segundos é um procedimento mais conservador, pois dissolve menos o esmalte.

Carstensen (1993) demonstrou que a concentração do ácido fosfórico de 2% pode ser suficiente para a colagem direta de braquetes metálicos em dentes anteriores, e que o condicionamento com ácido fosfórico a 2% ou 5% parece reduzir a perda de esmalte superficial, que é especialmente rico em flúor. Entretanto, estes testes *in vitro* não podem ser comparados diretamente à situação clínica, onde os acessórios colados são submetidos a forças variadas. Além disso, a profundidade da penetração ácida nas camadas mais profundas do esmalte parece ser reduzida utilizando uma concentração ácida baixa. Isto podia ser favorável para impedir a descalcificação do esmalte em torno dos acessórios.

Para Triolo *et al.* (1993) a maior média de resistência ao cisalhamento em seu estudo foi 21,8 MPa, a qual foi obtida pelo condicionamento com ácido fosfórico durante 15 segundos. Períodos longos de condicionamento resultaram em resistência ao cisalhamento com valores similares ou ligeiramente menores (19,0 MPa quando o condicionamento foi por 30 segundos e 17,8 MPa quando o condicionamento foi por 60 segundos). Quando utilizaram o ácido maleico a 10%, por 15 segundos, a resistência foi igual a 13,3 MPa, ou seja, metade da resistência conseguida quando o condicionamento foi com ácido fosfórico, sendo que com o aumento do tempo do condicionamento com este ácido, a resistência adesiva também aumenta (30 segundos = 15,7 MPa; 60 segundos = 19,0 MPa). Entretanto, não havia diferença

estatística do grupo condicionado por 60 segundos com ácido maleico com o condicionado com o ácido fosfórico. A menor resistência ao cisalhamento foi obtida utilizando o ácido oxálico 1,6% (8,4 MPa). Aumentando o tempo do condicionamento para 30 segundos, a resistência aumentou para 10,2 MPa, e aumentando para 60 segundos a resistência foi de 15,9 MPa, valor este que não foi diferente do valor neste mesmo tempo, quando condicionado com ácido fosfórico.

Wang *et al.* (1994) demonstraram que a maior resistência ao cisalhamento resultou do condicionamento com ácido fosfórico com concentrações entre 10% e 60%. Porém, o destacamento do esmalte ocorreu nas concentrações acima de 30%. Sugeriram que o condicionamento por 60 segundos, nas concentrações de 37% a 50% podem danificar o esmalte. A menor concentração de ácido fosfórico testada resultou na menor resistência ao cisalhamento. As concentrações de ácido fosfórico a 30%, aplicadas por 15 segundos, devem resultar em menos destacamento do esmalte ou perda de cálcio ao produzir força de adesão adequada para uso clínico. As principais distribuições de descolagem das concentrações mais baixas de ácido estavam na interface resina-esmalte. A maior concentração do ácido fosfórico (70% e 80%) resultou também na menor força de adesão, sua interface de descolagem estava entre o esmalte e a resina (41.2% a 44.8%) e o destacamento do esmalte encontrado nestas concentrações foi de 10.8% a 11.2% respectivamente. A estrutura superficial do esmalte pode ter sido destruída pela alta concentração do condicionamento ácido que causou a falha na retenção. Entretanto, usando o ácido por 15 segundos, o destacamento do esmalte ocorreu quando a concentração do ácido fosfórico foi maior que 30%. Portanto, Wang *et al.* (1994) sugeriram que a redução da concentração e da duração do condicionamento deve ser considerada, pois verificaram que não havia nenhuma diferença estatística na resistência ao cisalhamento quando o ácido fosfórico foi utilizado entre 15 e 60 segundos. Para minimizar o destacamento do esmalte ou a perda do cálcio, Wang *et al.* (1994) escolheram o tempo de 15

segundos para o condicionamento.

De acordo com Graf e Jacobi (2000) os ácidos maleico, poliacrílico, e outros ácidos suaves foram introduzidos como alternativas para o condicionamento do esmalte. Estes oferecem força de adesão clinicamente satisfatórias, ao minimizar a quantidade de destruição do dente. Entretanto, o modo de aplicação destes condicionadores é mais complexo e consome mais tempo. Outra opção seria o sistema autocondicionante Etch & Primer, que tem como vantagem a fácil manipulação, pois não há necessidade de realizar a lavagem com água ou o selamento adicional, e mostra pouca alteração do esmalte com uma força de adesão aceitável, sendo que a descolagem é fácil e segura.

Bishara *et al.* (2000) verificaram que com qualquer um dos adesivos utilizados, a resistência ao cisalhamento foi significativamente maior quando usaram o ácido fosfórico a 37%, por 30 segundos, para o condicionamento da superfície vestibular. Porém, quando utilizaram o ionômero de vidro e o ácido poliacrílico a 10% ou a 20% como agente condicionante, a resistência foi significativamente menor em ambos os grupos. Sendo que nos primeiros 30 minutos, a resistência ao cisalhamento de ambos os adesivos testados ficaram perto dos limites ótimos quando o esmalte foi condicionado com ácido fosfórico a 37%. Clinicamente, estes achados indicaram que a resistência ao cisalhamento do ionômero de vidro, reforçado com resina composta, pode ser significativamente maior nos primeiros 30 minutos após a colagem com esmalte condicionado com ácido fosfórico a 37%, o que permitirá que o clínico possa posicionar o arco após a colagem. O aumento na resistência ao cisalhamento se deve ao aumento da rugosidade na superfície de esmalte condicionada com ácido fosfórico a 37%, que pode ser confirmada em exame realizado por meio de microscópio eletrônico de varredura.

