

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE
MESTRADO EM SAÚDE BRASILEIRA

JOSÉ MAURÍCIO DA ROCHA

**AVALIAÇÃO DAS CARGAS DE ADESÃO E DAS SUPERFÍCIES DO ESMALTE
DENTÁRIO APÓS A REMOÇÃO DE BRÁQUETES ORTODÔNTICOS
CERÂMICOS E METÁLICOS:
UMA VISÃO POR MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA**

JUIZ DE FORA
2010

José Maurício da Rocha

**AVALIAÇÃO DAS CARGAS DE ADESÃO E DAS SUPERFÍCIES DO ESMALTE
DENTÁRIO APÓS A REMOÇÃO DE BRÁQUETES ORTODÔNTICOS
CERÂMICOS E METÁLICOS:
UMA VISÃO POR MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde. Área de Concentração em Saúde Brasileira, da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Saúde.

Orientador: Prof. Dr. Robert Willer Farinazzo Vitral

Co-Orientador: Prof. Dr. Marco Abdo Gravina

Juiz de Fora

2010

Rocha, José Maurício da

Avaliação das cargas de adesão e das superfícies do esmalte dentário após a remoção de bráquetes ortodônticos cerâmicos e metálicos: uma visão por microscopia eletrônica / José Maurício da Rocha. – 2010.
77 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Saúde) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2010.

1. Resistência ao cisalhamento. 2. Ortodontia. I. Título.

CDU 620.176.2

José Maurício da Rocha

**AVALIAÇÃO DAS CARGAS DE ADESÃO E DAS SUPERFÍCIES DO ESMALTE
DENTÁRIO APÓS A REMOÇÃO DE BRÁQUETES ORTODÔNTICOS
CERÂMICOS E METÁLICOS:
UMA VISÃO POR MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde. Área de Concentração em Saúde Brasileira, da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Saúde.

Aprovada em __ de _____ de 2010

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Robert Willer Farinazzo Vitral
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Marco Abdo Gravina
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof^a. Dra. Cátia Cardoso Abdo Quintão
Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Dedico

A você *Lêda, minha esposa amada* e
companheira, obrigado pelo incentivo e
pelo amor que tanto me fazem sentir feliz,
me devolvendo o equilíbrio nos momentos
em que as dificuldades surgem. A você
meu eterno amor!

Aos meus *filhos, noras e netos* que
torceram por mim e me ampararam nos
momentos mais sacrificantes desta etapa.

AGRADECIMENTOS

A *Deus*, em primeiro lugar, pelo dom da vida, pelos ensinamentos diários, pelas pessoas que colocou em meu caminho, por tudo o que me proporciona e pela oportunidade de realizar meus sonhos, dando-me forças nos momentos mais difíceis. Obrigado Senhor!

De forma muito especial ao *meu incansável orientador, Professor Doutor Robert Willer Farinazzo Vitral*, que apesar das inúmeras responsabilidades sempre esteve pronto, com carinho e vontade para orientar-me no que foi preciso com tamanha maestria, que me conduziu durante o desenvolvimento dessa pesquisa. Orgulho-me de tê-lo como exemplo de profissional e de ser humano. Obrigado por tornar-me um *Mestre na admirável arte da Ortodontia*.

Ao meu *co-orientador Professor Doutor Marco Abdo Gravina*, agradeço o carinho, a presteza, os ensinamentos científicos que sempre foram prontamente a mim direcionados. Tê-lo ao meu lado foi imprescindível para a concretização deste trabalho. Tenho o maior orgulho de ter sido co-orientado pelo profissional de tamanho gabarito como o seu. Muito obrigado!

Ao *Magnífico Reitor, Professor Doutor Henrique Duque de Miranda Chaves Filho*, um agradecimento especial, pois é de conhecimento de todos a vossa luta pela Universidade Federal de Juiz de Fora.

À *Coordenadora do Curso de Pós-Graduação, Professora Darcília Maria Nagen da Costa*, pelo carinho e pelas palavras sempre generosas, nos momentos mais difíceis do curso.

Aos *Professores do Curso de Mestrado em Saúde Brasileira*, pelos ensinamentos tão sabiamente a nós repassados.

Aos *funcionários do Instituto Militar de Engenharia, Srs. Joel e Leonardo*, pelo trabalho no Laboratório de Ensaaios Clínicos e no Laboratório de Microscopia Eletrônica de Varredura do Instituto Militar de Engenharia do Rio de Janeiro.

Ao *Diretor da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Juiz de Fora, Professor Doutor Antônio Mário Resende do Carmo*, pelo apoio e disponibilização das dependências daquela instituição para desenvolvimento de minha pesquisa.

A *todos os professores e amigos da Faculdade de Odontologia*, que se solidarizaram durante o desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus queridos amigos *Ângela, Jeanne Melandre, Márcio José da Silva Campos, Nathália Fregúglia e Sérgio Luiz Mota Júnior*, pelo grande apoio na confecção deste estudo.

À minha *secretária Denise*, pela dedicação e carinho de sempre.

Por fim, mas não menos importante, aos *meus pacientes*, pelo carinho e compreensão nos momentos em que não foi possível atendê-los prontamente.

A todos, minha eterna gratidão...

“Vivemos em constante estado de transição, sempre procurando aprender, desaprender e reaprender”.

(Fritjof Capra, A Teia da Vida)

RESUMO

Este estudo objetivou avaliar, *in vitro*, a resistência ao cisalhamento apresentada por três marcas comerciais de bráquetes ortodônticos cerâmicos policristalinos e uma marca de bráquete metálico, todos com retenção mecânica, verificando os índices de resina remanescentes após os ensaios, e analisar, através da microscopia eletrônica de varredura, as topografias superficiais do esmalte pós-descolagem, detectando o desprendimento de partículas minerais do esmalte após a remoção dos bráquetes. Foram utilizados 60 incisivos inferiores bovinos recém-extraídos. Os bráquetes cerâmicos policristalinos (Allure[®], InVu[®] e Clarity[®]) e metálico (Geneus[®]) foram colados utilizando-se o adesivo Transbond XT[®]. Para os resultados referentes ao cisalhamento, utilizou-se o teste de *Kruskal-Wallis*, com nível de significância de 5%. O teste de *Mann-Whitney* foi utilizado para comparar os diferentes tipos de bráquetes aos pares, quanto aos índices de resina remanescentes. Para a análise dos resultados referentes às composições químicas do esmalte aplicou-se o teste de *Brown-Forsythe* com significância estatística ao nível de 5%. As comparações entre os grupos foram realizadas utilizando os testes *Post Hoc* de *Games-Howell*. Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas, quanto as cargas de cisalhamento, durante a descolagem dos bráquetes. Em relação ao IRA, quando comparados aos pares, foi possível observar diferenças estatísticas entre os bráquetes Clarity[®] e InVu[®] ($p = 0,002$), Allure[®] e InVu[®] ($p = 0,006$) e, Clarity[®] e Geneus[®] ($p = 0,0022$). Foi confirmada a prevalência do escore “4”, com um percentual de 40,4%. Em relação à topografia superficial do esmalte, o Geneus[®] foi o único que não apresentou perda de tecido superficial. O Clarity[®] foi o mais afetado em relação à topografia superficial e ao desprendimento de partículas minerais do esmalte (íons Ca). O InVu[®] e o Clarity[®] apresentaram fraturas coesivas de 33,3% de suas amostras e o Allure[®] de 50%, sendo o que mais apresentou fraturas durante a remoção.

Palavras-chave: Resistência ao cisalhamento. Bráquetes ortodônticos. Esmalte dentário. Microscopia eletrônica de varredura.

ABSTRACT

This study aimed at evaluating, in vitro, the shear bond strength shown by three different brands of polycrystalline ceramic orthodontic brackets and a brand of metallic orthodontic bracket, all with mechanical retention, by verifying the adhesive remnant index after trials, and to analyze, by means of scanning electronic microscopy, the superficial enamel topographies after debonding, detecting the release of mineral particles of enamel after bracket removal. Sixty recently extracted mandibular bovine incisors were used in this study. Polycrystalline ceramic brackets (Allure[®], InVu[®], and Clarity[®]), and metallic brackets (Geneus[®]) were bonded with Transbond XT[®]. For the results concerning the shear bond strength the Kruskal-Wallis test was applied with a significance level of 5%. The Mann Whitney test was performed to compare the different types of brackets by pair, in relation to the adhesive remnant. For the analysis of the results concerning the chemical composition of the enamel the Brown-Forsythe test was applied with a significance level of 5%. Comparisons between the groups were analyzed using the Games-Howell Post Hoc test. No statistically significant differences were observed in relation to shear loads during bracket debonding. In relation to ARI, when the pairs are compared, it was possible to observe statistically significant differences between Clarity and InVu brackets ($p = 0,002$), Allure and InVu ($p = 0.006$), and Clarity and Geneus ($p = 0.0022$). The prevalence of score “4” was confirmed with a percentile of 40.4%. In relation to the superficial enamel topography, the Geneus[®] bracket was the only one which did not show loss of superficial tissue. Clarity[®] brackets was the most affected in relation to superficial topography and to the release of mineral particles of enamel (Ca ions). InVu[®] and Clarity[®] brackets showed cohesive fractures in 33.3% of their samples and the Allure[®] in 50%, the latter being the one that presented most fractures during removal.

Keywords: Shear bond strength. Polycrystalline ceramic brackets. Adhesive remnant index. Scanning electronic microscopy.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Dentes observados em estereomicroscópio. Em A, um dente com as características consideradas aceitas para a colagem. Em B, um dente impróprio para o estudo.....	48
Figura 2 - Fotografia do aparelho estereomicroscópio do tipo Stemi 2000-C do fabricante Zeiss, do Departamento de Física da Universidade Federal de Juiz de Fora.....	49
Figura 3 - Fotografia da guia confeccionada com fio de aço retangular 0,21" X 0.27,5" posicionada no <i>slot</i> do bráquete.....	51
Figura 4 - Fotografia da máquina universal de ensaio EMIC modelo DL 2000 (Faculdade de Odontologia – UFJF).....	52
Figura 5 - Fotografia do microscópio eletrônico (JEOL, modelo JSM-5800LV) utilizado para microscopia eletrônica de varredura.....	52
Figura 6 - Gráfico demonstrativo do IRA dos grupos de bráquete com base nos escores analisados.....	55
Figura 7 - Amostra do esmalte do grupo Geneus®	57
Figura 8 - Amostra do esmalte do grupo Allure®	57
Figura 9 - Amostra do esmalte do grupo In Vu®	58
Figura 10 - Amostra do esmalte do grupo Clarity®	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Médias, desvios-padrão, valores mínimos e máximos e número de dentes referentes aos ensaios mecânicos de cisalhamento (MPa).....	54
Tabela 2 - Escores para avaliação do IRA nos grupos estudados.....	55
Tabela 3 - Diferenças dos pares de bráquetes analisados pelo IRA.....	56
Tabela 4 - Resultados obtidos em EDS, referentes às composições químicas do esmalte após a remoção dos bráquetes.....	60
Tabela 5 - Resultado do tratamento estatístico referente ao elemento químico Ca.....	61

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

cm	- Centímetros
EDS	- <i>Energy Dispersive Spectroscopy</i>
g	- Gramas
°C	- Graus Celsius
IRA	- Índice de resina remanescente
IME	- Instituto Militar de Engenharia
®	- Marca Registrada
MPa	- Megapascal
MEV	- Microscopia eletrônica de varredura
mm	- Milímetros
mm ²	- Milímetros quadrados
N	- Newton
nº.	- Número
Kgf	- Quilograma força
Kgf/cm	- Quilograma força por centímetros
Kgf/cm ²	- Quilograma força por centímetros quadrados
X	- Vezes

LISTA DE SÍMBOLOS

Ca	- Cálcio
=	- Igual
+	- Mais
±	- Mais ou menos
<	- Menor que
%	- Percentual
”	- Polegadas
Si	- Silício

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REVISÃO DA LITERATURA	18
2.1	Trabalhos que avaliaram diferentes tipos de materiais de colagem	18
2.2	Trabalhos que compararam diferentes tipos de bráquetes	35
2.3	Trabalhos que avaliaram diferentes métodos de descolagem	38
2.4	Trabalhos que avaliaram outras variáveis	42
3	PROPOSIÇÃO	47
4	METODOLOGIA	48
5	RESULTADOS	54
6	DISCUSSÃO	62
7	CONCLUSÃO	65
	REFERÊNCIAS	66
	APÊNDICES	72

1 INTRODUÇÃO

A exigência por tratamentos ortodônticos estéticos, principalmente por parte dos pacientes adultos, culminou com o desenvolvimento dos primeiros bráquetes cerâmicos na Ortodontia no final da década de 80. A partir de então vêm sendo desenvolvidas novas tecnologias para manufatura dos bráquetes estéticos. (KARAMOUZOS; ATHANASIOU; APADOPOULOS, 1997).

Os bráquetes cerâmicos podem ser policristalinos e monocristalinos, sendo que a diferença está no processo de fabricação. Os bráquetes policristalinos são produzidos pela precipitação de partículas de óxido de alumínio, combinadas com um aglutinador, trabalhados e aquecidos para remover as imperfeições da superfície e o estresse causado pelo processo de corte. Este processo de manufatura pode produzir falhas estruturais nos acessórios. Os bráquetes monocristalinos são feitos por um processo inteiramente diferente. Cristais únicos, feitos de safira, envolvem a combinação das partículas de óxido de alumínio com um aglutinador a 2100°C (OMANA; MOORE; BAGBY, 1992 VICENTE et al., 2006). Esta massa é resfriada vagarosamente permitindo assim um cuidadoso controle da cristalização. Esse material é adquirido pelos fabricantes e então recortado no tamanho e formato dos bráquetes, por meio de técnicas de corte ultrassônico, diamantado ou a combinação das duas. Após o corte, os cristais de safira são, novamente, aquecidos para remover as imperfeições nas superfícies e para aliviar o estresse produzido pelos procedimentos de corte. Desta maneira, a estrutura cristalina do bráquete monocristalino é mais pura do que a do policristalino, reduzindo assim as falhas estruturais, porém, elevando os custos de fabricação (BIGARELLA, 2005; OMANA; MOORE; BAGBY, 1992; SWARTZ, 1988).

As cerâmicas são uma ampla classe de materiais que incluem pedras preciosas, vidros, argilas, misturas de compostos cerâmicos e óxidos metálicos. Na sua essência, a cerâmica não é nem metálica nem polimérica, sendo reconhecidas pela sua dureza e pela sua resistência às altas temperaturas e à degradação química, porém muito frágeis. Os metais podem se deformar consideravelmente sem fraturar-se, mesmo na presença de impurezas, o que não acontece com as cerâmicas, pois quando o estresse alcança níveis críticos, as ligações interatômicas

se rompem e ocorre a fratura, o que é chamado de “friabilidade” (OMANA; MOORE; BAGBY, 1992; SWARTZ, 1988).

Para se desenhar bráquetes cerâmicos são utilizadas análises de computadores e engenharia para analisar os níveis e a distribuição de estresse. Os novos bráquetes cerâmicos que estão sendo produzidos oferecem propriedades ópticas excelentes e a promessa de aparência estética adicional sem comprometimento funcional significativa. Eles ainda não são tão resistentes ou duráveis como os de aço inoxidável, e as cerâmicas sempre serão quebradiças por natureza. Apenas um modelo melhor, a pureza e a ausência de falhas na fabricação podem superar a fragilidade inerente e maximizar as propriedades físicas das cerâmicas (BIGARELLA, 2005).

A introdução do ataque ácido ao esmalte dentário por Buonocore (1955) tornou a colagem de bráquetes uma rotina na terapia ortodôntica com aparelho fixo. O pesquisador propôs que a superfície do esmalte poderia ser alterada por ácidos, para se tornar mais receptiva à adesão. Inicialmente, ele descobriu que a resina acrílica poderia ser aderida ao esmalte, condicionando-se sua superfície com ácido fosfórico a 85% por 30 segundos. Segundo o autor, isto poderia ser resultado da exposição da estrutura orgânica do esmalte, com formação de novas substâncias precipitadas sobre sua superfície e com a remoção do esmalte antigo e inerte e exposição do esmalte fresco e reativo; o que aumentaria a permeabilidade da superfície do mesmo, permitindo um contato mais íntimo entre a resina e o esmalte. A técnica consistiu em efetuar previamente a profilaxia do esmalte e com o mesmo já limpo, seco e isolado da saliva, em se aplicar o ácido sobre sua superfície. Vários materiais foram desenvolvidos com essa finalidade. As resinas compostas tornaram-se o principal material de colagem, devido as suas propriedades adesivas. (FERNANDES, 2008).

Quando um bráquete é removido, a ruptura na união pode ocorrer na interface bráquete/adesivo (adesiva), adesivo/esmalte (adesiva), na camada adesiva (coesiva) e pode ser mista (adesiva e coesiva). Quando ocorre a quebra na interface adesivo/esmalte, há maior risco de fragmentos de esmalte serem removidos juntamente com a base dos bráquetes. Portanto, o ortodontista deve se preocupar em utilizar a técnica que promova o deslocamento na interface bráquete/adesivo, prevenindo danos à estrutura dentária (BENNETT; SHEN; WALDRON, 1984;

BUONOCORE, 1955; KATONA, 1997; NEWMAN, 1971; REED; SHIVAPUJA, 1991; ZACHRISSON, 1996).

Devido à grande dificuldade em se obter dentes humanos extraídos, para pesquisas odontológicas, torna-se necessário obter-se um substituto com as mesmas características físicas. Como os dentes dos mamíferos são semelhantes, pesquisadores têm utilizado dentes oriundos de bovinos, ovinos, eqüinos ou suínos para conseguir quantidade de material suficiente e padronizado para seus estudos. Os dentes humanos são morfológica e histologicamente semelhantes aos dentes de outros mamíferos, entretanto o tamanho e a disponibilidade fazem dos incisivos bovinos uma preferência para as pesquisas odontológicas (CAMPOS; CAMPOS; VITRAL, 2008).