Neste estudo, o condicionamento da superfície de esmalte foi realizado com ácido fosfórico a 37%, por 30 segundos, e este procedimento está de acordo com os trabalhos

de: Komori e Ishikawa (1997); Lindauer *et al.* (1997); Bishara *et al.* (1999); Steckel; Rueggeberg e Whitford (1999); Shammaa *et al.* (1999); Simplício (2000); Bishara *et al.* (2000); Graf e Jacobi (2000); Correr Sobrinho *et al.* (2002); Wheeler; Foley e Mamandras (2002); Kawakami *et al.* (2003); Ianni Filho *et al.* (2004); Oesterle; Shellhart e Fisher (2004); Summers *et al.* (2004); Klocke e Kahl-Nieke (2005); Arici *et al.* (2005); Cacciafesta *et al.* (2005b). Pois de acordo com a literatura, períodos mais longos para o condicionamento resultaram em valores de resistência ao cisalhamento similares ou ligeiramente menores que os valores encontrados para um tempo de condicionamento menor. Além disso, um menor tempo de exposição causaria uma menor perda do esmalte dentário, e os trabalhos mostram que se consegue uma adesão eficiente com o ácido fosfórico a 37%, por 30 segundos.

Para a padronização da posição dos braquetes, durante o procedimento de colagem, Correr Sobrinho *et al.* (2002) utilizaram o posicionador AX-55 (Morelli), com uma distância de 3,5 mm da cúspide até o slot. Meister (2004) utilizou um guia confeccionado com fio ortodôntico, posicionado entre o braquete e a borda do tubo de PVC. Esta padronização também foi realizada nos trabalhos de Meng; Li e Wang (1998), porém não mencionaram o dispositivo que utilizaram para isso. Porém, neste trabalho, a padronização da posição dos braquetes, durante o procedimento de colagem foi realizada, utilizando-se um posicionador ABZ/ORMCO – 0179, com uma distância de 4 mm da oclusal até o slot, a qual foi utilizada por ser uma distância padrão para colagem de braquetes em pré-molares.

Ainda, durante o procedimento de colagem dos braquetes, alguns autores utilizaram uma força constante, porém não especificaram o que utilizaram para exercer esta força, e nem a quantidade de força utilizada (SUMMERS *et al.*, 2004; KLOCKE; KAHL-NIEKE, 2005; CACCIAFESTA *et al.*, 2005a). Meister (2004) com o mesmo objetivo, utilizou uma agulha de Gillmore com uma força de 454g. Porém, neste trabalho, utilizou-se uma força padronizada em 300 g, por meio de um dinamômetro Correx, a qual servia para padronizar a

espessura do adesivo durante a colagem, sendo este procedimento realizado de acordo com os trabalhos de Bishara *et al.* (1999); Bishara *et al.* (2005a) e Bishara *et al.* (2005b).

Após a confecção dos corpos-de-prova, alguns autores realizaram a termociclagem, na tentativa de simular as condições bucais, referentes às alterações de temperatura que podem ocorrer. Triolo Jr. *et al.* (1993) realizaram 300 ciclos, com temperatura de 5°C e 55°C, Surmont *et al.* (1992) realizaram 100 ciclos, com temperatura de 4°C e 56°C, Komori e Ishikawa (1997) utilizaram temperaturas de 5°C e 55°C, mas não mencionaram quantos ciclos realizaram, e Arici *et al.* (2005) utilizaram 200 ciclos, com as temperaturas de 5°C e 55°C. No entanto, neste estudo foi realizada a termociclagem, utilizando 500 ciclos, nas temperaturas de 5°C e 55°C, conforme a Norma ISO/TR11405 (1994).

Com relação à velocidade de carga, Bishara *et al.* (2005b) indicaram que variações na velocidade de carga da máquina de teste podem influenciar significativamente os resultados do teste. Mais especificamente, retardando a velocidade de carga da máquina Zwick durante o teste de resistência ao cisalhamento de braquetes ortodônticos de 5,0 para 0,5 mm/min, a média da resistência ao cisalhamento aumentou de 7,0 para 12,2 MPa, um aumento de aproximadamente 57%. A relação entre o desvio padrão médio para a velocidade de 5,0 mm/min foi de 66%, entretanto quando a velocidade diminuiu para 0,5 mm/min o desvio padrão médio diminuiu para 33%. Apenas mudando a velocidade de carga, havia um aumento no valor da resistência ao cisalhamento e uma diminuição na variação relativa. Estes resultados, mais uma vez, sugerem fortemente que ao relatar o teste de resistência ao cisalhamento, os pesquisadores necessitam estar cientes dos vários parâmetros que poderiam influenciar os resultados do teste.

Fox; McCabe e Buckley (1994) recomendaram que os ensaios em máquinas Instron ou similares, fossem conduzidos com uma velocidade de 0,1 mm/min, porém este

valor proposto foi pouco utilizado na literatura. Cal Neto e Miguel (2004) constataram uma enorme variação no que se refere à velocidade de carga. E esta situação é preocupante, pois constitui numa das principais causas para a discrepância entre os trabalhos que analisam variáveis similares. Talvez, valores variáveis entre 0,1 e 1 mm/min, representem uma proposta mais razoável para uma padronização universal, o que está de acordo com os resultados de Cal Neto e Miguel (2004), que verificaram que na maioria dos trabalhos, utilizaram velocidade de 0,5 mm/min e 1 mm/min. A Norma ISO/TR11405 (1994) recomenda uma velocidade de carga de $0,75 \pm 0,3$ mm/min. Hara; Pimenta e Rodrigues Jr. (2001) sugeriram que quanto mais elevada a velocidade de carga, mais elevado o valor da força de adesão, e mais baixa as porcentagens de falhas adesivas, o que pode significar que quanto mais elevada a carga, menor é a sensibilidade do teste para medir a resistência ao cisalhamento. Ainda, Hara; Pimenta e Rodrigues Jr. (2001) concluíram que a variação da velocidade de carga no teste de cisalhamento pode influenciar os valores de força de adesão, e o padrão de fratura obtida. Sendo que as velocidades de carga de 0,5 e 0,75 mm/min resultaram em mais falhas adesivas, e são conseqüentemente, preferíveis nos testes de cisalhamento.

Por este motivo, neste estudo, a velocidade de carga utilizada foi de 0,5 mm/min., estando de acordo com os trabalhos de Fox; MacCabe e Gordon (1991); McCourt; Cooley e Barnwell (1991); Surmont *et al.* (1992); Triolo Jr. *et al.* (1993); Sinha *et al.* (1997); Simplício (2000); Correr Sobrinho *et al.* (2002); Kawakami *et al.* (2003); Ianni Filho *et al.* (2004); Meister (2004); Bishara *et al.* (2005a); Bishara *et al.* (2005b).

Klocke e Kahl-Nieke (2005) demonstraram a influência significativa da posição da força de descolagem na medida da força de adesão nos testes de resistência ao cisalhamento *in vitro*. Observaram que a resistência ao cisalhamento registrada diminuiu para 49,3% quando as forças de descolagem foram movidas de uma posição próxima do esmalte

(grupo A = 24,42 MPa) para o sulco de ligação entre a base do braquete e as suas asas (grupo B = 12,57 MPa). Uma diminuição adicional na resistência ao cisalhamento foi encontrada, quando as forças foram aplicadas nas asas oclusais do braquete (grupo C = 10,47 MPa). Comparando ao grupo A, a resistência ao cisalhamento neste grupo era de 41,5%. Conseqüentemente, é necessário padronizar a posição da força de descolagem, a fim de permitir a comparação com outros estudos. Os resultados sugerem que a forma e as dimensões do braquete usado no teste são importantes, porque estes fatores determinarão a distância da aplicação da força na interface braquete-resina, quando as forças de descolagem forem aplicadas no sulco de ligação ou nas asas do braquete. A validade desta sugestão é enfatizada pelos resultados deste estudo, que mostrou que diferenças no local de aplicação da força devido à forma do braquete conduzirão invariavelmente a diferenças nas medidas da força de resistência ao cisalhamento. Neste estudo, no momento do teste, o cinzel foi posicionado na interface dente-braquete, com a força aplicada no sentido ocluso-gengival, de acordo com Bishara *et al.* (1999); Bishara *et al.* (2000); Graf e Jacobi (2000); Kawakami *et al.*, (2003); Bishara *et al.* (2005a); Bishara *et al.* (2005b).

Neste estudo, realizou-se uma comparação entre duas resinas compostas fluoretadas e uma resina composta convencional. De acordo com os resultados, observou-se que os três grupos são significativamente diferentes entre si, sendo que o Grupo I (Concise–24,54 MPa) obteve a maior média de resistência ao cisalhamento, quando relacionado com os outros grupos, enquanto o Grupo III (Rely-a-Bond–16,46 MPa) apresentou valor significativamente maior de média de resistência ao cisalhamento que a do Grupo II (Ultradbond–11,53 MPa). Os Grupos II (11,53 MPa) e III (16,46 MPa) apresentaram diferença significativa entre as suas médias, sendo esta diferença mais acentuada quando se compara estes dois grupos com o Grupo I (24,54 MPa). De acordo com Ianni Filho *et al.* (2004) o conteúdo de partículas inorgânicas influencia diretamente a resistência das resinas compostas,

fato este que explica o resultado obtido. Pois a resina Concise apresentou a maior resistência ao cisalhamento devido ao seu alto teor de carga.

Correr Sobrinho *et al.* (2002) mostraram que a resina Concise apresentou resistência ao cisalhamento estatisticamente superior após 10 minutos (6,22 MPa) e após 24 horas (7,73 MPa). E que esta maior resistência pode ser devido a sua polimerização não sofrer influência de variáveis na composição do material, que poderia resultar em propriedades mecânicas deficientes. Além disso, o aumento na resistência ao cisalhamento, após 24 horas, foi menor, provavelmente devido a maior conversão do número de radicais livres nos estágios iniciais da reação quimicamente ativada. Kawakami *et al.* (2003) verificaram uma maior resistência ao cisalhamento para a resina Concise, nos dois períodos avaliados (48 horas – 20,10 MPa; 10 dias – 20,62 MPa), entretanto, não apresentou aumento significativo de 48 horas para 10 dias. Meister (2004) também obteve uma maior resistência ao cisalhamento para a resina Concise (29,99 MPa). Neste trabalho utilizou-se a resina Concise como Grupo controle, por constituir-se no material mais empregado com esta finalidade, sendo que a sua resistência média (24,54 MPa) está de acordo com os achados na literatura.