O teste de cisalhamento é um dos mais simples e amplamente utilizados para a determinação da resistência de adesão à colagem de bráquetes ortodônticos (FERNANDES, 2008). Neste teste, a união é rompida por uma força aplicada paralelamente à interface adesiva. Dessa forma, pela divisão da força aplica pela área adesiva total obter-se-á a resistência de união induzida pela tensão de cisalhamento. O teste pode ser realizado por meio de uma haste metálica ou uma alça de fio de aço, justapostas o mais próximo possível da interface adesiva (GARCIA et al., 2002). A fratura se inicia no ponto onde a haste aplica uma força normal e, portanto, a fratura nem sempre ocorre no ponto mais fraco (WATANABE; NAKABAYASHI, 1994).

A microscopia eletrônica de varredura (MEV) é utilizada em várias áreas do conhecimento e o uso desta técnica vem se tornando mais freqüente por fornecer informações de detalhe, com aumentos de até 300.000 vezes. A imagem eletrônica de varredura é formada pela incidência de um feixe de elétrons, sob condições de vácuo. Ao microscópio eletrônico pode ser acoplado o sistema de *Energy Dispersive Spectroscopy* (EDS), o qual possibilita a determinação da composição qualitativa e semiquantitativa das amostras, a partir da emissão de raios X característicos. O limite de detecção é da ordem de 1%, mas pode variar de acordo com as especificações utilizadas durante a análise, como o tempo de contagem, por exemplo. Uma das vantagens da utilização da MEV com sistema EDS é a rapidez e facilidade na preparação das amostras, que dependem dos objetivos da pesquisa. Os minerais não condutores de corrente elétrica, para serem analisados por MEV

com sistema de microanálise EDS devem ser previamente metalizados (DUARTE et al., 2003).

A realização de estudos *in vivo* pode apresentar muitas variáveis, o que pode ser minimizado a partir do desenvolvimento de protocolos de pesquisa *in vitro*, padronizando os procedimentos e limitando ao máximo as variáveis envolvidas. Dessa forma, os resultados seriam mais representativos e passíveis de comparação.

Mediante ao exposto, este estudo objetivou avaliar, *in vitro*, a resistência ao cisalhamento apresentada por três marcas comerciais de bráquetes ortodônticos cerâmicos policristalinos e uma marca de bráquete ortodôntico metálico, avaliando os índices de resina remanescentes (IRA) e analisando, através da microscopia eletrônica de varredura, as topografias superficiais do esmalte após a descolagem dos bráquetes, detectando o desprendimento de partículas minerais do esmalte após a remoção dos mesmos.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Trabalhos que avaliaram diferentes tipos de materiais de colagem

Maskeroni, Meyers e Lorton (1990) compararam *in vitro* a força de cisalhamento de adesão a partir de três diferentes preparações de superfície de esmalte: 1) condicionamento com ácido fosfórico a 37%; 2) condicionamento com ácido poliacrílico sulfatado com remoção de cristais com enxágue vigoroso e; 3) condicionamento com ácido poliacrílico com crescimento cristal. Quarenta dentes pré-molares humanos extraídos foram divididos em quatro grupos (n = 10), sendo que nos três primeiros foram utilizados bráquetes cerâmicos com diferentes tipos de condicionamento e no quarto grupo foram utilizados bráquetes metálicos para colagem em esmalte previamente condicionado com ácido fosfórico. O mesmo cimento resinoso fotopolimerizável foi utilizado para todos os grupos. Os resultados demonstraram que a força de cisalhamento necessária para descolar os bráquetes cerâmicos foi 21% maior que aquela obtida para os bráquetes metálicos. O grupo condicionado com ácido poliacrílico com crescimento cristal teve valores para a força de cisalhamento aproximadamente 50% superior do que o grupo de condicionamento com ácido fosfórico quando utilizados os bráquetes cerâmicos. À MEV, as falhas de adesão no grupo de condicionamento com ácido fosfórico foram na interface do bráquete/resina com maior percentual de resina permanecendo ao dente quando comparados com o grupo condicionado com ácido poliacrílico no qual a falha de adesão localizou-se, preferencialmente, na interface resina/esmalte. As fraturas do esmalte não foram encontradas quando dentes saudáveis e sem restaurações foram sujeitos a força de cisalhamento. No teste preliminar utilizando o condicionamento com ácido fosfórico em dentes com esmalte comprometido (grandes restaurações envolvendo três ou mais superfícies), 50% dos dentes exibiram fraturas de esmalte durante a remoção de acessório. O estudo demonstrou que o condicionamento com ácido poliacrílico na superfície do esmalte produziu diferentes superfícies de retenção, dependendo da presença ou ausência de crescimento cristal.

Garcia-Godoy e Martin (1995) compararam as forças de cisalhamento e a morfologia da superfície do esmalte após a remoção de acessórios cerâmicos policristalinos (Transcend 2000[®]) colados com resina fotopolimerizável (Transbond[®]), sem condicionamento do esmalte ou com condicionamento do mesmo por 15 segundos com ácido fosfórico a 10% e 37% ou com ácido malêico a 10%. Quarenta pré-molares humanos sem cáries foram utilizados e divididos aleatoriamente em quatro grupos de 10: grupo I – sem condicionamento do esmalte; grupo II – condicionamento do esmalte por 15 segundos de ácido fosfórico a 37%; grupo III – condicionamento do esmalte por 15 segundos com ácido fosfórico a 10% e; grupo IV – condicionamento do esmalte por 15 segundos com de ácido malêico a 10%. Os bráquetes foram colados às superfícies do esmalte condicionado de acordo com as instruções preconizadas pelo fabricante. Todos os dentes foram armazenados em água destilada por 24 horas e após esse período termociclados por 300 ciclos entre 5°C e 55°C. Os corpos de prova foram montados em gesso especial e submetidos aos ensaios em máquina Instron em uma velocidade de ensaio de 0.5 mm/minuto. Imediatamente após a remoção dos acessórios, a superfície do esmalte e a interface do bráquete/esmalte foram avaliadas visualmente e com estereomicroscópio. Amostras foram então examinadas a partir de MEV e foram aplicados os testes ANOVA e t *Student-Newman-Keuls*. Os resultados (em MPa) foram: grupo I: 11.83 (+3.9); grupo II: 28.80 (+12.6); grupo III: 26.25 (+5.3); grupo IV: 18.06 (+6.9). Os grupos II e III apresentaram diferenças estatisticamente significativas ($p < 0.01$) em relação aos grupos I e IV. O grupos II e III e os o grupos I e IV não foram estatisticamente diferentes. Durante a remoção dos acessórios a falha de adesão ocorreu principalmente na interface bráquete/resina em todos os grupos, exceto o grupo II que exibiu duas amostras com falhas coesivas do esmalte e duas fraturas dos bráquetes. A avaliação pela MEV revelou que após remoção dos acessórios, o grupo condicionado com ácido fosfórico a 37% tinha a superfície mais resistente e foi o único grupo que apresentou fraturas do esmalte. A descolagem dos bráquetes no esmalte sem condicionamento e no esmalte condicionado com ácido fosfórico a 10% deve ser clinicamente investigada utilizando os produtos testados.

Bishara et al. (1999b) determinaram a resistência ao cisalhamento de bráquetes ortodônticos colados aos dentes de acordo com três protocolos: grupo 1 – condicionamento com ácido fosfórico 37% e colagem com Transbond XT[®]; grupo II – condicionamento com primer ácido Clearfil Liner Bond 2[®] e colagem com Transbond

XT[®]; grupo III – condicionamento do dente com ácido poliacrílico 20% e colagem com ionômero de vidro Fuji Ortho LC[®]. As amostras foram armazenadas em água deionizada a 37°C, por 48 horas e submetidas ao ensaio de resistência ao cisalhamento a uma velocidade de 0,5 mm/minuto. Os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de *Ducan* e mostraram que o grupo formado por ácido fosfórico/compósito proporcionou maior resistência da colagem ao cisalhamento (10,4 MPa), valor significativamente maior que os grupos III (6,5 MPa) e II (2,8 MPa).

Meehan, Foley e Mamandras (1999) utilizaram 200 pré-molares com a finalidade de comparar a resistência ao cisalhamento da colagem de dois cimentos de ionômero de vidro fotopolimerizáveis (Ultra Band Lok[®] e Fuji Ortho LC[®]) e um compósito resinoso (Transbond XT[®]). Os dentes foram divididos em cinco grupos e todos receberam profilaxia com pedra-pomes e água. No grupo I foi utilizado o condicionador Reliance[®] em superfície seca e em seguida os bráquetes foram colados com o cimento de ionômero de vidro Ultra Band Lok[®]; no grupo II foram utilizados os mesmo produtos, porém em ambiente úmido; no grupo III, as colagens foram feitas em ambiente úmido com Fuji Ortho LC[®], sem condicionamento do esmalte; no grupo IV as superfícies de esmalte foram condicionadas com ácido poliacrílico a 10% por 20 segundos, lavadas, mantidas umedecidas e as colagens realizadas também com Fuji Ortho LC[®]; no grupo V, o esmalte foi condicionado com ácido fosfórico a 37% por 60 segundos, lavado, seco e as colagens feitas com compósito Transbond XT[®]. Os valores médios de resistência encontrados para os cinco grupos foram: grupo I – 11,36 MPa; grupo II – 10,03 MPa; grupo III – 3,21 MPa; grupo IV – 7,68 MPa e grupo V – 11,23 MPa. Os grupos I, II e V obtiveram os maiores valores de resistência sendo estatisticamente superiores aos grupos III e IV; o cimento de ionômero de vidro Fuji Ortho LC[®] deve ser usado em dentes condicionados com ácido poliacrílico para aumentar a resistência adesiva; o Fuji Ortho LC[®] utilizado sem prévio condicionamento ácido mostrou-se inadequado para uso clínico; o Fuji Ortho LC[®] utilizado sem condicionamento, Ultra Band Lok[®] em superfícies contaminadas e o Transbond XT[®] obtiveram valores médios do IRA inferiores, indicando fratura na interface esmalte/adesivo, enquanto o Ultra Band Lok[®] e Fuji Ortho LC[®] em superfícies, inicialmente secas e condicionadas e, posteriormente mantidas umedecidas, antes das colagens, apresentam valores superiores para o IRA, com fraturas na interface bráquete/adesivo.

Santos et al. (2000) avaliou a capacidade de retenção, por meio de forças de tração, de bráquetes metálicos com malha na base (Abzil-Lancer[®]), de bráquetes metálicos com sulcos retentivos na base (Dyna-Lock[®]) e de bráquetes cerâmicos policristalinos (Clarity[®]) de segunda geração, colados em pré-molares humanos com o cimento resinoso fotopolimerizável Transbond XT[®] associado ao agente adesivo hidrófilo Transbond MIP[®] ou com o cimento de ionômero de vidro modificado fotopolimerizável Fuji Ortho LC[®], ambos em ambiente úmido, comparando os resultados com o cimento resinoso quimicamente ativado Concise Ortodôntico[®] (controle), em ambiente seco. O IRA presente foi observado por MEV. Os bráquetes Abzil-Lancer[®], colados com Concise Ortodôntico[®], em ambiente seco, ou com o Transbond XT[®] associado ao Transbond MIP[®], em ambiente úmido, mostraram capacidade de retenção estatisticamente superior quando comparados aos bráquetes Clarity[®] e aos bráquetes Dyna-Lock[®], colados com os mesmos adesivos, sem diferenças entre si. O cimento ionomérico fotopolimerizável Fuji Ortho LC[®], proporcionou capacidade de retenção precária para os três tipos de bráquetes. O IRA foi mais baixo para os bráquetes Abzil-Lancer[®] colados com os três adesivos, com maior incidência de falhas na interface esmalte/adesivo. Da mesma forma, os três tipos de bráquetes colados com o Fuji Ortho LC[®], exibiram percentuais de fratura na interface adesivo/esmalte, associado a valores baixos para o IRA. O IRA foi elevado, com maior frequência de falhas na interface bráquete/adesivo, para os bráquetes Clarity[®] e Dyna-Lock[®] colados com o adesivo Concise[®] ou com o Transbond XT[®] associado ao Transbond MIP[®]. Houve somente um caso de fratura do esmalte com um bráquete metálico Abzil-Lancer[®] colado com o Fuji Ortho LC[®].

Gonçalves, Mandetta e Santos et al. (2000) compararam, *in vitro*, a resistência à tração de bráquetes colados com compósitos fotopolimerizáveis, em superfícies condicionadas e secas e condicionadas e úmidas, de acordo com a técnica indicada por seus fabricantes. Em superfícies condicionadas e secas, foram utilizados os materiais Fill Magic Ortodôntico[®] e o Transbond XT[®]. Em superfícies condicionadas e úmidas, utilizou-se o Transbond XT[®] associado ao agente adesivo hidrófilo Transbond MIP[®]. Também foi determinado o IRA. Foram utilizados 45 pré-molares humanos, divididos em três grupos (n = 15). O grupo I foi composto por superfícies dentárias condicionadas e secas, coladas com o Transbond XT[®] de

maneira convencional; o grupo II foi composto por superfícies dentárias condicionadas e úmidas, coladas com o Transbond XT[®] em associação ao agente adesivo hidrófilo Transbond MIP[®] e o grupo III foi composto por superfícies dentárias condicionadas e secas, coladas com o Fill Magic[®], sem a utilização de agente de união. Os bráquetes foram colados nos dentes e posteriormente armazenados a 37°C, por uma semana. A seguir foram submetidos a 700 ciclos térmicos (5°C e 55°C) e armazenadas a 37°C em 100% de umidade relativa. Em seguida, as amostras foram submetidas ao ensaio de resistência à tração em uma máquina de ensaios mecânicos Instron, com velocidade de 0,5 mm/minuto. Os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de *Tukey* e mostraram que os valores médios de resistência adesiva foram: grupo I = 9,89 MPa; grupo II = 12,37 MPa; e GC = 5,64 MPa. O grupo formado pelo Transbond MIP[®] juntamente com Transbond XT[®] foi estatisticamente superior aos demais. O grupo do Transbond XT[®] convencional foi estatisticamente superior ao Fill Magic[®]. Com os bráquetes colados com o compósito Transbond XT[®] associado ao agente adesivo hidrófilo Transbond MIP[®] em presença de umidade e, com os bráquetes colados com o compósito Transbond XT[®], associado ao agente adesivo Transbond XT[®], em superfícies secas, ocorreram falhas coesivas nos materiais, evidenciadas pelo IRA. Os autores concluíram que, nos bráquetes colados com o compósito fotoativado Fill Magic[®] ortodôntico, sem a utilização do agente de união e, em superfícies condicionadas e secas, ocorreram falhas na interface bráquete/adesivo, indicadas pelo IRA.

Pinzan, Pinzan e Francisconi (2001) avaliaram, *in vitro*, bráquetes metálicos colados ao esmalte úmido e seco, utilizando o compósito Transbond XT[®] associado aos adesivos Transbond MIP[®] e Transbond XT[®]. Foram utilizados 60 pré-molares hígidos, divididos em três grupos: grupo I) Transbond XT[®] + Transbond MIP[®], em meio seco; grupo II) Transbond XT[®] + Transbond MIP[®], em meio úmido e; grupo III) com Transbond XT[®], de maneira convencional, em meio seco. Foram mantidos constantes o tempo de condicionamento ácido, de lavagem e de secagem. Após a colagem os corpos-de-prova foram submetidos ao ensaio de cisalhamento. Os resultados foram analisados estatisticamente utilizando-se a análise de variância. Concluíram que os grupos I, II e III apresentaram valores de resistência adesiva, clinicamente aceitáveis; contudo o grupo II apresentou menor incidência de falhas, comportando-se melhor.

David et al. (2002) realizaram um experimento com a finalidade de comparar a resistência adesiva de bráquetes colados com um cimento de ionômero de vidro modificado com resina (Fuji Ortho LC[®]), um compósito com liberação de flúor (Advance[®]) e um compósito convencional (Transbond XT[®]). Avaliaram também os IRA, quantificaram o tempo requerido para remoção dos resíduos de material e avaliaram os dois métodos qualitativos usados para a obtenção do IRA. Foram utilizados 40 incisivos inferiores humanos que receberam em suas faces vestibulares profilaxia com pedra-pomes e água e divididos em quatro grupos (n = 10). Grupo I) colado com Transbond XT[®], após condicionamento com ácido fosfórico a 37%; grupo II) colado com Fuji Ortho LC[®], após condicionamento com ácido poliacrílico (20%) e a superfície mantida úmida; grupo III) colado com Fuji Ortho LC[®] em superfícies sem condicionamento e umedecidas e; grupo IV) colado com o compósito Advance[®] em superfície seca, com utilização do adesivo Probond Primer[®]. Após a colagem dos bráquetes os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada por 24 horas em temperatura ambiente. Os dados foram submetidos à Análise de Variância e ao teste de *Duncan* e mostraram que a média do IRA foi diferente entre o grupo colado com Advance[®] e Fuji Ortho LC[®] com esmalte condicionado, deixando menor quantidade de resina remanescente que o Fuji Ortho LC[®] em esmalte não condicionado; o Transbond XT[®] obteve valores intermediários do IRA, superiores aos obtidos com a utilização do Advance[®] e do Fuji Ortho LC[®] em esmalte condicionado. Os valores encontrados pelas duas análises, quanto à interpretação do IRA, variaram entre 0-5 e 0-6, e foram avaliados por dois examinadores independentes. Advance[®] e Fuji Ortho LC[®] com condicionamento ácido apresentaram menor quantidade de remanescente adesivo que o Fuji Ortho LC sem condicionamento, demonstrando maior possibilidade de causar danos ao esmalte dental do que o Transbond XT[®]. Todavia, o Fuji Ortho LC[®] sem condicionamento ácido e o Transbond XT[®] necessitaram de um tempo maior para limpeza da superfície dental após a descolagem.