Neste estudo, os resultados das resinas Ultrabond e Rely-a-Bond foram menores, e podem ser explicados da seguinte maneira: como são resinas do tipo pasta única, o catalisador é aplicado sobre o dente e na base do braquete, enquanto a pasta é colocada sobre a base do braquete. Por se tratar de materiais autopolimerizáveis e sem manipulação prévia a seu uso, o catalisador é misturado à pasta base apenas pela pressão exercida no momento do posicionamento do braquete. Este procedimento pode levar à polimerização incompleta de algumas porções do material, o que compromete a sua resistência e dificulta a homogeneidade dos seus resultados.

Quando os resultados das resinas com flúor deste trabalho foram observados, verificou-se que foram semelhantes aos resultados obtidos por Sinha *et al.* (1997) quando

utilizou resina autopolimerizável com flúor (Rely-a-Bond – 19,0 MPa) porém, ao utilizar resinas fotopolimerizáveis com flúor, a resistência ao cisalhamento foi maior (Light Bond – 27,4 MPa e Sequence – 21,9 MPa). Simplício (2000) também encontrou resultados semelhantes quando utilizou as resinas Rely-a-Bond (13,16 MPa) e a Sequence (17,72 MPa), porém, os resultados encontrados por McCourt; Cooley e Barnwell (1991), para a resina com flúor Timeline, após 24 horas foi de 5,98 MPa, e após 4 semanas foi de 3,05 MPa, assim como para o ionômero Vitrabond, após 4 semanas, foi de 5,39 MPa, os quais apresentaram menor resistência ao cisalhamento. No entanto, no período após 24 horas, a resina Transbond (11,35 MPa) e o Vitrabond (11,58 MPa) apresentaram resistências equivalentes, com a resina Transbond mantendo sua resistência em torno de 9,19 MPa após 4 semanas. Komori e Ishikawa (1997) encontraram 25,7 MPa para a resina Rely-a-Bond, o qual apresentou-se diferente do resultado deste trabalho (16,46 MPa).

Aasrum *et al.* (1993) verificaram que a resistência ao cisalhamento não mostrou nenhuma redução significativa durante um período de 6 meses, provavelmente porque o fluoreto está aderido às partículas de vidro e não faz parte da ligação química. A resistência ao cisalhamento do adesivo que libera flúor foi significativamente menor que a do adesivo autopolimerizável de partículas grandes. Entretanto, a resistência ao cisalhamento do adesivo fluoretado, bem como do adesivo fotopolimerizado, estava dentro da escala de valores considerados como adequados para braquetes e aparelhos ortodônticos.

Para Trimpeneers e Dermout (1996b) a resina fotopolimerizável com flúor (Orthon) mostrou quase duas vezes mais falhas de adesão quando comparada com a resina autopolimerizável (Lee Insta-bond). Esta força de adesão reduzida pode ser devido a uma polimerização incompleta. Eles mostraram uma taxa de falhas mais elevadas nos dentes inferiores do que nos dentes superiores, isso poderia ocorrer pelo maior risco de contaminação pela umidade dos dentes inferiores e pelas forças oclusais que excedem às forças de colagem

dos braquetes nos dentes. A proporção de fratura na adesão foi menor para os incisivos e caninos quando comparados aos pré-molares. Este fato justifica o porquê da utilização de pré-molares nesta pesquisa.

Comparando os resultados deste trabalho com os valores de referência citados por Reynolds em 1975, verificou-se que todos os materiais adesivos avaliados apresentaram valores de resistência adequados para uso clínico.

7 CONCLUSÕES

Após análise dos resultados chegou-se às seguintes conclusões:

- 1- A resina composta Concise apresenta a maior resistência ao cisalhamento, e a resina Ultrabond apresenta a menor, ficando a resina Rely-a-Bond com valor intermediário de resistência ao cisalhamento;
- 2- Todos os materiais testados apresentam resistência ao cisalhamento adequada para suprir as necessidades clínicas, ou seja, resistência suficiente para suportar os esforços gerados pela mecânica ortodôntica e pela mastigação;

REFERÊNCIAS

AASRUM, E. *et al.* Tensile bond strength of orthodontic brackets bonded with a fluoride-releasing light-curing adhesive. An in vitro comparative study. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, v. 104, n. 1, p. 48-50, 1993.

ARICI, S. *et al.* Adhesive thickness effects on the bond strength of a light-cured resin-modified glass ionomer cement. **Angle Orthod.**, v. 75, n. 2, p. 250- 255, 2005.

ARTUN, J.; BERGLAND, S. Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid-etch enamel pretreatment. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, v. 85, n. 4, p. 333-340, 1984.

ARTUN, J.; BROBAKKEN, B. O. Prevalence of carious white spots after orthodontic treatment with multibonded appliances. **Eur. J. Orthod.**, v. 8, n. 4, p. 229-234, 1986.

BANKS, P. A.; BURN, A.; O'BRIEN, K. A clinical evaluation of the effectiveness of including fluoride into an orthodontic bonding adhesive. **Eur. J. Orthod.**, v. 19, n. 4, p. 391-395, 1997.

BISHARA, S. E. *et al.* Effect of time on the shear bond strength of glass ionomer and composite orthodontic adhesives. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, v. 116, n. 6, p. 616-620, 1999.

BISHARA, S. E. *et al.* Effect of altering the type of enamel conditioner on the shear bond strength of a resin-reinforced glass ionomer adhesive. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, v. 118, n. 3, p. 288-293, 2000.

BISHARA, S. E. *et al.* Effect of antimicrobial monomer-containing adhesive on shear bond strength of orthodontic brackets. **Angle Orthod.**, v. 75, n. 3, p. 363- 365, 2005a.

BISHARA, S. E. *et al.* Effect of changing a test parameter on the shear bond strength of orthodontic brackets. **Angle Orthod.**, v. 75, n. 5, p. 832-835, 2005b.

BRENNER JÚNIOR, A. J. Resistência ao cisalhamento da colagem de braquetes ortodônticos, relacionada com o preparo profilático do esmalte dentário e o tempo de condicionamento ácido. **Ortodontia Paranaense**, v. 11, n. 2, p. 63-69, 1990.

BROWN, C. R. L.; WAY, D. C. Enamel loss during orthodontic bonding and subsequent loss during removal of filled and unfilled adhesives. **Am. J. Orthod.**, v. 74, n. 6, p. 663-671, 1978.

BUONOCORE, M. G. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. **J. Dent. Res.**, v. 34, n. 6, p. 849-853, 1955.

CACCIAFESTA, V. *et al.* Effect of fluoride application on shear bond strength of brackets bonded with a resin-modified glass-ionomer. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, v. 127, n. 5, p. 580-583, 2005a.

CACCIAFESTA, V. *et al.* Effect of different light sources and guides on shear bond strength of brackets bonded with 2 adhesive systems. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, v. 128, n. 1, p. 99-102, 2005b.

CAL NETO, J. O. A. P.; MIGUEL, J. A. M. Uma análise dos testes in vitro de força de adesão em Ortodontia. **Rev. Dental Press Ortodon. Ortop. Facial**, v. 9, n. 4, p. 44-51, 2004.

CARSTENSEN, W. Clinical effects of reduction of acid concentration on direct bonding of brackets. **Angle Orthod.**, v. 63, n. 3, p. 221-224, 1993.

CHUNG, C.; PIATTI, A. Clinical comparison of the bond failure rates between fluoride-releasing and non-fluoride-releasing composite resins. **Journal Clin. Orthod.**, v. 34, n. 7, p. 409-412, 2000.

COHEN, W. J. *et al.* Long-term in vitro fluoride release and rerelease from orthodontic bonding materials containing fluoride. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, v. 124, n. 5, p. 571-576, 2003.

CORRER SOBRINHO, L. *et al.* Influência do tempo pós-fixação na resistência ao cisalhamento de braquetes colados com diferentes materiais. **Pesqui. Odontol. Bras.**, v. 16, n. 1, p. 43-49, 2002.

DIEDRICH, P. Enamel alterations from bracket bonding and debonding: A study with the scanning electron microscope. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, v. 79, n. 5, p. 500-522, 1981.

FOX, N. A.; MACCABE, J. F.; GORDON, P. H. Bond strengths of orthodontic bonding materials: an in-vitro study. **Br. J. Orthod.**, v. 18, n. 2, p. 125-130, 1991.

FOX, N. A., MCCABE, J. F., BUCKLEY, J. G. A critique of bond strength testing in orthodontics. **Br. J. Orthod.**, v. 21, n. 1, p. 33-43, 1994.

GEIGER, A. M. *et al.* Reducing white spot lesions in orthodontic populations with fluoride rinsing. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, v. 101, n. 5, p. 403-407, 1992.

GORELICK, L.; GEIGER, A. M.; GWINETT, A. J. Incidence of white spot formation after bonding and banding. **Am. J. Orthod.**, v. 81, n. 2, p. 93-98, 1982.

GORTON, J.; FEATHERSTONE, J. In vivo inhibition of demineralization around orthodontic brackets. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, v. 123, n. 1, p. 10-14, 2003.

GRAF, I.; JACOBI, B. E. Bond strength of various fluoride-releasing orthodontic bonding systems – Experimental study. **J. Orofacial Orthop.**, v. 61, n. 3, p. 191-198, 2000.

HARA, A. T.; PIMENTA, L. A. F.; RODRIGUES JR., A. L. Influence of cross-head speed on resin-dentin shear bond strength. **Dental Materials**, v. 17, n. 2, p. 165-169, 2001.

IANNI FILHO, D. *et al.* Avaliação in vitro da força de adesão de materiais de colagem em Ortodontia: Ensaios Mecânicos de Cisalhamento. **Rev. Dental Press Ortodon. Ortop.**

Facial, v. 9, n. 1, p. 39-48, 2004.

IMPARATO, J. C. P. *et al.* **Banco de dentes humanos**. 20. ed. Curitiba: Maio, 2003. 190p.

KAWAKAMI, R. Y. *et al.* Avaliação “in vitro” do padrão de descolagem na interface de fixação de materiais adesivos ortodônticos ao esmalte de dentes inclusos: resistência ao cisalhamento após 48 horas e 10 dias. **Rev. Dental Press Ortodon. Ortop. Facial**, v. 8, n. 6, p. 43-61, 2003.