Tortamano et al. (2002) compararam a resistência à tração de diferentes cimentos utilizados na colagem de bráquetes ortodônticos metálicos (Abzil-Lancer[®]). A amostra consistiu de seis grupos de 10 pré-molares humanos, sendo que todos receberam profilaxia com pedra-pomes e água, antes da colagem. Os agentes cimentantes e seus respectivos sistemas adesivos seguiram as especificações dos

fabricantes. No grupo I (controle), os bráquetes foram cimentados com resina composta ortodôntica Concise Ortodôntica[®], quimicamente ativada, largamente utilizada pelos ortodontistas; no grupo II, os bráquetes foram colados com o sistema adesivo Transbond XT[®], de maneira convencional; no grupo III, a resina Transbond XT[®] foi associada ao agente hidrofílico de união Transbond MIP[®]; no grupo IV foi utilizado o agente de união Single Bond[®] seguido da colagem com Z-100[®]; no grupo V, foi utilizado o agente de união Solid Bond S[®] seguido da colagem com Durafill[®]; e, no grupo VI, foi utilizado o cimento ionomérico Fuji Ortho LC[®], de maneira convencional. As amostras foram submetidas a 700 ciclos térmicos (5°C e 55°C) e posteriormente ao ensaio de resistência à tração, em uma velocidade de 1,0 mm/minuto. Os dados foram submetidos à Análise de Variância e ao teste de *Tukey* e mostraram que o Transbond XT[®] apresentou os melhores resultados adesivos (12,73 MPa), seguido do Concise Ortodôntico[®] (11,06 MPa), Durafill[®] (9,90 MPa), Z-100[®] (9,82 MPa), Transbond XT[®] associado Transbond MIP[®] (7,61 MPa) e Fuji Ortho LC[®] (3,23 MPa). Não foram encontradas diferenças estatísticas significantes entre os materiais Concise Ortodôntico[®], Transbond XT[®], Z-100[®] e Durafill[®]. O cimento de ionômero de vidro Fuji Ortho LC[®] apresentou resistência de adesão inferior aos outros materiais avaliados. As resinas compostas apresentaram cargas adesivas compatíveis com a utilização clínica. A resina composta ortodôntica fotopolimerizável Transbond XT[®], quando utilizada com o adesivo Transbond XT[®], apresentou os melhores resultados, ao passo que, quando utilizada com o adesivo Transbond MIP[®] (desenvolvido para ambiente úmido), apresentou resultados inferiores, porém, clinicamente aceitáveis. As resinas compostas restauradoras analisadas apresentaram propriedades mecânicas e de manipulação adequadas, sendo uma alternativa viável para a cimentação de bráquetes ortodônticos metálicos.

Buyukilmaz, Usumez e Karaman (2003) estudaram a eficácia de três diferentes primers-ácidos Self-Etching Primer[®] sobre a resistência ao cisalhamento da colagem de bráquetes metálicos e observaram os IRA após a descolagem. Compararam estes materiais ao ácido fosfórico. No estudo foram utilizados 80 pré-molares humanos divididos em quatro grupos (n = 20). No grupo controle, o esmalte foi condicionado com ácido fosfórico a 37% e nos grupos experimentais, com os primers-ácidos Clearfil SE Bond[®], Etch & Prime[®] e Transbond Plus Self Etching

Primer[®]. Todos os bráquetes do estudo foram colados com Transbond XT[®]. Após a colagem, as amostras foram armazenadas em água destilada a 37°C, por 14 horas e submetidas ao ensaio de tração em uma máquina Instron, com uma velocidade de 0,5 mm/minuto. Os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Duncan obtendo valores médios de resistência de 16,0 MPa para o grupo de Transbond Plus Self Etching Primer[®]; 13,1 MPa para o ácido fosfórico; 11,5 MPa para o Clearfil SE Bond[®] e; 9,9 MPa para o Etch & Prime[®]. Quando foi avaliada a quantidade de adesivo remanescente, após a descolagem, observaram que havia mais adesivo residual aderido ao esmalte no grupo controle do que nos grupos tratados com Clearfil SE Bond[®] e com Etch & Prime[®]. Os locais de falha e a quantidade de resina residual aderida ao dente foram semelhantes entre o grupo controle e o adesivo Transbond Plus Self Etching Primer[®]. Concluíram que o Transbond Plus Self Etching Primer[®] foi efetivo, porém estudos clínicos futuros são necessários para comprovar sua eficiência.

Cacciafesta et al. (2003) avaliaram a resistência adesiva ao ensaio mecânico de cisalhamento e o IRA de bráquetes colados com um primer convencional, um hidrófilo e um autocondicionante, sob sete diferentes condições de esmalte. Foram utilizados 315 incisivos inferiores bovinos divididos em 21 grupos, sendo sete grupos para cada tipo de material (Transbond XT[®]; Transbond MIP[®] e Transbond Plus Self Etching Primer[®]). Os materiais foram avaliados em esmalte seco; umedecido antes da aplicação do primer; umedecido após aplicação do primer; umedecido antes e depois da aplicação e contaminado com saliva na mesma ordem citada acima. Os grupos que avaliaram o Transbond XT[®] e o Transbond MIP[®] foram condicionados previamente com ácido fosfórico a 37%, por 30 segundos, lavados e secos. Em todos os grupos, os bráquetes foram colados com o compósito Transbond XT[®]. Após armazenagem em água destilada em temperatura ambiente por 24 horas, as amostras foram submetidas ao ensaio mecânico de cisalhamento em uma máquina Instron com velocidade de 1,0 mm/minuto. Os resultados foram submetidos ao teste de *Kruskal-Wallis* e mostraram que: 1) as superfícies de esmalte secas obtiveram os maiores valores de resistência com todos os materiais analisados; 2) nas colagens realizadas em superfícies secas não houve diferença estatística significativa entre os tipos de primer; 3) na maioria das condições úmidas e contaminadas, o Transbond Plus Self Etching Primer[®] obteve os maiores valores

de resistência adesiva; 4) o primer Transbond MIP[®] em esmalte seco produziu maiores valores de resistência adesiva em relação ao esmalte umedecido e contaminado; 5) entre os três primers avaliados o Transbond Plus Self Etching Primer[®] foi o menos influenciado em termos de resistência adesiva; 6) entre o tipo de fratura em esmalte umedecido ou contaminado com saliva não ocorreu diferença estatística significativa em todas as condições quando se utilizou o Transbond Plus Self Etching Primer[®]; 7) entre os materiais Transbond XT[®] e Transbond MIP[®] ocorreram diferenças estatísticas, dependendo da condição do esmalte. Concluíram que o Transbond Plus Self Etching Primer[®] pode ser usado com sucesso como agente condicionador e primer na colagem de bráquetes em condições de esmalte seco, úmido ou contaminado com saliva.

Gia, William e Taloumis (2003) avaliaram e compararam a resistência adesiva, ao ensaio de cisalhamento, de bráquetes ortodônticos APC[®], colados por meio da técnica indireta, usando a resina de colagem indireta de preparação rápida, com bráquetes colados pela técnica direta por um método convencional utilizando a resina Transbond XT[®]. Foram utilizados 54 pré-molares divididos em dois grupos: G1) composto de 27 dentes e com os bráquetes colados pela técnica indireta e o G2 composto de 27 dentes colados pela técnica direta. Os grupos foram submetidos ao ensaio mecânico de cisalhamento e os dados analisados estatisticamente. Os autores concluíram que: nenhuma diferença significativa, na resistência adesiva ao cisalhamento, foi detectada; não houve correlação entre resistência adesiva e porcentagem de restos de resina adesiva que permaneceram nos bráquetes; nenhuma diferença significativa foi constatada comparando-se as técnicas empregadas.

Kula, Nash e Purk (2003), com a finalidade de avaliar se o Transbond MIP[®] possuía resistência adesiva igual ou superior ao Transbond XT[®] em condições secas e úmidas, utilizou 40 pré-molares humanos divididos em quatro grupos (n = 10), nos quais foram colados bráquetes (Morelli[®]). Em todos os grupos, as superfícies vestibulares receberam profilaxia e condicionamento do esmalte. No grupo I, os bráquetes foram colados com o Transbond XT[®] de modo convencional (em ambiente seco); no grupo II, utilizaram como primer o Transbond MIP[®] em ambiente seco; no GIII, o Transbond XT[®] sobre umidade e; no grupo IV, novamente com o Transbond MIP[®] também em esmalte úmido. Após armazenagem em

temperatura ambiente, as amostras foram submetidas ao ensaio de resistência ao cisalhamento em uma máquina Instron com velocidade de 0,5 mm/minuto. Os dados foram submetidos à Análise de Variância e ao teste de *Tukey* e mostraram valores de resistência ao cisalhamento de 8,30 MPa; 7,53 MPa; 0,84 MPa; e, 7,94 MPa, respectivamente para os grupos I, II, III e IV, respectivamente. Não foram encontradas diferenças estatísticas significantes entre os grupos I, II e IV, os quais foram estatisticamente superiores ao grupo III. Os autores concluíram que o Transbond MIP[®] pode ser usado em locais com umidade, sendo necessário mais estudos clínicos.

Lopes et al. (2003) comparam a resistência de união de bráquetes metálicos (Morelli[®]) ao esmalte tratado com dois sistemas condicionantes: Transbond Self-Etching Primer[®] e o tradicional ácido fosfórico a 35% (Scotch Bond Etchant Gel[®]). Além disso, o padrão de condicionamento do esmalte foi analisado por meio de MEV. Para o teste de resistência de união, 20 incisivos inferiores humanos livres de cáries foram montados em resina acrílica autopolimerizável (Dencor[®]) e divididos aleatoriamente em dois grupos (n = 10). No grupo teste, o esmalte foi tratado com o sistema adesivo autocondicionante Transbond Self-Etching Primer[®], seguindo as recomendações do fabricante (aplicar por 3 segundos, deixar em repouso por mais 12 segundos e, em seguida, secar com leve jato de ar). No grupo controle, o ácido fosfórico a 3,5% (Scotch Bond Etchant Gel[®]) foi aplicado durante 15 segundos e lavado abundantemente com jato de ar/água. Para ambos os grupos, a resina fotopolimerizável Transbond XT[®] foi utilizada para colocar os bráquetes. Depois de 24 horas em água, os corpos-de-prova foram submetidos ao ensaio de cisalhamento em máquina Instron 4444 (0,5 mm/minuto). Os dados de resistência de união foram analisados com teste t *Student*. Na análise microscópica, seis amostras de esmalte polido foram divididas aleatoriamente em dois grupos (n = 3). No grupo teste, o esmalte foi tratado com Transbond Self-Etching Primer[®], aplicado durante 3 segundos, deixado em repouso por mais 12 segundos e, em seguida, seco com leve jato de ar. No grupo controle, o ácido fosfórico a 35% foi aplicado durante 15 segundos e lavado da mesma forma. Na resistência de união, as médias de força de união foram $26,0 \pm 7,4$ MPa para o Transbond Self-Etching Primer[®] e $26,6 \pm 7,1$ para o grupo controle (ácido fosfórico a 35%). Na MEV, o padrão de condicionamento do esmalte com o Transbond Self-Etching Primer[®] foi similar ao do ácido fosfórico a 35%, usado como controle. A alta capacidade de desmineralização do sistema

autocondicionante Transbond Self-Etching Primer[®] propiciou adequada resistência de união para colagem de bráquetes ortodônticos, apresentando média de resistência de união similar à do condicionador ácido fosfórico a 35%.

Romano (2003) comparou a resistência ao cisalhamento de bráquetes metálicos colados em 114 incisivos inferiores permanentes bovinos com o compósito Transbond XT[®] em várias preparações de esmalte e avaliou, após o processo de descolagem, o IRA. Após o preparo, os dentes foram divididos em oito grupos: G1 – compósito Transbond XT[®] de maneira convencional; G2 – o esmalte foi seco e aplicado o Transbond MIP[®]; G3 – o esmalte foi contaminado com saliva humana e aplicado o Transbond MIP[®]; no G4 – o esmalte foi umedecido com água destilada e em seguida aplicado o Transbond MIP[®]; no G5 – foi realizado condicionamento do esmalte com ácido fosfórico a 37%, lavagem, secagem e aplicação do mesmo primer dos G2, G3 e G4; nos G6, G7 e G8 – aplicou-se o Transbond Plus Self Etching Primer[®] em esmalte seco, contaminado com saliva e umedecido com água destilada, respectivamente. Em todos os grupos, os bráquetes foram colados com o compósito Transbond XT[®]. Após 24 horas, os bráquetes foram submetidos ao ensaio de resistência ao cisalhamento em máquina universal de ensaios Instron à velocidade de 0,5 mm/minuto. Os valores médios (em MPa) de resistência adesiva encontrados foram de 6.12 para o G1; 1.94 para o G2; 1.46 para o G3; 1.99 para o G4; 8.14 para o G5; 10.01 para o G6; 7.75 para o G7 e; 8.91 para o G8. Entre os grupos 1, 5, 6, 7 e 8 não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes nos valores médios de resistência ao cisalhamento. Entretanto, foram estatisticamente superiores aos grupos 2, 3 e 4, que não diferiram entre si. As mesmas diferenças estatísticas foram observadas em relação aos valores do IRA.

Grubisa et al. (2004) avaliaram a resistência ao cisalhamento do Transbond Plus Self-Etching Primer[®] utilizado previamente à colagem com compósito Transbond XT[®] e compararam a outros dois grupos em que a superfície do esmalte foi condicionada com ácido fosfórico a 37% e os bráquetes colados com Transbond XT[®] e Enlight[®]. Os bráquetes foram colados em 214 dentes humanos, divididos em três grupos: grupo I) Transbond Self Etching Primer[®] + colagem com Transbond XT[®]; grupo II) condicionamento com ácido fosfórico 37%, por 15 segundos + colagem com Transbond XT[®] e; grupo III) condicionamento com ácido fosfórico 37% por 15 segundos + colagem com a resina Enlight[®]. As amostras foram

submetidas ao ensaio mecânico de cisalhamento em uma máquina Instron com velocidade de 1,0 mm/minuto. Os dados foram submetidos à análise estatística e mostraram que o grupo II (9,8 MPa) obteve o maior valor médio de resistência ao cisalhamento sendo estatisticamente superior ao grupo I (7,5 MPa) e ao grupo III (7,3 MPa). Entre os grupos I e III não foram encontradas diferenças estatísticas significantes. Nesse mesmo estudo, 60 dentes da amostra foram colados em pré-molares, por três diferentes pesquisadores (n = 20), utilizando-se as técnicas dos grupos I e II. Diferenças estatisticamente significativas foram observadas. Os valores médios obtidos usando o Transbond Self Etching Primer[®] não foram estatisticamente significantes entre os três pesquisadores, mas diferenças significativas foram encontradas entre os mesmos quando a técnica do condicionamento do esmalte com ácido fosfórico foi utilizada.

Romano et al. (2005) avaliaram se a associação de diferentes materiais com o Transbond Plus Self-Etching Primer[®] poderia alterar a resistência ao cisalhamento de bráquetes metálicos ao esmalte. Para tanto, foram utilizados 40 pré-molares divididos aleatoriamente em quatro grupos. No grupo I (controle) foi utilizado o Transbond XT[®] de forma convencional. Nos grupos II a IV, o Transbond Plus Self-Etching Primer[®] foi associado às resinas fotoativadas (Transbond XT[®] e Z-100[®]) e quimicamente ativada (Concise Ortodôntico[®]), respectivamente. Após a adesão, os espécimes foram armazenados em água destilada a 37°C por 24 horas e, somente após este período, foram testados em uma máquina de ensaios universal com velocidade de 0,5 mm/min. As médias de resistência de união foram, em MPa, 6,43; 4,61; 4,74 e 0,02 respectivamente para os grupos I, II, III e IV. O grupo I foi estatisticamente superior aos outros grupos. Nenhuma diferença estatisticamente significativa foi encontrada entre os grupos II e III, embora ambos grupos tenham sido estatisticamente inferiores ao grupo I. A avaliação do índice de adesivo remanescente demonstrou que a maioria das falhas ocorreram entre a interface bráquete e resina composta (grupos I e II) e na interface esmalte e resina composta (grupos III e IV). Os autores concluíram que o baixo valor de resistência de união no grupo IV foi devido à incompatibilidade química entre o adesivo autocondicionante, que é altamente ácido, e a resina quimicamente ativada. Os melhores resultados foram alcançados com o adesivo convencional hidrofóbico Transbond XT[®].

Sponchiado et al. (2005) avaliaram a resistência de união ao cisalhamento de bráquetes metálicos colados ao esmalte dentário bovino, utilizando um sistema adesivo convencional, composto de ácido fosfórico 37% + primer + resina adesiva e de um sistema autocondicionante que combina ácido primer em uma única solução, avaliados em ambiente seco e úmido (com água). Quarenta e oito incisivos bovinos inferiores foram divididos em três grupos (n = 16): grupo I (controle) – ácido fosfórico 37% + primer + resina Transbond XT[®]; grupo II – Transbond Plus Self Etching Primer[®] em ambiente seco + resina Transbond XT[®] e; grupo III – Transbond Plus Self Etching Primer[®] aplicado em ambiente úmido com água + Transbond XT[®]. Efetuada a colagem, procedeu-se o ensaio mecânico em uma máquina Instron, com velocidade de 1,0 mm/min. As médias da resistência adesiva ao cisalhamento, em MPa, foram: grupo I = 9,29 MPa; grupo II = 10,57 e; grupo III = 7,45. Os três grupos apresentaram resistência compatível com o uso clínico. Não houve diferença estatisticamente significativa entre o sistema adesivo convencional e o autocondicionante em ambiente seco. Houve redução significativa na resistência adesiva ao cisalhamento para o Transbond Plus Self Etching Primer[®] em ambiente úmido quando comparado ao ambiente seco. Concluíram que o Transbond Plus Self Etching Primer[®] apresentou resistência de união ao esmalte similar ao sistema adesivo convencional composto de ácido fosfórico 37% + primer, sendo indicado para uso clínico na colagem de bráquetes ortodônticos.

Vicente et al. (2006) mediram a resistência adesiva, ao ensaio mecânico de cisalhamento, de bráquetes colados ao esmalte dental com auxílio de dois cimentos de ionômero de vidro Fuji Ortho LC[®] e GIC[®] e de um sistema resinoso Transbond XT[®], por meio de seis técnicas diferentes de condicionamento do esmalte. Os resultados mostram que o sistema resinoso Transbond XT[®] proporcionou a maior resistência adesiva dos bráquetes ao esmalte, no geral (esmalte seco e condicionado com ácido), sendo significativamente maior que todos os outros valores, comprovando que o esmalte dental deve se apresentar seco quando um sistema resinoso de colagem for utilizado.

Analisando-se o fato de que até o presente momento a união bráquete/resina é conseguida mecânica e quimicamente, Mondelli e Freitas (2007) avaliaram: 1) a resistência adesiva da interface resina/bráquete sob esforços de cisalhamento, empregando três marcas comerciais de resina composta, Concise

Ortodôntico[®] (polimerização química), Transbond XT[®] (fotopolimerizada) e Filtek Z-250[®] (fotopolimerizada); 2) o efeito do jateamento com óxido de alumínio, aplicado na base do bráquete metálico sobre a resistência adesiva, associado ou não ao sistema adesivo resinoso dentário e; 3) a eficiência da metodologia empregada para avaliação da força de união da interface resina/bráquete. Para o estudo foi utilizado o bráquete metálico da Abzil[®], cuja área de colagem linear é de 12,5 mm². Os testes de cisalhamento foram realizados em máquina Universal Kratos[®]. De acordo com a metodologia empregada e após a análise e discussão dos resultados obtidos, os autores concluíram que: 1) as resinas compostas Concise Ortodôntico[®], Transbond XT[®] e Filtek Z-250[®], quando aplicadas nas bases metálicas dos bráquetes Abzil[®], sem nenhum tratamento prévio (Grupos Controle), apresentaram valores similares de resistência adesiva sob esforços de cisalhamento; 2) no tratamento que inclui aplicação do adesivo específico + resina composta na base do bráquete, o Concise Ortodôntico[®] e o Transbond XT[®] apresentaram resultados semelhantes quanto à adesão resina/bráquete, sendo superiores, estatisticamente, aos apresentados pelo compósito Filtek Z-250[®]; 3) o jateamento com óxido de alumínio na base do bráquete foi mais efetivo, estatisticamente, para as resinas compostas Concise Ortodôntico[®] e Transbond XT[®] do que para a resina Filtek Z-250[®]; 4) o tratamento que incluiu jateamento com óxido de alumínio + adesivo específico + resina composta na base do bráquete foi mais efetivo, estatisticamente, para os sistemas Concise Ortodôntico[®] e Transbond XT[®] do que para o sistema Filtek Z-250[®]; 5) de maneira geral, a ocorrência 12,5% de fraturas coesivas pode ser considerada mínima, indicando que a metodologia empregada pode ser considerada confiável para avaliar especificamente a força de união da interface resina/bráquete.

Vilchis, Hotta e Yamamoto (2007) observaram e compararam, através da microscopia eletrônica de varredura, a interface esmalte/adesivo após a ruptura de bráquetes, colados em esmalte condicionado com ácido fosfórico 37% e com Transbond Plus Self Etching Primer[®]. Foram utilizados quatro pré-molares recém-extraídos com finalidade ortodôntica. Os dentes foram limpos com taça de borracha com pasta contendo fluoreto, lavados e secos. O esmalte de dois dentes foi condicionado com ácido fosfórico a 37% durante 30 segundos, lavado e seco; o esmalte dos outros dois dentes foi condicionado com Transbond Plus Self Etching Primer[®] durante 5 segundos. Foi utilizada para a colagem a resina Transbond XT[®],

colocada na base dos bráquetes de acordo com as orientações do fabricante. Após a ruptura os corpos de prova foram observados em MEV. Os resultados mostraram que o ácido fosfórico 37% produziu mais perda de esmalte que o Transbond Plus Self Etching Primer[®]. Além disso, a interface esmalte/adesivo foi mais irregular quando o esmalte foi condicionado com ácido fosfórico 37%. Os autores concluíram que, além de provocar menor abrasão no esmalte, o Transbond Plus Self Etching Primer[®] poderia ser usado clinicamente, objetivando-se um procedimento mais conservador na colagem ortodôntica. Concluíram, ainda, que nas interfaces observadas, o Transbond Plus Self Etching Primer[®] não causou dano significativo ao esmalte dentário.

Fleischmann, Sobral e Habib (2008) avaliaram *in vitro* a resistência de união de bráquetes metálicos Discovery[®] colados à superfície planificada de esmalte de 20 incisivos bovinos, segundo duas metodologias: 1) adesivo fluído Clearfil Protect Bond[®] (que apresenta um novo agente antimicrobiano em sua formulação) + compósito Transbond XT[®] e 2) adesivo fluído Magic Bond[®] + compósito Fill Magic Ortodôntico[®] (controle). Os espécimes foram submetidos ao ensaio de cisalhamento à velocidade de 1,0 mm/min. A força máxima de deslocamento do bráquete foi convertida em MPa de acordo com a área de união. O IRA foi avaliado nos bráquetes descolados. Os autores desenvolveram um dispositivo específico para a colagem dos bráquetes, com os seguintes objetivos: reter os bráquetes e os corpos de prova, eliminar inclinações e torques dos bráquetes durante a colagem, permitir uma linha de adesivo com espessura uniforme e auxiliar a remoção dos excessos de adesivo sem deslocamento do bráquete. Vinte incisivos bovinos permanentes recentemente extraídos, com a face vestibular íntegra, foram devidamente limpos, cortados no terço cervical da raiz e armazenados em solução aquosa de timol a 0,1%, sob refrigeração a 5°C. Previamente à colagem, realizou-se profilaxia com água e pedra-pomes usando taça de borracha em baixa rotação por 10 segundos, seguido por lavagem por 10 segundos e secagem suave com seringa tríplice. As taças de borracha foram substituídas a cada 15 dentes. A superfície de esmalte foi condicionada com ácido fosfórico gel a 37% (Magic Acid[®]) por 30 segundos, lavada com *spray* (ar/água) por 10 segundos e seca com suave jato de ar durante aproximadamente 3 segundos, a uma distância de 15 cm, de modo a não desidratar o esmalte condicionado. Os compósitos e os adesivos fluidos foram mantidos sob

refrigeração a 5°C e retirados uma hora antes de sua utilização, para que atingissem a temperatura ambiente. Após a colagem, os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada por 72 horas, em estufa a $37 \pm 1^\circ\text{C}$. Para a realização do ensaio mecânico, foi utilizada uma máquina de ensaio universal Emic DL 20.000[®], dotada de uma ponta ativa em cinzel para execução de um movimento vertical descendente a uma velocidade de 1,0 mm/minuto. A borda lateral de todos os bráquetes estava voltada para cima, a fim de se evitar o contato do cinzel com as aletas dos bráquetes. Os dados foram analisados pelo teste t de *Student*, ao nível de significância de 5%. Para a avaliação do IRA, foi utilizado um estereoscópio modelo STEMI 2000-C[®], com magnificação de 10X, observando-se a superfície da base do bráquete após a descolagem. Utilizaram uma modificação do índice de Artun e Bergland (1984), sendo que a única modificação em relação ao IRA foi o sítio de leitura, utilizando os seguintes escores: 0 – sem adesivo remanescente no bráquete; 1 – menos da metade de adesivo remanescente no bráquete; 2 – mais da metade de adesivo remanescente no bráquete e; 3 – adesivo cobrindo toda a área do bráquete. Foi observada a base do bráquete, em vez da estrutura dentária, por ser a base facilmente visualizada devido ao seu contraste com o compósito. A resistência de união do grupo I (Transbond XT[®]/Clearfil Protec Bond[®]) foi significativamente maior ($24,55 \pm 2,25$ MPa) que a do grupo II ($10,2 \pm 3,0$ MPa) (Fill Magic Ortodôntico[®]/Magic Bond[®]) ($p = 0,001$). Quanto ao IRA, 100% dos bráquetes apresentaram mais da metade das suas bases cobertas por compósito, com prevalência das fraturas na interface esmalte/adesivo, sendo para o grupo I (escores 2 e 3 = 5 dentes) e para grupo II (escore 2 = 2 dentes e escore 3 = 8 dentes). Houve diferença entre os dois grupos testados ($P < 0,01$, $\chi^2 = 15,85$) e boa concordância intra-examinador (Kappa = 0,79). Concluíram que os dois grupos mostraram-se aplicáveis para a colagem de bráquetes ortodônticos, e o grupo com adesivo modificado com agente antimicrobiano e flúor apresentou maior resistência de união que o grupo com adesivo convencional.

Rosa, Pinto e Habib (2008) avaliaram a resistência ao cisalhamento da colagem ortodôntica de um adesivo hidrofílico (Transbond MIP[®]), de um adesivo autocondicionante (Transbond Self Etching Primer[®]) e sem uso de adesivo, em superfícies de esmalte secas ou contaminadas por saliva. Sessenta incisivos bovinos foram extraídos, limpos e armazenados em solução aquosa de timol a 0,1%

em temperatura ambiente até a realização do experimento. Foram utilizados bráquetes metálicos Edgewise de incisivo central superior (*slot* 0,022"), colados com compósito Transbond XT[®]. Foi utilizado um fotopolimerizador de luz fria (ULTRALED XP[®]). Após a colagem, os corpos-de-prova foram armazenados a 37°C em ambiente úmido até a realização do teste de cisalhamento (máquina EMIC, velocidade de 1 mm/minuto). Os dados obtidos foram, em seguida, submetidos à análise estatística (teste t de *Student*) para determinar se havia diferenças significativas presentes entre os grupos testados. Entre os grupos sem contaminação salivar, os resultados não indicaram diferença significativa entre o grupo sem adesivo e o grupo Transbond SEP[®], apesar deste último ter apresentado uma média de força de cisalhamento maior ($12,55 \pm 3,072$ MPa). Diferenças estatísticas, no entanto, foram observadas entre o grupos sem adesivo e Transbond MIP[®] ($p = 0,000$) e entre os grupos Transbond SEP[®] e Transbond MIP[®] ($p = 0,001$). Nos grupos com contaminação salivar, diferença significativa foi encontrada na força de cisalhamento entre os grupo sem adesivo e Transbond SEP[®] ($p = 0,000$). Nenhuma diferença estatística foi observada entre os grupos sem adesivo e Transbond MIP[®] ($p = 0,062$) e entre os grupos Transbond SEP[®] e Transbond MIP[®] ($p = 0,352$). Os autores concluíram que: 1) a resistência ao cisalhamento de bráquetes colados em superfícies de esmalte secas sem uso de adesivo foi satisfatória e não apresentou diferença significativa em relação ao adesivo autocondicionante; 2) o adesivo hidrofílico obteve valores maiores de força de cisalhamento em ambiente seco; 3) a resistência ao cisalhamento da colagem em superfícies com presença de contaminação salivar, sem uso de adesivo, resultou em uma resistência abaixo daquela que a literatura mostra como mínima aceitável para aplicação ortodôntica; 4) o adesivo autocondicionante, Transbond SEP[®] e o hidrofílico Transbond MIP[®] apresentaram altos valores de força de cisalhamento em esmalte seco e contaminado por saliva. Desta forma, ambos adesivos podem ser utilizados em situações clínicas em que o risco de contaminação salivar é evidente.

2.2 Trabalhos que compararam diferentes tipos de bráquetes

No estudo de Wang, Meng e Tarng (1997), dois tipos bráquetes cerâmicos monocristalinos, além de dois tipos de bráquetes cerâmicos policristalinos e um tipo de bráquete metálico foram selecionados para averiguação da adesão. A amostra foi composta de 60 pré-molares extraídos e a força de adesão foi medida, por cisalhamento, em uma máquina de testes Instron, sendo a interface de descolagem examinada pela MEV com o sistema de microanálise EDS. Os resultados mostraram que os bráquetes cerâmicos policristalinos, por exibirem maiores percentuais de fratura na interface esmalte/resina, apresentaram as maiores forças de adesão, enquanto que as forças de adesão mais fracas apresentadas pelos bráquetes metálicos se deram em função de maiores percentuais de fratura na interface bráquete/resina. Não existiu nenhuma diferença estatisticamente significativa nas forças de adesão entre os bráquetes cerâmicos monocristalinos e os bráquetes metálicos. Desprendimento do esmalte somente foi encontrado durante a remoção dos bráquetes cerâmicos monocristalinos. Fraturas nos bráquetes cerâmicos policristalinos não foram observadas durante a remoção. A base de retenção mecânica do bráquete cerâmico policristalino combinou a força, durabilidade e retenção do bráquete metálico e não houve desprendimento de esmalte após a retirada dos acessórios. Os autores afirmaram que os bráquetes cerâmicos monocristalinos estão mais sujeitos à fratura durante a descolagem do que os policristalinos.

Vasques et al. (2005) avaliaram a resistência adesiva ao ensaio mecânico de cisalhamento de diferentes bráquetes metálicos (Grupo I – Morelli[®], Grupo II – TP[®], Grupo III – Abzil-Lancer[®], Grupo IV – Acompany[®] e Grupo V – GAC[®]). Foram utilizados 50 pré-molares humanos extraídos e suas faces vestibulares foram condicionadas com ácido fosfórico 37% e os bráquetes colados com Transbond XT[®]. Os corpos de prova foram armazenados em solução de soro fisiológico a 0,9% em temperatura de 37°C por 24 horas e submetidos ao ensaio mecânico de cisalhamento em uma máquina universal de ensaios mecânicos EMIC MF 500 DL[®], com célula de carga de 500 N e velocidade de deslocamento vertical de 0,5 mm/minuto. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), que

não mostrou diferença significativa entre elas, quer seja nos valores de força máxima quanto nos valores de tensão de ruptura. Os resultados mostraram: GI = 11,95 MPa, GII = 10,72 MPa, GIII = 13,12 MPa, GIV = 17,65 MPa e GV = 16,99 MPa. Concluíram que a técnica de colagem de bráquetes com resina composta fotopolimerizável está dentro dos padrões de resistência mecânica necessária ao uso clínico para movimentação dentária (de 5,9 a 7,9 MPa).

Diante das diferenças existentes nas características das bases dos bráquetes utilizados, Park et al. (2005) compararam entre si três tipos de bases de bráquetes metálicos (Monobloc[®], Equilibrium[®] e Dyna-Lock[®]) em relação à resistência ao cisalhamento da colagem e ao IRA. Foram utilizados 36 pré-molares humanos recém-extraídos com finalidade ortodôntica, divididos em três grupos (n = 12), devidamente limpos e armazenados em recipientes plásticos contendo solução de formol a 10%. Estes dentes foram incluídos em tubos de PVC com gesso pedra tipo IV de maneira centralizada, posicionando suas faces vestibulares de forma perpendicular à base do troquel, utilizando para tal, um posicionador de acrílico em ângulo de 90°, especialmente projetado para este fim. A seguir, no centro da face vestibular de cada dente foi delimitada uma área correspondente ao tamanho da base do bráquete com fita adesiva. Na área previamente preparada foi realizada profilaxia com pedra-pomes e água durante 15 segundos, lavagem abundante também por 15 segundos e em seguida secagem pelo mesmo tempo. Esta região foi submetida ao condicionamento com ácido fosfórico a 37% por 20 segundos, lavagem com jato de ar/água por 15 segundos e secagem pelo mesmo tempo com jato de ar isento de óleo e umidade. Para colagem dos bráquetes ao esmalte dentário foi utilizado o compósito Concise Ortodôntico[®], segundo as recomendações do fabricante. Todas as colagens foram realizadas pelo mesmo operador utilizando uma pinça para colagem (Morelli[®]), tomando-se o cuidado de pressionar todos os bráquetes com a mesma intensidade. O posicionamento dos bráquetes foi avaliado com um posicionador de acrílico e os excessos removidos com o auxílio de uma sonda exploradora. Os bráquetes foram descolados por uma máquina universal de ensaios mecânicos (EMIC – DL 2000[®]) com uma velocidade de 0,5 mm/minuto para avaliar a resistência ao cisalhamento da amostra. Os valores de resistência obtidos em Kgf foram então divididos pela área da base de cada tipo de bráquete testado, com o objetivo de padronização dos resultados, sendo expressos em tensão

(Kgf/cm). Após a remoção dos acessórios, cada dente foi classificado de acordo com a quantidade de compósito remanescente no esmalte, utilizando-se o IRA. Os dados obtidos foram protocolados e submetidos ao teste estatístico. Para avaliação dos dados referentes ao ensaio de cisalhamento, foi utilizada a análise de variância múltipla e o teste complementar de *Tukey*. Os resultados do IRA foram submetidos ao teste Qui-Quadrado de *Pearson*, para testar a hipótese de que as variáveis eram independentes. Observaram diferenças significativas, ao nível de 99% de probabilidade ($p < 0,01$) em relação ao teste de cisalhamento. O bráquete Monobloc[®] ($28,19 \pm 7,90$ Kgf/cm²) apresentou maior valor médio quando comparado aos bráquetes Dyna-Lock[®] ($18,24 \pm 5,89$ Kgf/cm²) e Equilibrium[®] ($18,07 \pm 7,03$ Kgf/cm²). Em relação ao IRA, não foi encontrada diferença estatística entre os bráquetes testados. Os autores concluíram que: 1) A força de adesão do grupo formado por bráquetes Monobloc foi estatisticamente superior à dos grupos de bráquetes Dyna-Lock[®] e Equilibrium[®], em relação à resistência ao cisalhamento da colagem; 2) Não houve diferença estatística significativa entre os grupos com bráquetes Dyna-Lock[®] e Equilibrium[®] em relação à resistência ao cisalhamento da colagem; 3) Na avaliação do IRA, não houve diferença estatística significativa entre os grupos testados; 4) Durante o processo de descolagem o maior número de fraturas ocorreu entre o esmalte e o bráquete nos três grupos estudados.