KINDELAN, J. D. In vitro measurement of enamel demineralization in the assessment of fluoride-leaching orthodontic bonding agents. **Br. J. Orthod.**, v. 23, n. 4, p. 343-349, 1996.

KLOCKE, A.; KAHL-NIEKE, B. Influence of force location in orthodontic shear bond strength testing. **Dental Materials**, v. 21, n. 5, p. 391-396, 2005.

KOMORI, A.; ISHIKAWA, H. Evaluation of a resin-reinforced glass ionomer cement for use as an orthodontic bonding agent. **Angle Orthod.**, v. 67, n. 3, p. 189-195, 1997.

LINDAUER, S. J. *et al.* Effect of pumice prophylaxis on the bond strength of orthodontic brackets. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, v. 111, n. 6, p. 599-605, 1997.

MCCOURT, J. W.; COOLEY, R. L.; BARNWELL, S. Bond strength of light-cure fluoride-releasing base-liners as orthodontic bracket adhesives. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, v. 100, n. 1, p. 47-52, 1991.

MEISTER, E. R. **Avaliação “in vitro” da resistência adesiva ao cisalhamento na colagem de braquetes usando dois tipos de resinas**, 2004, 77 f. Tese (Mestrado em Clínica Integrada) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2004.

MENG, C. L.; LI, C. H.; WANG, W. N. Bond strength with APF applied after acid etching. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, v. 114, n. 5, p. 510-513, 1998.

MILLETT, D. T.; MCCABE, J. F. Orthodontic bonding with glass ionomer cement - a review. **Eur. J. Orthop.**, v. 18, n. 4, p. 385-399, 1996.

MITCHELL, L. Decalcification during orthodontic treatment with fixed appliances – an overview. **Br. J. Orthod.**, v. 19, n. 3, p. 199-205, 1992.

MONTEITH, V. L. *et al.* Fluoride release from orthodontic bonding agents: a comparison of three in vitro models. **J. Dent.**, v. 27, n. 1, p. 53-61, 1999.

NKENKE, E. *et al.* Evaluation of the bond strength of different bracket-bonding systems to bovine enamel. **Eur. J. Orthod.**, v. 19, n. 3, p. 259-270, 1997.

OESTERLE, L.; SHELLHART, C.; BELANGER, G. K. The use of bovine enamel in bonding studies. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, v. 114, n. 5, p. 514-519, 1998.

OESTERLE, L.; SHELLHART, C.; FISHER, A. Effect of primer precuring on the shear bond strength of orthodontic brackets. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, v. 126, n. 6, p. 699-702, 2004.

ØGAARD, B.; ROLLA, G.; ARENDS, J. Orthodontic appliances and enamel demineralization. Part 1. Lesion development. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, v. 94, n. 1, p. 68-73, 1988.

ØGAARD, B. *et al.* Orthodontic appliances and enamel demineralization. Part 2. Prevention and treatment of lesions. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, v. 94, n. 2, p. 123-128, 1988.

ØGAARD, B. *et al.* Cariostatic effect and fluoride release from a visible light-curing adhesive for bonding of orthodontics brackets. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, v. 101, n. 4, p. 303-307, 1992.

O'REILLY, M. M.; FEATHERSTONE, J. D. B. Demineralization and remineralization around orthodontic appliances: An in vivo study. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, v. 92, n. 1, p. 33-40, 1987.

RETIEF, D. H.; SADOWSKY, P. L. Clinical experience with the acid-etch technique in orthodontics. **Am. J. Orthod.**, v. 68, n. 6, p. 645-654, 1975.

REYNOLDS, I. R. A review of direct orthodontic bonding. **Br. J. Orthod.**, v. 2, n. 3, p. 171-178, 1975.

REYNOLDS, I. R.; FRAUNHOFER, J. A. Direct bonding in orthodontics: A comparison of attachments. **Br. J. Orthod.**, v. 4, n. 2, p. 65-69, 1976.

RIX, D. *et al.* A comparison of fluoride release by resin-modified GIC and polyacid-modified composite resin. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, v. 120, n. 4, p. 398-405, 2001.

ROMANO, F. L.; RUELLAS, A. C. O. Estudo comparativo in vitro da resistência ao cisalhamento da colagem e do Índice de Remanescente Resinoso entre os compósitos Concise e Superbond, **Rev. Dental Press Ortodon. Ortop. Facial**, v. 8, n. 1, p. 69-75, 2003.

ROMANO, F. L. *et al.* Análise in vitro da resistência ao cisalhamento de braquetes metálicos colados em incisivos bovinos e humanos. **Rev. Dental Press Ortodon. Ortop. Facial**, v. 9, n. 6, p. 63-69, 2004.

SHAMMAA, I. *et al.* Comparison of bracket debonding force between two conventional resin adhesives and a resin-reinforced glass ionomer cement: An in vitro and in vivo study. **Angle Orthod.** v. 69, n. 5, p. 463-469, 1999.

SILVERSTONE, L M. Laboratory studies on the demineralization and remineralization of human enamel in relation to caries mechanisms. **Aust. Dent. J.**, v. 25, n. 3, p. 163-168, 1980.