Fernandes (2008) avaliou, *in vitro*, a resistência adesiva, por cisalhamento, de cinco diferentes bráquetes metálicos (G1 – Victory[®]; G2 – Full Size[®]; G3 – Morelli[®]; G4 – Abzil[®] e G5 – Geminni[®]), com indicação para pré-molares, colados com resina composta em 150 pré-molares humanos íntegros, extraídos com finalidade ortodôntica, utilizando-se três sistemas adesivos distintos (A – Transbond MIP[®]; B – Adper Single Bond 2[®] e; C – Transbond Plus Self Etching Primer[®]). Avaliou ainda, os tipos de ruptura ocorridos, por meio de inspeção visual em estereomicroscópio com aumento de 20X. Para o condicionamento ácido do esmalte, quando este se fez necessário (subgrupos A e B) utilizou-se o ácido ortofosfórico a 37%, sob a forma de gel, aplicado por 30 segundos. Os agentes adesivos Transbond MIP[®] e Adper Single Bond 2[®] foram aplicados ao esmalte, em uma fina camada com o auxílio de um *microbrush*, com movimentos circulares, por 15 segundos. O agente adesivo Transbond Plus Self Etching Primer[®] foi aplicado à superfície do esmalte por 5 segundos com movimentos circulares. Este

procedimento foi executado tanto no esmalte dentário como na base dos bráquetes. A resina utilizada no experimento foi a Transbond XT[®], manipulada de acordo com as instruções do fabricante e acomodada sobre a malha do bráquete. A carga aplicada foi de 450 Kg/f sobre os bráquetes, a partir de uma Agulha de Gilmore, padronizando as forças exercidas. Os corpos de prova foram submetidos ao ensaio mecânico de cisalhamento em uma máquina EMIC DL 2000[®], a partir de mecanismo especialmente projetado. A análise estatística que empregou ANOVA e *Tukey* demonstrou em MPa, que o G4 obteve a maior média (14,83) seguido pelo G2 (13,56), o G1 (11,33), G5 (11,23) e G3 (9,46) ($p < 0,05$). Os grupos G1 e G5 não apresentaram diferenças estatísticas significantes entre si, diferindo, entretanto, em relação aos grupos G3, G2 e G4. Quanto aos resultados relacionados aos adesivos, o subgrupo B foi estatisticamente superior (14,46) aos subgrupos A (10,84) e C (10,94), os quais por sua vez não apresentaram diferenças significantes entre si. Concluiu que os sistemas adesivos Transbond MIP[®], Adper Single Bond 2[®] e Transbond Plus Self Etching Primer[®] poderiam ser utilizados, efetivamente, para colagem de bráquetes ao esmalte dentário, e que todos os bráquetes, com prescrição MBT, avaliados (Victory[®], Full Size[®], Abzil[®], Morelli[®] e Gemini[®]), poderiam ser utilizados para a prática ortodôntica.

2.3 Trabalhos que avaliaram diferentes métodos de descolagem

Stratmann et al. (1996) investigaram o valor prático de dois métodos para descolagem de bráquetes colados às superfícies de esmalte ácido-condicionados. Quarenta e dois bráquetes metálicos Ultratrim Standard[®] e 42 bráquetes cerâmicos Fascination[®] foram removidos de pacientes adolescentes submetidos a tratamento ortodôntico. Todos os bráquetes metálicos foram mecanicamente descolados por um alicate de remoção convencional enquanto que os bráquetes cerâmicos foram termicamente descolados por uma unidade de descolagem cerâmica comercial Dentaurum[®]. Todos os bráquetes foram avaliados pela MEV para averiguação da morfologia de suas superfícies de fratura adesiva e ocorrência de partículas minerais ligadas às mesmas. Tais partículas foram analisadas a partir

de MEV com sistema de micro-análise EDS para obtenção dos valores Ca/P. Por meio da análise das imagens da MEV e, utilizando as medidas das áreas de fratura, quatro tipos de fraturas de descolagem do acessório foram observadas: tipo I) interface bráquete-adesivo (adesiva); tipo II) interface adesivo-esmalte (adesiva); tipo III) interface de fratura em parte do adesivo e/ou superfície de esmalte (coesiva) e; tipo IV) interface de fratura em parte do adesivo e/ou superfície de esmalte, e em parte dos bráquetes (coesiva). As fraturas observadas mais freqüentemente foram as do tipo I (entre adesivo e base do bráquete) e a do tipo II (entre o adesivo e superfície do esmalte). No grupo de bráquetes metálicos descolados mecanicamente o tipo I (38%) e o tipo II (45%) mostraram uma freqüência parecida enquanto que os bráquetes cerâmicos termicamente removidos mostraram, predominantemente, a fratura tipo I (79%) e somente uma porcentagem menor do tipo II (11%). Uma avaliação estatística foi aplicada para calcular o intervalo de reprodutibilidade dos tipos de fratura com intervalo de confiança de 95% (nível de significância alta = 5%). Em ambos os grupos, a MEV pelo sistema de microanálise EDS realizado nas superfícies fraturadas estabelecidas completamente ou parcialmente entre o adesivo e o esmalte identificou as partículas minerais como mineral de esmalte. Ocorreram parcialmente como partículas únicas (variação de espessura: 5-25 μm , área média: 3500 μm^2) ou como uma cobertura coerente com área total de 1.9-5.8 mm^2 . Os autores concluíram que a técnica de descolagem térmica foi superior à descolagem mecânica convencional pela ocorrência freqüente de fratura tipo I após a termodescolagem.

Bishara et al. (1999a) compararam a resistência da colagem de dois bráquetes e a localização da falha da colagem quando os bráquetes foram removidos com alicates. Utilizaram para tal, 61 bráquetes cerâmicos Clarity[®] e 66 bráquetes cerâmicos Mxi[®] (TP Orthodontics), colados aos dentes com o mesmo sistema de adesivo. Foi utilizada a máquina de teste universal Zwick (Zwick Gm BH & Co) para determinar a força da resistência à colagem necessária para remover os bráquetes. Foram utilizados, ainda, alicates apropriados para remover os dois tipos de bráquetes com o objetivo de se determinar o modo de falha da colagem. Após a remoção, todos os dentes e bráquetes foram examinados em uma ampliação de 10X. Qualquer adesivo remanescente após a remoção do bráquete foi avaliado de acordo com o IRA. Os resultados indicaram que a resistência da colagem dos bráquetes cerâmicos Clarity[®] foi significativamente maior do que a dos bráquetes

cerâmicos Mxi[®]. No entanto, os dois tipos de bráquetes apresentaram forças adequadas para utilização clínica. Os resultados referentes ao IRA indicaram um padrão de falha de colagem semelhante quando os dois bráquetes cerâmicos foram comparados sugerindo que, quando estes bráquetes são removidos com os alicates Weingart[®] (Ormco) e 346[®] (ETM Ormco) houve uma tendência de permanência da maior parte dos adesivos sobre a superfície do esmalte. Os autores concluíram que, o método mais eficiente para remoção do bráquete cerâmico Mxi[®] é o da colocação das lâminas dos alicates ETM 346[®] entre a base do bráquete e a superfície do esmalte. Por outro lado, o método mais eficiente de remoção do bráquete Clarity[®] foi com a utilização dos alicates Weingart[®] (Ormco) e a aplicação de pressão nas aletas de amarração. A falha na interface bráquete/adesivo apesar de diminuir a probabilidade de gerar danos ao esmalte aumenta a necessidade de remoção do adesivo residual após a descolagem.

Utilizando a MEV, Chen et al. (2007) avaliaram os efeitos de diferentes técnicas de descolagem *in vitro* e modos de falha dos bráquetes cerâmicos colados ao esmalte. Três tipos de bráquetes cerâmicos Clarity[®]; Inspire[®] e Inspire Ice[®] foram colados a pré-molares com o mesmo sistema de adesão. A maioria dos bráquetes falhou na interface bráquete/adesivo. Fraturas coesivas foram notadas nos três tipos de bráquetes cerâmicos onde a descolagem manual correspondeu a 70% do Inspire[®], 20% do Inspire Ice[®] e 10% do Clarity[®] e a descolagem por máquina ocorreu em 75% de Inspire[®], 30% de Inspire Ice[®] e 25% de Clarity[®]. As fraturas coesivas da cerâmica dos bráquetes Clarity[®] foram localizadas na junção entre as asas e o corpo e fenda. Entretanto, para os bráquetes Inspire[®] e Inspire Ice[®], as fraturas coesivas foram localizadas no aspecto oclusal da base. Nenhum dano ao esmalte foi encontrado depois que os bráquetes foram removidos. Os resultados dos modos de falha mostraram que os novos projetos no bráquete Inspire Ice[®] e a fenda de descolagem vertical no bráquete Clarity[®] reduziram significativamente o risco de fratura do bráquete cerâmico durante a descolagem. A força necessária para descolar o bráquete Inspire Ice[®] foi significativamente mais baixa do que aquela do bráquete Inspire[®].

Pignatta (2006) avaliou por MEV a influência de quatro protocolos de remoção de bráquetes e polimentos da superfície do esmalte e propôs um protocolo que minimizasse os danos na superfície do esmalte. Para tanto, 12 incisivos permanentes bovinos foram divididos em quatro grupos (grupos I e II, descolados

com o alicate de descolagem reto – Ormco[®] e grupos III e IV, com o instrumento de descolagem Lift-Off[®]). Os remanescentes adesivos dos grupos I e III foram removidos com o alicate removedor de resina longo (Ormco[®]) e dos grupos II e IV com broca de carboneto de tungstênio (Beavers Dental[®]) em alta rotação com constante refrigeração de água e as superfícies foram polidas com pedra-pomes e taça de borracha. O centro da superfície do esmalte foi condicionado com ácido fosfórico gel a 35% (Scotchbond Etchant[®]) por 15 segundos, lavado com água por 10 segundos e seco com jatos de ar comprimido livre de óleo por 10 segundos. Uma fina e uniforme camada de Transbond XT[®] foi aplicada na superfície desmineralizada, com microaplicadores descartáveis (Microbrush[®]) e espalhada com um ligeiro jato de ar isento de umidade. O bráquete pré-programado de aço inoxidável para incisivo central superior direito (Kirium line – Abzil[®]) foi posicionado centralizado no longo eixo da coroa e colado com resina ortodôntica Transbond XT[®], aplicando-se uma pressão mínima de 300 g com a finalidade de determinar o peso mínimo de compressão e permitir o escoamento semelhante do material em todos os dentes. A interface bráquete/esmalte foi fotopolimerizada com o aparelho Ultralux[®], sendo o potencial radiométrico de 500 mW/cm², com distância aproximada de 5 mm, por 10 segundos na face mesial e 10 segundos na face distal. As descolagens dos bráquetes foram realizadas 24 horas pós-colagem. As superfícies, após cada etapa da descolagem e polimento, foram avaliadas em réplicas de resina epóxica e foram obtidas eletromicrografias por meio do microscópio eletrônico de varredura (JSM T330A[®]) com uma voltagem aceleradora de 10 KV a uma distância de trabalho de 10 mm, com aumento de 50X e 200X em todos os grupos. No grupo I, a remoção do adesivo com o alicate removedor de resina longo proporcionou irregularidades, ranhuras e riscos verticais no esmalte. O polimento suavizou os riscos, permanecendo apenas as ranhuras mais profundas. No grupo II, utilizando-se o alicate de descolagem reto, permaneceu adesivo aderido ao esmalte. Porém, ao remover-se o remanescente adesivo com a broca de carboneto de tungstênio, a superfície apresentou tanto ranhuras verticais como horizontais, que foram suavizadas com o polimento. No grupo III, utilizando-se o instrumento de descolagem Lift-Off[®], a maior parte do remanescente adesivo ficou aderida ao esmalte. No entanto, a remoção do adesivo com o alicate removedor longo proporcionou riscos e ranhuras verticais no esmalte, mas o polimento suavizou os riscos, permanecendo apenas as ranhuras mais profundas. No grupo IV, utilizando-

se também o instrumento de descolagem Lift-Off[®], permaneceu adesivo aderido ao esmalte. Ao remover-se o remanescente adesivo com a broca de carboneto de tungstênio, a superfície apresentou ranhuras horizontais, que foram suavizadas após o polimento. A autora concluiu que os quatro protocolos de remoção de acessórios ortodônticos e polimento ocasionaram irregularidades no esmalte. A remoção do bráquete com alicate de descolagem reto, seguido da remoção do remanescente adesivo com broca de carboneto de tungstênio e polimento final com pasta de pedra-pomes foi o procedimento que ocasionou menos danos ao esmalte, sendo o protocolo sugerido para a remoção dos acessórios ortodônticos.

2.4 Trabalhos que avaliaram outras variáveis

Forsberg e Hagberg (1992) mediram e compararam as forças de cisalhamento de bráquetes cerâmicos com retenção química, cerâmicos com um novo tipo de textura de base proporcionando retenção mecânica e metálicos com base de malha de alumínio. Os testes foram realizados em 51 pré-molares humanos extraídos aleatoriamente divididos em três grupos de 17 dentes. Após a remoção, o local da falha foi identificado e a superfície de esmalte foi submetida à MEV. Os resultados indicaram que os bráquetes cerâmicos com retenção química exibiram significativamente maior força de cisalhamento do que os bráquetes cerâmicos com retenção mecânica. Em comparação aos bráquetes metálicos, forças significativamente superiores de cisalhamento foram obtidas para ambos os tipos de bráquetes cerâmicos. Os bráquetes cerâmicos com retenção mecânica e os bráquetes metálicos foram semelhantes quanto ao local de falha de adesão. Em alguns casos a adesão química proporcionou valores muito elevados para a força de cisalhamento. A falha de esmalte foi registrada em três dentes que haviam sido colados com esse tipo de bráquete cerâmico.

Bishara, Olsen e Von Wald (1997) afirmaram que os ortodontistas, na tentativa de minimizar o tempo de cadeira durante a colagem de acessórios, estão utilizando bráquetes cerâmicos e metálicos pré-revestidos com material adesivo. O adesivo utilizado nos bráquetes pré-revestidos é similar em composição àquele utilizado para a colagem de bráquetes sem cobertura; sendo que a diferença é dada,

essencialmente pelas porcentagens de vários ingredientes incorporados ao material. Desta forma, determinaram se tais mudanças quanto à composição afetariam a força de cisalhamento de adesão e o local da falha de adesão após a remoção de bráquetes cerâmicos e metálicos pré-revestidos ou não. Oitenta e cinco molares humanos recentemente extraídos foram colados de acordo com as instruções dos fabricantes. Uma carga ocluso-gengival foi aplicada aos bráquetes, produzindo forças de cisalhamento na interface bráquete/dente por meio de uma máquina universal Zwick[®]. Após a remoção dos acessórios, todos os dentes e bráquetes foram examinados sob ampliação de 10X. Todo o adesivo remanescente após a remoção dos bráquetes foi avaliado pelo IRA. Os resultados indicaram que: 1) bráquetes cerâmicos pré-revestidos com adesivo modificado apresentaram forças de cisalhamento similares às proporcionadas pelo adesivo Transbond XT[®] em bráquetes cerâmicos sem cobertura; 2) bráquetes metálicos pré-revestidos com o mesmo adesivo apresentaram significativamente menor força de cisalhamento na adesão do que bráquetes metálicos sem cobertura com colados com Transbond XT[®]. Essas diferenças na força de cisalhamento entre os bráquetes cerâmicos e metálicos foram atribuídas aos efeitos combinados das mudanças na composição dos adesivos utilizados e nos mecanismos de retenção incorporados às bases dos bráquetes nos diferentes tipos e; 3) todas as combinações de bráquete/adesivo testadas proporcionaram forças de cisalhamento de adesão clinicamente aceitáveis.

Bishara et al. (1999c) compararam os efeitos do tempo de armazenamento pós-colagem sobre a resistência adesiva e o IRA de um cimento de ionômero de vidro modificado com resina (Fuji Ortho LC[®]) e um compósito convencional (Transbond XT[®]). A colagem dos bráquetes foi realizada em 91 molares humanos, que receberam profilaxia com pedra-pomes e água. Na colagem com Fuji Ortho LC[®] foi utilizado condicionamento do esmalte com ácido poliacrílico 35% por 10 segundos e na colagem com Transbond XT[®] empregou-se ácido fosfórico a 37% por 30 segundos. Os materiais foram armazenados por 30 minutos e por 24 horas e foram descolados a uma velocidade de 0,5 mm/minuto. Os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de *Duncan* e mostraram que após 30 minutos, ambos os materiais obtiveram valores de resistência clinicamente aceitáveis, sendo o Transbond XT[®] (10,4 MPa) estatisticamente superior em relação ao Fuji Ortho LC[®] (8,8 MPa). Na descolagem após 24 horas, ocorreu um aumento acentuado dos valores médios da resistência dos materiais, não havendo diferença

estatística entre eles. Na avaliação do IRA, o Fuji Ortho LC[®] apresentou mais falhas na interface esmalte/adesivo após 24 horas facilitando a remoção dos excessos após a descolagem, enquanto que o compósito apresentou mais falhas na interface bráquete/adesivo.