SIMPLÍCIO, A. H. M. **Avaliação in vitro de materiais utilizados para colagem ortodôntica – potencial cariostático, resistência ao cisalhamento e padrão de descolagem.** 2000, 165 f. Tese (Doutorado em Ortodontia) – Faculdade de Odontologia de Araraquara, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Araraquara, 2000.

SINHA, P. K. *et al.* In vitro evaluation of matrix-bound fluoride-releasing orthodontic bonding adhesives. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, v.111, n.3, p.276-282. 1997.

SONIS, A. L.; SNELL, W. An evaluation of a fluoride-releasing, visible light-activated bonding system for orthodontic bracket placement. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, v. 95, n. 4, p. 306-311, 1989.

STALEY, R. N. *et al.* Effect of brushing on fluoride release from 3 bracket adhesives. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, v. 126, n. 3, p. 331-336, 2004.

STECKEL, S. E.; RUEGGEBERG, F. A.; WHITFORD, G. M. Effect of resin cure mode and fluoride content on bracket debonding. **Angle Orthod.**, v. 69, n. 3, p. 282-287, 1999.

SUMMERS, A. *et al.* 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. Dentofacial Orthop.**, v. 126, n. 2, p. 200-206, 2004.

SURMONT, P. *et al.* Comparison in shear bond strength of orthodontic brackets between five bonding systems related to different etching times: An in vitro study. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, v. 101, n. 5, p. 414-419, 1992.

SWARTZ, M. L.; PHILLIPS, R. W.; CLAR, H. E. Long term F release from glass ionômero cements. **J. Dent. Res.**, v. 63, n. 2, p. 158-160, 1984.

THOMPSON, R. E.; WAY, D. C. Enamel loss due to profhylaxis and multiple bonding/debonding of orthodontic attachments. **Am. J. Orthod.**, v. 79, n. 3, p. 282-295, 1981.

TRIMPENEERS, L. M.; DERMAUT, L. R. A clinical evaluation of the effectiveness of a fluoride-releasing visible light-activated bonding system to reduce demineralization around orthodontic brackets. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, v. 110, n. 2, p. 218-222, 1996a.

TRIMPENEERS, L. M.; DERMAUT, L. R. A clinical trial comparing the failure rates of two orthodontic bonding systems. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, v. 110, n. 5, p. 547-550, 1996b.

TRIOLO JR., P. *et al.* Effects of etching time on enamel bond strengths. **Am. J. Dent.**, v. 6, n. 6, p. 302-30, 1993.

UNDERWOOD, M. L.; RAWLS, H. R.; ZIMMERMAN, B. F. Clinical evaluation of a fluoride-exchanging resin as an orthodontic adhesive. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, v. 96, n. 2, p. 93-99, 1989.

WANG, W. N. *et al.* Effect of H₃PO₄ concentration on bond strength. **Angle Orthod.**, v. 64, n. 5, p. 377-382, 1994.

WHEELER, A. W.; FOLEY, T. F.; MAMANDRAS, A. Comparison of fluoride release protocols for in-vitro testing of 3 orthodontic adhesives. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, v. 121, n. 3, p. 301-309, 2002.

WILSON R. M.; DONLY, K. J. Demineralization around orthodontic brackets bonded with resin-modified glass ionomer cement and fluoride-releasing resin composite. **Pediatric**

Dentistry, v. 23, n. 3, p. 255-259, 2001.

ZACHRISSON, B. U. Colagem em Ortodontia. In: GRABER, T. M.; SWAIN, B. F. **Ortodontia**: princípios e técnicas atuais. São Paulo: Panamericana, 2003. cap. 12, p. 497-575.

ANEXO A – Termo de consentimento livre e esclarecido

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ODONTOLOGIA
ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE PONTA GROSSA
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ORTODONTIA

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, _____,
natural de _____, sexo _____, cor _____,
residente à _____, telefone _____,
portador do RG _____, aceito doar o(s) dente(s) _____, para
realização de pesquisas ou trabalhos acadêmicos. Estou consciente de que este(s) dente(s) foi
(foram) extraído(s) por indicação ortodôntica, para melhoria da minha oclusão, como
documentado e esclarecido em meu prontuário. Caso este(s) dente(s) seja(m) utilizado(s) em
pesquisa, está deverá ser aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade
Estadual de Ponta Grossa, sendo preservada a minha identidade na divulgação.

Ponta Grossa, ____ de _____ de 20 ____.

Assinatura do doador ou responsável

Cirurgião-dentista: _____
CRO: _____

Assinatura

Testemunha

ANEXO B – Parecer da Comissão de Ética



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA

**COEP**

COMISSÃO DE ÉTICA EM PESQUISA

PARECER Nº 03/2005
Protocolo: 00439/05

Em reunião ordinária realizada nesta data, a Comissão de Ética em Pesquisa, **APROVOU** o protocolo de pesquisa intitulado "**Avaliação da Resistência Adesiva ao Cisalhamento de Resinas Fluoretadas usadas na colagem de Braquetes**" de responsabilidade do pesquisador Ulisses Coelho.

Ponta Grossa, 28 de abril de 2005.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
COMISSÃO DE ÉTICA EM PESQUISA - COEP


Prof. Dr. Fábio André dos Santos
Coordenador

APÊNDICE A – Resultados do Teste de Cisalhamento

Corpo-de-prova	Espessura mm	Largura mm	Altura do CP mm	Área mm ²	Carga Max. N	Tensão Max. MPa	Tensão Rupt MPa
1	4	3	40,00	13,02	260,12	19,98	19,98
2	4	3	40,00	13,02	185,27	14,23	14,23
3	4	3	40,00	13,02	405,06	31,11	31,11
4	4	3	40,00	13,02	368,47	28,30	28,30
5	4	3	40,00	13,02	251,48	19,31	19,31
6	4	3	40,00	13,02	286,31	21,99	21,99
7	4	3	40,00	13,02	283,18	21,75	21,75
8	4	3	40,00	13,02	277,59	21,32	21,32
9	4	3	40,00	13,02	269,31	20,68	20,68
10	4	3	40,00	13,02	432,24	33,20	33,20
11	4	3	40,00	13,02	425,01	32,64	32,64
12	4	3	40,00	13,02	547,35	33,63	33,63
13	4	3	40,00	13,02	270,67	20,79	20,79
14	4	3	40,00	13,02	162,54	12,48	12,48
15	4	3	40,00	13,02	416,00	31,95	31,95
16	4	3	40,00	13,02	188,36	14,47	14,47
17	4	3	40,00	13,02	451,18	34,65	34,65
18	4	3	40,00	13,02	287,06	22,05	22,05
19	4	3	40,00	13,02	356,23	27,36	27,36
20	4	3	40,00	13,02	375,31	28,83	28,83
Média					324,94	24,54	24,54

QUADRO 4 – Resultados do teste de cisalhamento para o Grupo I – Concise.

Corpo-de-prova	Espessura mm	Largura mm	Altura do CP mm	Área mm ²	Carga Max. N	Tensão Max. MPa	Tensão Rupt MPa
1	4	3	40,00	13,02	173,93	13,36	13,36
2	4	3	40,00	13,02	11,96	0,92	0,92
3	4	3	40,00	13,02	86,74	6,66	6,66
4	4	3	40,00	13,02	81,99	6,30	6,30
5	4	3	40,00	13,02	228,08	17,52	17,52
6	4	3	40,00	13,02	265,87	20,42	20,42
7	4	3	40,00	13,02	67,74	5,20	5,20
8	4	3	40,00	13,02	86,97	6,68	6,68
9	4	3	40,00	13,02	197,84	15,20	15,20
10	4	3	40,00	13,02	325,62	27,08	27,08
11	4	3	40,00	13,02	82,59	6,34	6,34
12	4	3	40,00	13,02	209,85	16,12	16,12
13	4	3	40,00	13,02	162,25	12,46	12,46
14	4	3	40,00	13,02	213,18	16,37	16,37
15	4	3	40,00	13,02	95,36	7,32	7,32
16	4	3	40,00	13,02	150,20	11,54	11,54
17	4	3	40,00	13,02	162,11	12,45	12,45
18	4	3	40,00	13,02	176,12	13,53	13,53
19	4	3	40,00	13,02	79,80	6,13	6,13
20	4	3	40,00	13,02	116,55	8,95	8,95
Média					148,74	11,53	11,53

QUADRO 5 – Resultados do teste de cisalhamento para o Grupo II – Ultrabond

Corpo-de-prova	Espessura mm	Largura mm	Altura do CP mm	Área mm²	Carga Max. N	Tensão Max. MPa	Tensão Rupt MPa
1	4	3	40,00	13,02	147,96	11,36	11,36
2	4	3	40,00	13,02	155,41	11,94	11,94
3	4	3	40,00	13,02	179,63	13,80	13,80
4	4	3	40,00	13,02	269,02	20,66	20,66
5	4	3	40,00	13,02	292,92	22,50	22,50
6	4	3	40,00	13,02	446,29	27,42	27,42
7	4	3	40,00	13,02	245,71	18,87	18,87
8	4	3	40,00	13,02	141,03	10,83	10,83
9	4	3	40,00	13,02	160,26	12,31	12,31
10	4	3	40,00	13,02	242,88	18,65	18,65
11	4	3	40,00	13,02	157,76	12,12	12,12
12	4	3	40,00	13,02	218,72	16,80	16,80
13	4	3	40,00	13,02	114,43	8,79	8,79
14	4	3	40,00	13,02	117,28	9,00	9,00
15	4	3	40,00	13,02	151,68	11,65	11,65
16	4	3	40,00	13,02	356,18	27,36	27,36
17	4	3	40,00	13,02	228,12	17,52	17,52
18	4	3	40,00	13,02	309,25	23,75	23,75
19	4	3	40,00	13,02	236,60	18,17	18,17
20	4	3	40,00	13,02	203,50	15,63	15,63
Média					218,73	16,46	16,46

QUADRO 6 – Resultados do teste de cisalhamento para o Grupo III – Rely-a-Bond

- R229a Rastelli, Marcia Cristina
Avaliação da resistência ao cisalhamento de braquetes colados com resinas ortodônticas fluoretadas / Márcia Cristina Rastelli. Ponta Grossa, 2005.
125 f.; il.
- Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, curso de Mestrado em Odontologia – área de concentração em Clínica Integrada.
Orientador Prof. Dr. Ulisses Coelho
- 1-Braquetes-cisalhamento. 2-Resina ortodôntica. 3-Resina com flúor. I.T.

CDD: 617.695