Sharman-Sayal et al. (2003) avaliaram a influência do desenho da base do bráquete ortodôntico na resistência adesiva ao ensaio de cisalhamento, uma e 24 horas após a colagem. Para cada tempo empregado foram utilizados seis tipos diferentes de bráquetes metálicos: Speed[®] com malha calibre 60; Time[®] com pequenos pinos fixados à base; Séries Superiores Americana[®] com malha calibre 80; Orthos Optimesh XRT[®] com malha de configuração horizontal e vertical com liga de metal pulverizada à base; Roth[®] com uma malha calibre 80, colada sobre outra malha de calibre 150; bráquete Níquel-Free/Ni-free[®], com malha calibre 100. Cada grupo foi composto por 12 corpos de prova. Os bráquetes foram colados em esmalte de incisivo bovino com Transbond XT[®]. Os bráquetes foram descolados uma e 24 horas depois da colagem e a resistência adesiva foi registrada. Foram removidos de cada grupo, 06 bráquetes e jateados com óxido de alumínio. Todos os 12 dentes de cada grupo (uma e 24 horas) foram limpos. A metade foi colada com bráquetes usados (jateados com óxido de alumínio) e a outra metade colada com bráquetes novos. Após descolagem, os autores observaram que a base do bráquete afetou significativamente a resistência adesiva. Os bráquetes de malha de calibre 60 alcançaram resistência adesiva superior no grupo de uma hora seguida pelos bráquetes com pequenos suportes fixados à base; bráquete com malha calibre 80; bráquetes com malha calibre 80 colada sobre outra malha de calibre 150, bráquetes com malha de configuração horizontal e vertical com liga de metal pulverizada à base, e finalmente bráquete com malha calibre 100. Os resultados de 24 horas foram semelhantes aos de uma hora, exceto pelo fato dos bráquetes com pequenos suportes fixados à base terem apresentado resistência adesiva superior aos demais. Concluíram que bráquetes jateados com óxido de alumínio podem ser utilizados seguramente na prática clínica já que os resultados do teste de cisalhamento não se mostraram com diferenças estatisticamente significativas entre os bráquetes novos e os bráquetes recondicionados com óxido de alumínio.

Bishara et. al. (2004) compararam a resistência adesiva ao ensaio de cisalhamento entre dois tipos de bráquetes metálicos, grupo I, Ovation[®] com malha

dupla e o grupo II, Victory[®] com malha única. Foram utilizados 40 pré-molares humanos, divididos em dois grupos de 20 dentes cada. O sistema adesivo Transbond XT[®] foi utilizado para colar todos os bráquetes aos dentes. Os dentes foram colados e descolados dentro de meia hora após a colagem. Realizaram o ensaio mecânico de cisalhamento e os resultados médios encontrados foram: no grupo I ($5,2 \pm 3,9$ MPa) e no grupo II ($5,8 \pm 2,8$ MPa) mostrando-se estatisticamente semelhantes entre si. A superfície do esmalte foi examinada sob microscópio com ampliação de 10X, constatando-se que houve mais adesivo preso à superfície do esmalte do que na base de ambos os tipos de bráquetes.

A influência do tempo de fotoativação do sistema adesivo (Transbond XT[®]) sobre a resistência de união, utilizando bráquetes cerâmicos (Clarity[®]) foi avaliada por Savaris e Meneses (2004). Sessenta dentes bovinos foram divididos em quatro grupos de 15 unidades cada, sendo variados os tempos de fotoativação do adesivo e da resina onde: GA e GB – sem fotoativação do adesivo e, com fotoativação da resina por 10 e 20 segundos, respectivamente e; GC e GD – 10 segundos de fotoativação do adesivo e, com fotoativação da resina por 10 e 20 segundos, respectivamente. Constataram que não houve diferença significativa entre os valores médios obtidos (GA = 17,2 MPa, GB = 16,4 MPa, GC = 10,7 MPa, GD = 13,0 MPa). Foi avaliado por MEV o tipo e o local de falha na descolagem, por meio do IRA e a ocorrência ou não de fratura de esmalte. Concluíram que a descolagem ocorreu, predominantemente, na camada de resina (falha coesiva), sendo observada fratura de esmalte em apenas um, dos 60 dentes avaliados.

Sfondrini et al. (2004) avaliaram o efeito da contaminação do esmalte com sangue na colagem de bráquetes utilizando dois primers ortodônticos Transbond XT[®] e Transbond Plus Self Etching Primer[®]. Foram utilizados 120 incisivos bovinos superiores com esmalte intacto, divididos em oito grupos com 15 dentes. Foram testadas quatro condições: 1) esmalte seco sem contaminação; 2) esmalte contaminado antes da aplicação do primer; 3) contaminação após a aplicação do primer e; 4) esmalte contaminado antes e após a aplicação do primer. Os grupos foram submetidos ao teste de cisalhamento e as forças de ligação mais altas foram com superfícies não contaminadas para ambos os primers. Na condição quatro, as forças de ligação foram significativamente reduzidas. Os autores concluíram que foram encontradas diferenças significantes nas localidades da descolagem entre os

grupos colados com os dois primers sob as várias condições da superfície do esmalte.

Hajrassie e Khier (2007) compararam, *in vivo* e *in vitro*, forças de ruptura de bráquetes ortodônticos unidos ao esmalte dental depois de vários períodos de tempo. Um dispositivo foi validado para medir as forças no ambiente oral *in vivo*. Para o estudo *in vitro*, 60 bráquetes metálicos Mini-twin[®] para pré-molares, foram colados com Transbond XT[®] em 60 pré-molares extraídos. Os dentes foram divididos em quatro grupos de 15 dentes. A força de cisalhamento foi executada em uma máquina de ensaios universal Instron com velocidade de 1 mm/min em quatro períodos de tempo diferentes: 10 minutos, 24 horas, uma semana e quatro semanas pós-colagem. Para o estudo *in vivo*, 60 bráquetes metálicos Mini-twin[®], colados em pré-molares de 22 estudantes voluntários, foram divididos em quatro grupos; onde as forças de ruptura dos bráquetes foram medidas 10 minutos, 24 horas, uma semana e quatro semanas após as colagens. Utilizando a análise estatística *one-way ANOVA*, com 95% de confiabilidade ($p < 0,05$), não foram observadas diferenças, estatisticamente, significativas entre os grupos, tanto nos ensaios *in vitro* quanto nos ensaios *in vivo*. *Two-way ANOVA* ($p < 0.05$) foi utilizado para comparar os resultados *in vitro* com os resultados *in vivo*, ficando demonstrado que o grupo *in vivo* apresentou média de resistência adesiva significativamente inferior ao grupo *in vitro*. Além disso, a análise de sobrevivência, usada para calcular a probabilidade de falha confirmou a diferença significativa entre os grupos *in vitro* e *in vivo*.

3 PROPOSIÇÃO

1. Avaliar, *in vitro*, a resistência ao cisalhamento apresentada por três marcas comerciais de bráquetes ortodônticos cerâmicos policristalinos e por um bráquete ortodôntico metálico, todos com retenção mecânica;
2. Avaliar, por microscopia óptica, os índices de resina remanescentes (IRA), após a remoção dos bráquetes;
3. Avaliar, por microscopia eletrônica de varredura, a topografia superficial do esmalte após a descolagem dos bráquetes;
4. Detectar o desprendimento de partículas minerais do esmalte após a remoção dos bráquetes cerâmicos e metálicos, através da microscopia eletrônica de varredura com sistema de microanálise EDS (*Energy Dispersive Spectroscopy*) e;
5. Observar e calcular as fraturas dos bráquetes durante a remoção.

4 METODOLOGIA

Foram utilizados 60 incisivos inferiores bovinos recém-extraídos, coletados no Matadouro Municipal de Juiz de fora. Os critérios de seleção para inclusão dos dentes na amostra foram que os mesmos, apresentassem suas faces vestibulares íntegras, sem cáries, fraturas, manchas ou qualquer tipo de lesão no esmalte (Figura 1).

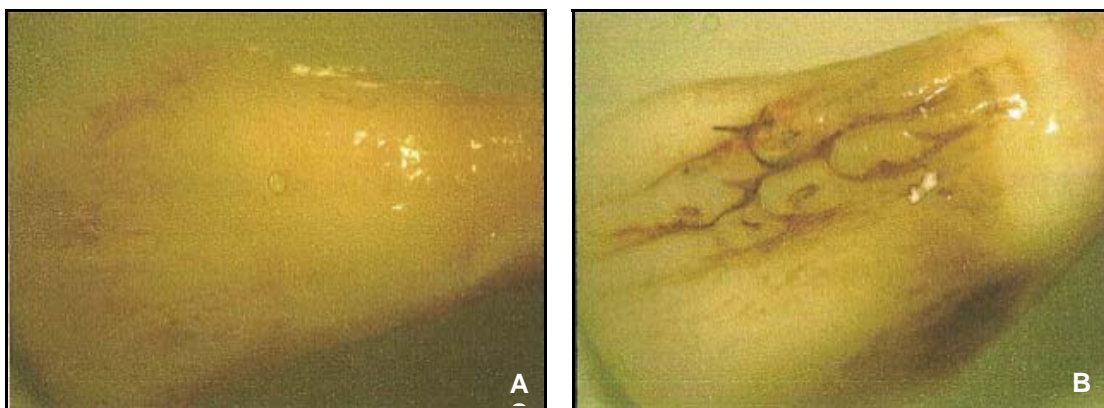


Figura 1 – Dentes observados em estereomicroscópio. Em A, um dente com as características consideradas aceitas para a colagem. Em B, um dente impróprio para o estudo.

Para tal averiguação todos os elementos dentários foram submetidos à microscopia óptica utilizando-se o aparelho estereomicroscópio do tipo Stemi 2000-C do fabricante Zeiss, do Departamento de Física da Universidade Federal de Juiz de Fora (Figura 2). Após a seleção dos dentes, os mesmos foram imersos por sete dias em solução aquosa de timol a 0,1% (SANTOS et al., 2000), à temperatura ambiente, para assepsia e prevenção de desidratação. Ao término deste período procedeu-se a remoção dos tecidos moles remanescentes, cálculos e fragmentos ósseos aderidos às raízes (SANTOS et al., 2000).

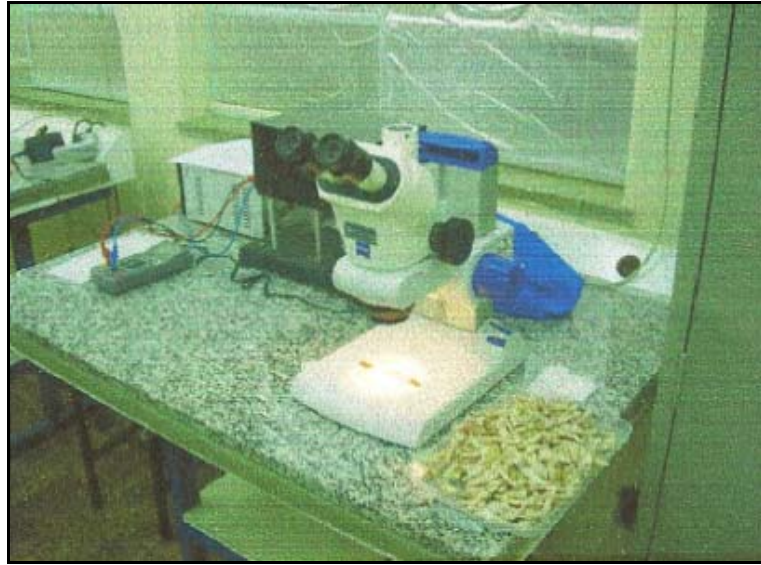


Figura 2 – Fotografia do aparelho estereomicroscópio do tipo Stemi 2000-C do fabricante Zeiss, do Departamento de Física da Universidade Federal de Juiz de Fora.

Na sequência dos procedimentos, todos os dentes foram conservados em água destilada a 4°C, substituída de sete em sete dias e mantidos por um período máximo de três meses até a data da inclusão nos corpos de prova. Anteriormente à inclusão, os dentes tiveram suas pontas radiculares seccionadas, com o objetivo de apresentarem o mesmo comprimento das raízes (ROSA; PINTO; HABIB, 2008). Retenções com o disco de carboril foram ainda realizadas nas raízes, anteriormente à inclusão em gesso para aumento da retenção.

Foram utilizados três tipos de bráquetes ortodônticos cerâmicos policristalinos com retenção mecânica (Allure[®]-GAC; InVu[®]-TP e Clarity[®]-3M Unitek) e um bráquete ortodôntico metálico (Geneus[®]-GAC), também com retenção mecânica subdivididos em quatro grupos com 15 bráquetes cada, de acordo com a marca comercial. O trabalho experimental foi dividido em duas partes: 1) teste de cisalhamento; 2) MEV com sistema de microanálise EDS.

Para montagem dos corpos de prova, foram utilizados tubos de PVC com 25 mm de diâmetro interno e 26 mm de altura. Os corpos de prova foram preenchidos com gesso pedra especial, tipo IV, cor rosa (ROSA; PINTO; HABIB, 2008), fabricado pela Vigodent, Bonsucesso, Rio de Janeiro, Brasil. Para a fase de colagem dos bráquetes, os dentes foram submetidos à profilaxia de suas faces vestibulares com pasta de pedra-pomes, água e escova de Robinson montada em

motor de baixa rotação. A partir daí, os mesmos foram lavados com água por 10 segundos e secos com jato de ar, isento de óleo e umidade.

Todos os bráquetes foram colados utilizando-se o adesivo Transbond XT (3M Unitek Ortodontics Products, Mowrovia, USA), de acordo com as recomendações do fabricante. Inicialmente os dentes foram condicionados com solução de ácido fosfórico a 37% por 15 segundos (Condal 3M, FGN, Joinville, Santa Catarina, Brasil), lavados com spray de água por 10 segundos e secos com jato de ar, adquirindo a coloração branco-giz. Receberam a aplicação do adesivo (Primer Transbond XT, 3M Unitek Ortodontics Products, Mowrovia, USA), sendo o mesmo fotopolimerizado por 10 segundos (BUONOCORE, 1955). Por último, os bráquetes foram posicionados no centro da face vestibular, os excessos de resina removidos e a fotopolimerização realizada por 20 segundos nos bráquetes cerâmicos e por 40 segundos nos bráquetes metálicos. Utilizou-se o fotopolimerizador Opti Light digital (Gnatus, São Paulo, Brasil) devidamente calibrado e com a capacidade de emissão de luz necessária. Após a colagem os dentes ficaram imersos em água destilada a 37°C, por 24 horas.

A fim de padronizar os corpos de prova para o teste de cisalhamento, utilizou-se, para o posicionamento dos dentes nos tubos de PVC, um dispositivo guia, confeccionado com fio de aço retangular 0.21" X 0.27,5", o qual era inserido nos *slots* dos bráquetes e preso por meio de ligaduras elastoméricas (Figura 3). Este posicionador permitiu que todos os bráquetes estivessem a uma mesma altura em relação às bases dos corpos de prova e que as superfícies vestibulares dos dentes ficassem posicionadas em um plano vertical, paralelo à lâmina da máquina de ensaios. Dessa forma, todos os corpos de prova tiveram seu posicionamento na base da máquina de ensaio em posição que o cutelo incidisse entre a base e as aletas oclusais dos bráquetes, possibilitando desta forma, uma força direcional paralela à superfície da colagem.

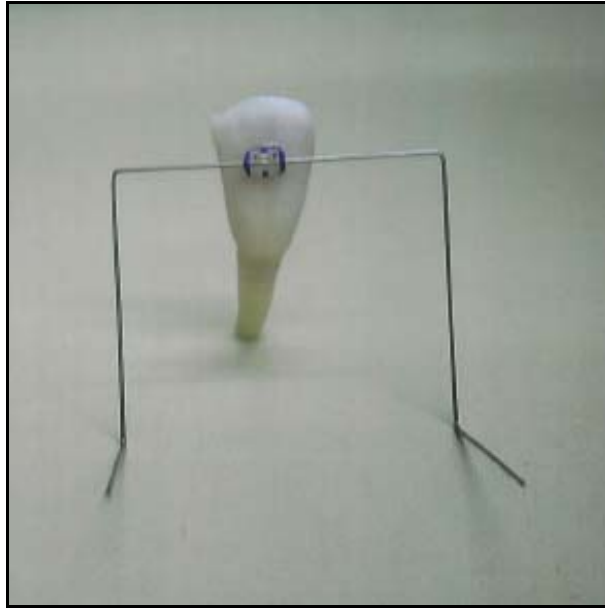


Figura 3 – Fotografia da guia confeccionada com Fio de aço retangular 0,21" X 0.27,5" posicionada no *slot* do bráquete.

Os testes mecânicos de cisalhamentos foram realizados em uma máquina universal de ensaios da marca EMIC modelo DL 2000, microprocessada (Figura 4). Utilizou-se uma célula de carga de 50 Kgf e velocidade de ensaio de 0,5 mm/minuto, sendo os ensaios realizados no Laboratório de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Juiz de Fora. Para se obter a descolagem dos bráquetes, os valores das cargas de cisalhamento aplicadas foram aumentados gradativamente. Os dados referentes a estes ensaios foram armazenados em um computador diretamente acoplado ao dispositivo de ensaios mecânicos.

Para a análise da morfologia das superfícies de descolagem do esmalte, empregou-se a técnica de análise de elétrons secundários por meio da microscopia eletrônica de varredura, em microscópio eletrônico da marca JEOL, modelo JSM-5800 LV, no Instituto Militar de Engenharia – IME (Figura 5). Todas as imagens obtidas foram aumentadas em 200 vezes para observação de toda a superfície e, a partir daí, fotografias foram obtidas. Para a detecção de elementos químicos minerais do esmalte dentário, nas interfaces de descolagem, empregou-se a microscopia eletrônica de varredura com sistema de microanálise EDS. Tal ensaio avaliou os danos ocorridos no esmalte dentário, após a descolagem, sendo realizado em apenas cinco elementos dentários de cada grupo, os quais apresentaram os menores índices de resina remanescente (IRA).



Figura 4 – Fotografia da máquina universal de ensaio EMIC modelo DL 2000 (Faculdade de Odontologia – UFJF).

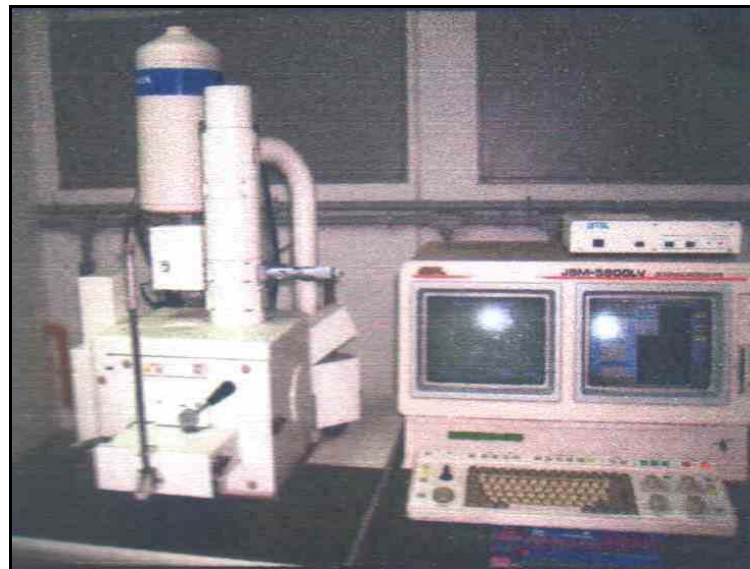


Figura 5 – Fotografia do microscópio eletrônico (JEOL, modelo JSM-5800 LV) utilizado para a microscopia eletrônica de varredura.

Além disso, duas outras variáveis foram avaliadas: 1) IRA após a descolagem e; 2) frequência de fraturas coesivas dos bráquetes durante os testes de cisalhamento.

Dessa forma, todos os elementos dentários foram analisados e classificados quanto aos remanescentes de resina após a remoção dos bráquetes (IRA) (ARTUN; BERGLAND, 1984; CHEN et al., 2007). Tais escores variaram de “0”

a “5”, onde: 0) indicou que nenhuma resina permaneceu aderida ao dente após a descolagem; 1) que uma porcentagem inferior a 25% da resina permaneceu aderida ao dente após descolagem; 2) uma porcentagem entre 25 e 50% da resina permaneceu aderida ao dente após descolagem; 3) uma porcentagem entre 50 e 75% da resina permaneceu aderida ao dente após descolagem; 4) uma porcentagem superior a 75% da resina permaneceu aderida ao dente após descolagem e; 5) que toda a resina permaneceu aderida ao dente após a descolagem.

Após obtenção dos resultados, os dados foram submetidos ao tratamento estatístico, onde não foi observada normalidade da amostra por meio das provas de *Shapiro-Wilk*. A homocedasticidade foi encontrada na amostra com a utilização do teste de *Levene*. Dessa forma, utilizou-se o teste de *Kruskal-Wallis*, com nível de significância de 5%, para os resultados referentes ao ensaio de cisalhamento. Para os resultados referentes ao IRA foi utilizada a prova de *Mann-Whitney* com nível de significância de 1,25% (equivalendo a $0,05/4$), para comparar os diferentes tipos de bráquetes aos pares. Para a análise dos resultados referentes à composição química do esmalte (EDS) aplicou-se o teste de *Brown-Forsythe* com significância estatística ao nível de 5%. As comparações entre os grupos foram realizadas utilizando os testes *Post Hoc* de *Games-Howell*.

5 RESULTADOS

A tabela 1 apresenta os resultados obtidos (em MPa) em relação aos ensaios mecânicos de cisalhamento, onde se observa que os valores médios da resistência de união ao cisalhamento dos grupos foram: GI (9,97 ± 5,29); GII (11,74 ± 4,52), GIII (10,91 ± 4,37); GIV (12,71 ± 5,81). Utilizando-se o teste estatístico de *Kruskal-Wallis*, com nível de significância de 5%, obteve-se um valor de $p=0,43$, demonstrando que nenhum grupo se diferenciou do outro em relação à tendência central.

Tabela 1 – Médias, desvios-padrão, valores mínimos e máximos e número de dentes referentes aos ensaios mecânicos de cisalhamento (MPa).

Grupos	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo	Nº. dentes
Geneus [®] - I	9,97	5,29	4,05	17,71	15
Allure [®] - II	11,74	4,52	5,72	22,00	14
InVu [®] - III	10,91	4,37	4,93	17,34	15
Clarity [®] - IV	12,71	5,81	6,16	23,22	15
Total	11,33	5,01	4,05	23,22	59

Prova de *Kruskal-Wallis* $p = 0,43$.

Dentre os grupos analisados, o GI (Geneus[®]) foi o único que não apresentou fratura dos bráquetes durante os ensaios mecânicos. No entanto, o GII (Allure[®]) apresentou 50,0% de fraturas; e os grupos GIII (InVu[®]) e GIV (Clarity[®]) apresentaram fraturas de cinco bráquetes cada um, correspondendo a 33,3% da amostra em cada grupo. Do total de bráquetes cerâmicos utilizados ($n = 44$), 17 fraturaram, representando 38,63% da amostra.

Em relação aos resultados do IRA, alguns dentes não puderam ser analisados uma vez que toda a base do bráquete ficou aderida à coroa após a remoção dos mesmos. Os resultados desta análise estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Escores para avaliação do IRA nos grupos estudados.

Grupos IRA	Escores						Total
	0	1	2	3	4	5	
Geneus [®] - I	0 (0%)	5 (33,3%)	4 (26,7%)	0 (0%)	2 (13,3%)	4 (26,7%)	15
Allure [®] - II	0 (0%)	0 (0%)	1 (7,1%)	0 (0%)	9 (64,3%)	4 (28,6%)	14
InVu [®] - III	2 (20%)	1 (10%)	2 (20%)	1 (10%)	4 (40%)	0 (0%)	10
Clarity [®] - IV	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (7,7%)	6 (46,2%)	6 (46,2%)	13
Total	2	6	7	2	21	14	52

Ainda em relação aos resultados do IRA, observa-se que o GIV (Clarity[®]) não esteve presente nos escores “0”, “1” e “2”; observa-se ainda que o GI (Geneus[®]) não esteve presente nos escores “0” e “3”; que o GII (Allure[®]) não esteve presente nos escores “0”, “1” e “3”; e que o GIII (InVu[®]) somente não esteve presente no escore “5”, sendo o único grupo não presente nesse escore e presente no escore “0”. No entanto, todos os grupos estiveram presentes no escore “4”, com prevalência para o Allure[®] (GII) com nove dos 14 bráquetes avaliados presentes nesse escore. Observou-se ainda que os três grupos de bráquetes cerâmicos apresentaram seus maiores percentuais de descolagem com escore “4”, sendo que o GIV (Clarity[®]) apresentou percentuais semelhantes de descolagem nos escores “4” e “5”. Em relação ao GI (Geneus[®]), todavia, os maiores percentuais de descolagem subdiviram-se quase que igualmente entre os escores “1”, “2” e “5” (Tabela 2).

A Figura 6 demonstra o total do IRA dos grupos analisados de acordo com os escores, onde foi confirmada a prevalência do escore “4”, com um percentual de 40,4% (n = 21).

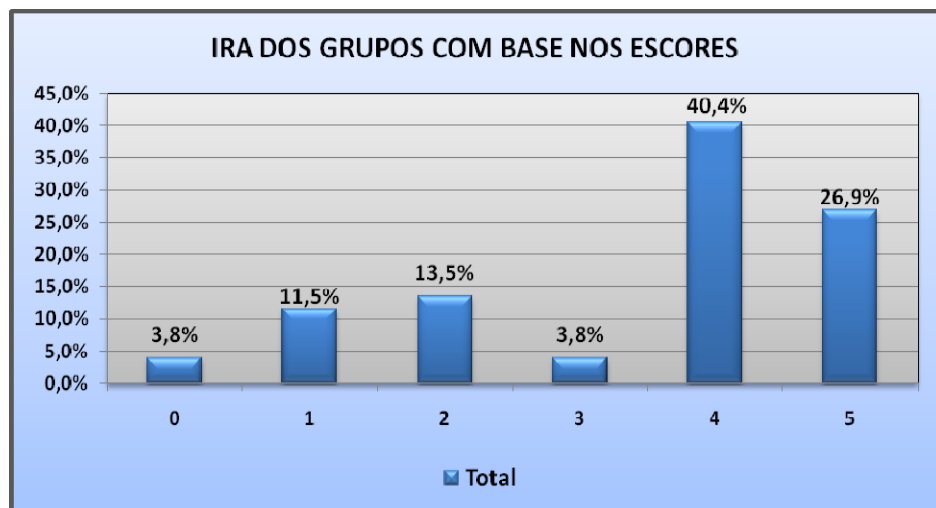


Figura 6 – Gráfico demonstrativo do IRA dos grupos de bráquete com base nos escores analisados.

Na Tabela 3 são apresentadas as diferenças dos pares, quanto ao IRA (teste de *Mann Whitney*), analisados com nível de significância geral ($p = 0,003$), sendo que as específicas foram menor que 0,0125 (0,05/4), onde foi possível observar diferenças estatísticas entre os bráquetes Clarity[®] e InVu[®] ($p = 0,002$); Allure[®] e InVu[®] ($p = 0,006$) e Clarity[®] e Geneus[®] ($p = 0,0022$). Nas demais comparações não houve diferença estatisticamente significativa entre os pares.

Tabela 3 – Diferenças dos pares de bráquetes analisados pelo IRA.

	Clarity[®] - IV	Allure[®] - II	Geneus[®] - I	InVu[®] - III
Clarity [®] - IV		0,488	0,0022*	0,002*
Allure [®] - II	0,488		0,057	0,006*
Geneus [®] - I	0,0022*	0,057		0,605
InVu [®] - III	0,0002*	0,006*	0,605	

* ($p < 0,0125$) – *Mann-Whitney*

Cinco elementos dentários de cada grupo foram selecionados para a análise do esmalte em MEV. Tal escolha foi baseada nos corpos de prova que apresentaram os mais baixos índices do IRA para cada grupo, já que os mesmos seriam, supostamente, os elementos dentários que mais apresentaram lesões do esmalte após o teste de cisalhamento e os que permitiam uma melhor análise da superfície do esmalte. Após a verificação individual, sob MEV, dos 20 elementos dentários (cinco de cada grupo), constatou-se que todos os corpos de prova apresentaram características microscópicas topográficas do esmalte semelhantes dentro de seu referido grupo. Tais características são demonstradas nas Figuras 7 a 10 (Geneus[®], Allure[®], InVu[®] e Clarity[®], respectivamente).

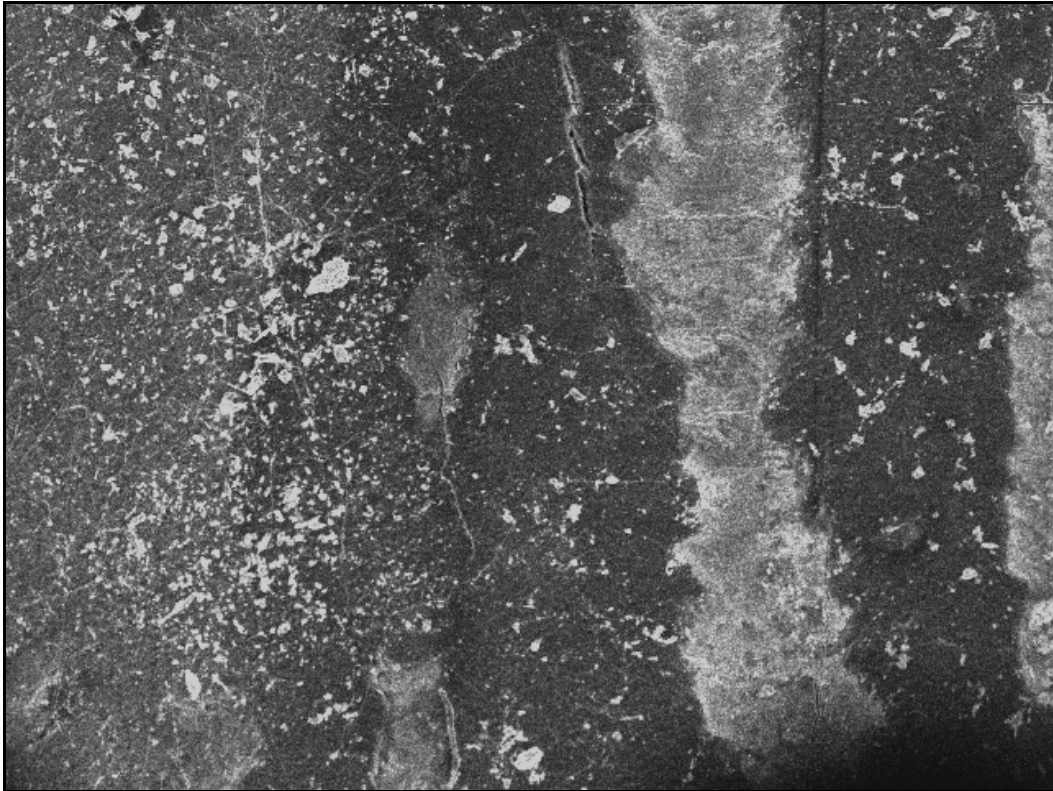


Figura 7 – Amostra do esmalte do grupo Geneus® sem perda de tecido superficial, com pequenas fissuras provavelmente decorrente da técnica (aumento de 200X).

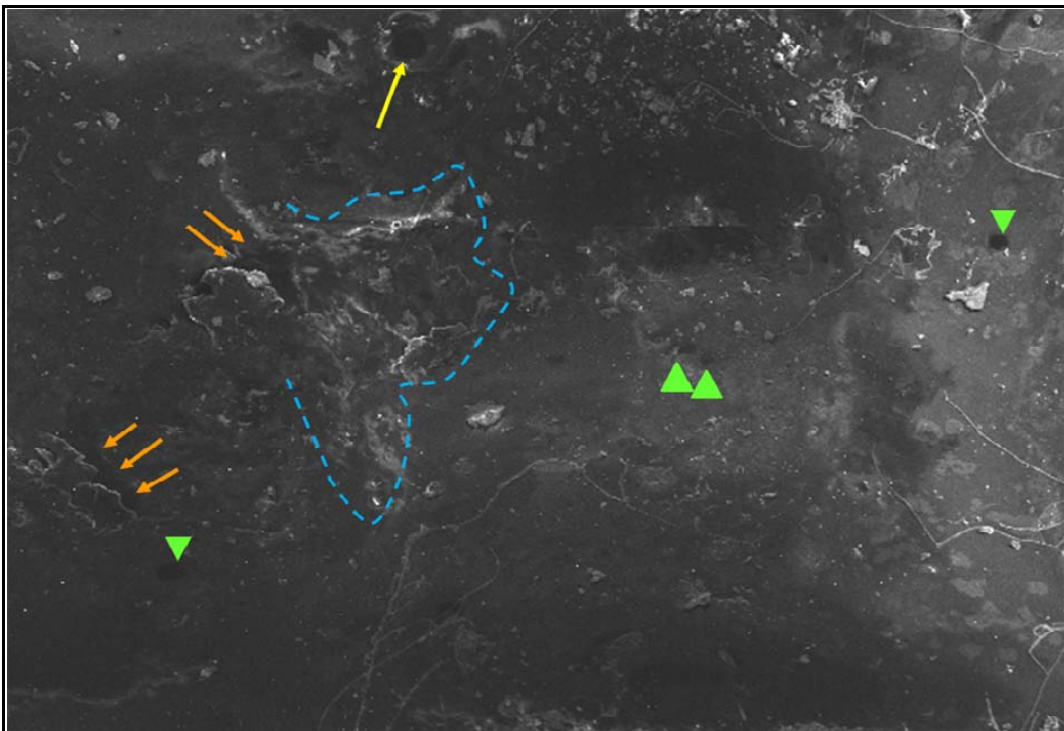


Figura 8 – Amostra do grupo Allure® apresentando erosões (seta amarela) e poros já estabelecidos (cabeças de seta verde), depressões (seta laranja) e discreta perda de camada aprismática de esmalte (pontilhado azul) (aumento de 200X).

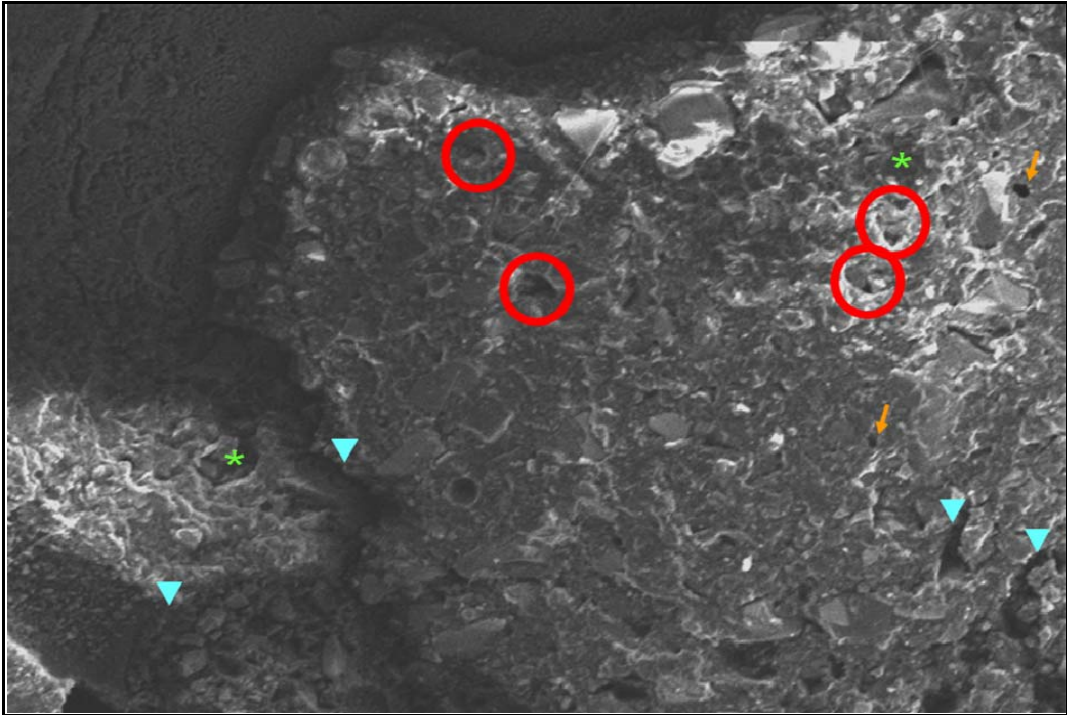


Figura 9 – Amostra do grupo InVu® mostrando alterações representadas por discretas crateras (asterisco verde), em meio a áreas de perda da camada aprismática do esmalte, poros (seta laranja), erosões (círculo vermelho) e depressões (cabeças de seta azul) (aumento de 200X).

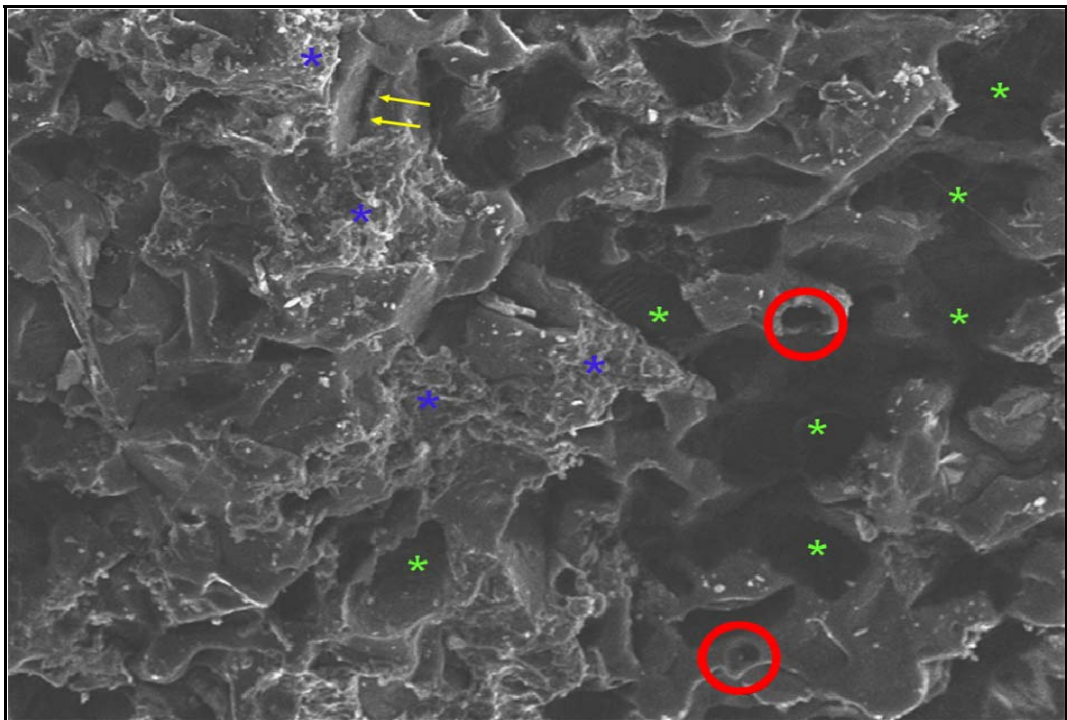


Figura 10 – Amostra do grupo Clarity® mostrando alterações significativas na microestrutura do esmalte com áreas elétricas brilhantes correspondentes a crateras “aprofundamento de erosões” (asterisco verde), em meio à perda extensa da camada aprismática do esmalte (asterisco azul) e depressões (setas amarelas) e algumas erosões (círculo vermelho).

Todos os corpos de prova selecionados para a análise em MEV foram também analisados por EDS, para verificação da composição química do esmalte. Os dados referentes às composições químicas foram descritos utilizando-se médias e desvios-padrão intragrupos referentes aos percentuais dos elementos químicos presentes (Tabela 4). Como a maioria dos elementos químicos encontrados não estava presente em todos os grupos de bráquetes analisados, a utilização de testes estatísticos foi inviabilizada para a maior parte desses elementos. Dessa forma, somente as análises comparativas dos elementos Cálcio (Ca) e silício (Si) puderam ser realizadas, por se tratarem dos únicos elementos químicos presentes em todos os grupos de bráquetes. Para tal foi empregado o teste de *Brown-Forsythe*, já que as provas de normalidade de *Kolmogorov-Smirnov* e *Shapiro-Wilks* e o teste de igualdade de variância de *Levenne* não encontraram normalidade e semelhança de variância entre os grupos.

Torna-se importante afirmar ainda, que entre todos os elementos químicos, comprovadamente encontrados pelo teste EDS, os percentuais de Ca presentes no esmalte dentário deveriam ser os mais dignos de atenção, já que valores elevados para os mesmos indicariam pouco dano ao esmalte dentário após a remoção dos bráquetes, enquanto que valores reduzidos para os mesmos indicariam muito dano ao esmalte dentário após a remoção dos bráquetes, motivo pelo qual somente os dados referentes ao elemento Ca foram apresentados no presente trabalho. Dessa Forma, aplicando-se o teste de *Brown-Forsythe* obteve-se uma significância estatística ao nível de 5% para o elemento Ca ($p = 0,043$). As comparações entre os grupos foram realizadas utilizando os testes *Post Hoc* e *Games-Hoewel*, onde observou-se que grupo Clarity[®] apresentou percentuais estatisticamente inferiores de Ca em relação aos grupos Geneus[®] e InVu[®]. Em relação ao grupo Allure[®], não foram observadas diferenças estatísticas entre este e os demais grupos (Tabela 5).

Tabela 4 – Resultados obtidos em EDS, referentes às composições químicas do esmalte após a remoção dos bráquetes.

Elementos	Grupos	N	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo
Rb	Geneus	5	1,1180	2,49992	0,00	5,59
	Allure	5	0,0000	0,00000	0,00	0,00
	In Vu	5	0,0000	0,00000	0,00	0,00
	Clarity	5	0,0000	0,00000	0,00	0,00
	Total	20	0,2795	1,24996	0,00	5,59
Ir	Geneus	5	6,3280	14,14984	0,00	31,64
	Allure	5	0,0000	0,00000	0,00	0,00
	In Vu	5	0,0000	0,00000	0,00	0,00
	Clarity	5	0,0000	0,00000	0,00	0,00
	Total	20	1,5820	7,07492	0,00	31,64
Zr	Geneus	5	1,1320	2,53123	0,00	5,66
	Allure	5	0,0000	0,00000	0,00	0,00
	In Vu	5	0,0000	0,00000	0,00	0,00
	Clarity	5	0,0000	0,00000	0,00	0,00
	Total	20	0,2830	1,26561	0,00	5,66
Ca	Geneus	5	52,7720	9,43941	36,99	59,85
	Allure	5	33,6640	29,63367	0,83	72,22
	In Vu	5	60,3120	3,51934	56,56	64,06
	Clarity	5	7,2060	5,75423	1,27	15,72
	Total	20	38,4885	25,61022	0,83	72,22
Si	Geneus	5	8,6660	13,14386	0,00	30,45
	Allure	5	44,3980	40,70605	0,24	97,12
	In Vu	5	2,0340	1,92744	0,56	5,17
	Clarity	5	52,3200	30,26281	0,89	80,83
	Total	20	26,8545	32,85767	0,00	97,12
P	Geneus	5	28,5460	16,20367	0,00	39,53
	Allure	5	18,9920	11,21850	1,30	29,82
	In Vu	5	36,0740	3,43731	30,88	39,75
	Clarity	5	0,0000	0,00000	0,00	0,00
	Total	20	20,9030	16,61756	0,00	39,75
Cl	Geneus	5	0,4260	0,42294	0,00	0,98
	Allure	5	0,2860	0,39431	0,00	0,78
	In Vu	5	0,6080	0,15156	0,43	0,80
	Clarity	5	0,0000	0,00000	0,00	0,00
	Total	20	0,3300	0,35659	0,00	0,98
S	Geneus	5	0,5340	1,19406	0,00	2,67
	Allure	5	2,5140	5,13317	0,00	11,67
	In Vu	5	0,5440	0,75345	0,00	1,52
	Clarity	5	0,0000	0,00000	0,00	0,00
	Total	20	0,8980	2,63329	0,00	11,67
Pt	Geneus	5	0,4860	1,08673	0,00	2,43
	Allure	5	0,0000	0,00000	0,00	0,00
	In Vu	5	0,0000	0,00000	0,00	0,00
	Clarity	5	0,0000	0,00000	0,00	0,00
	Total	20	0,1215	0,54336	0,00	2,43
Al	Geneus	5	0,0000	0,00000	0,00	0,00
	Allure	5	0,1480	0,33094	0,00	0,74
	In Vu	5	0,2680	0,24974	0,00	0,51
	Clarity	5	39,0760	35,01500	11,68	97,84
	Total	20	9,8730	23,60921	0,00	97,84
Na	Geneus	5	0,0000	0,00000	0,00	0,00
	Allure	5	0,0000	0,00000	0,00	0,00
	In Vu	5	0,1560	0,22098	0,00	0,47
	Clarity	5	0,0000	0,00000	0,00	0,00
	Total	20	0,0390	0,12281	0,00	0,47
Mo	Geneus	5	0,0000	0,00000	0,00	0,00
	Allure	5	0,0000	0,00000	0,00	0,00
	In Vu	5	0,0000	0,00000	0,00	0,00
	Clarity	5	1,9100	4,27089	0,00	9,55
	Total	20	0,4775	2,13544	0,00	9,55

Tabela 5 – Resultado do tratamento estatístico referente ao elemento químico cálcio (Ca).

Elemento/Bráquetes		Diferença média (I-J)	Erro padrão da média	p-valor	Intervalo de confiança para 95%		
					Limite inferior	Limite superior	
Ca	Geneus	Allure	19,10800	13,90868	,564	-33,0352	71,2512
		In Vu	-7,54000	4,50529	,421	-24,0497	8,9697
		Clarity	45,56600(*)	4,94396	,000	28,9422	62,1898
	Allure	Geneus	-19,10800	13,90868	,564	-71,2512	33,0352
		In Vu	-26,64800	13,34571	,320	-80,2400	26,9440
		Clarity	26,45800	13,50011	,327	-26,6228	79,5388
	In Vu	Geneus	7,54000	4,50529	,421	-8,9697	24,0497
		Allure	26,64800	13,34571	,320	-26,9440	80,2400
		Clarity	53,10600(*)	3,01652	,000	42,9688	63,2432
	Clarity	Geneus	-45,56600(*)	4,94396	,000	-62,1898	-28,9422
		Allure	-26,45800	13,50011	,327	-79,5388	26,6228
		In Vu	-53,10600(*)	3,01652	,000	-63,2432	-42,9688

6 DISCUSSÃO

Santos et al. (2000) e Vicente et al. (2006) comprovaram a superioridade do Transbond XT[®] em relação aos cimentos a base de ionômero de vidro, demonstrando maior resistência adesiva dos bráquetes ao esmalte e maior percentual de fraturas na interface bráquete-adesivo, motivo pelo qual este foi o material de escolha para a colagem dos bráquetes no presente trabalho.

Todos os bráquetes foram colados de maneira convencional proposta por Buonocore em 1955, ou seja, realizou-se profilaxia das superfícies dentárias de colagem, ataque ácido das mesmas, seguido da aplicação e fotopolimerização do adesivo Transbond XT[®] e da colagem com a resina Transbond XT[®]. Romano (2003) observou a necessidade de condicionamento ácido do esmalte para a obtenção de valores de resistência ao cisalhamento, compatíveis com a utilização clínica. Savaris e Menezes (2004), por outro lado, não observaram diferenças estatisticamente significativas nas cargas de cisalhamento entre amostras nas quais o adesivo Transbond XT[®] (primer) foi fotopolimerizado e amostras nas quais não houve fotopolimerização do mesmo. No presente estudo, optou-se pela realização do condicionamento ácido do esmalte e da fotopolimerização do adesivo por se tratar de um protocolo tradicionalmente utilizado em pesquisas de cisalhamento e análise da superfície de esmalte.

Os ensaios mecânicos de cisalhamento foram realizados 24 horas após a colagem dos bráquetes, sendo os corpos de prova mantidos, durante esse período, em água destilada a 37°C. Optou-se por tal intervalo de tempo amparado no trabalho de Hajrassie e Khier (2007) que não observaram diferenças significativas, *in vitro* e *in vivo*, nas cargas de descolagem de bráquetes metálicos, colados em pré-molares, com Transbond XT[®], após quatro diferentes tempos de colagem: 10 minutos, 24 horas, uma semana e quatro semanas.

Em relação aos valores obtidos pelos testes mecânicos de cisalhamento (cargas entre 9,97 e 12,71 MPa), pôde-se concluir que todos os bráquetes estudados poderiam ser utilizados clinicamente com sucesso, já que as cargas mínimas de resistência ao cisalhamento necessárias à utilização clínica para movimentação dentária situam-se entre 5,9 e 7,9 MPa (VASQUES et al., 2005).

Foram observadas fraturas coesivas das três marcas comerciais de bráquetes cerâmicos durante os ensaios, sendo de 33,3% para os bráquetes InVu[®] e Clarity[®] e de 50% para o Allure[®]. No grupo dos bráquetes metálicos, conforme esperado, as fraturas não ocorreram. Em relação à MEV, observou-se que as amostras do grupo Clarity[®] apresentaram alterações significativas na microestrutura do esmalte em relação aos demais grupos, com áreas elétricas lúcidas correspondentes a crateras, aprofundamento de erosões e perda extensa da camada aprismática do esmalte. Tal fato foi comprovado pelo ensaio EDS, onde foi demonstrado que o grupo Clarity[®] apresentou percentual significativamente inferior de íons Ca no esmalte após a remoção dos bráquetes. Chen et al. (2007), corroborando os achados do presente trabalho, observaram fraturas coesivas dos bráquetes Clarity[®] na ordem de 25% após a descolagem por máquina dos mesmos. Por outro lado, no mesmo trabalho, Chen et al. (2007), através da MEV, observaram que a maioria das fraturas ocorreram na interface bráquete/adeseivo, e que danos significativos ao esmalte não foram encontrados após a remoção dos bráquetes. Vale ressaltar, entretanto, que Chen et al. (2007) submetem a totalidade de sua amostra à MEV com sistema de microanálise EDS, enquanto que, no presente trabalho, apenas os elementos dentários que apresentaram os menores valores do IRA foram submetidos, o que poderia ter contribuído para a obtenção de resultados menos favoráveis em relação à topografia superficial do esmalte.

Savaris e Menezes (2004), da mesma forma que Chen et al. (2007), não observaram danos e fraturas importantes da superfície do esmalte após a remoção de bráquetes Clarity[®] colados em dentes bovinos, constatando que a descolagem ocorreu, predominantemente, na camada de resina (falha coesiva, índice “3” do IRA) e observando fratura de esmalte em apenas um, dos 60 dentes avaliados. Da mesma forma do que no trabalho de Chen et al. (2007), toda a amostra foi submetida à MEV.

Wang, Meng e Tarng (1997), em contrapartida aos resultados obtidos pelo presente trabalho e por Chen et al. (2007), não observaram fraturas coesivas dos bráquetes cerâmicos policristalinos durante a remoção, citando que suas bases de retenção mecânica combinavam força, durabilidade e retenção semelhantes às dos bráquetes metálicos. Em adição, os autores não observaram desprendimento de

esmalte após a retirada dos acessórios, não corroborando os achados do presente trabalho.

No presente estudo foram observadas, sob MEV, perdas substanciais de esmalte e danos importantes no mesmo para todos os quatro grupos analisados. Vilchis, Hotta e Yamamoto (2007), por sua vez, compararam e observaram, em MEV, as topografias superficiais do esmalte de pré-molares submetidos à colagem de bráquetes ortodônticos segundo duas metodologias: 1) condicionamento com ácido fosfórico a 37% durante 30 segundos + adesivo Transbond XT[®] + cimento resinoso Transbond XT[®] e 2) Transbond Plus Self Etching Primer[®] (SEP) + cimento resinoso Transbond XT[®]. Com base nos resultados, demonstraram que o grupo condicionado com ácido fosfórico apresentou maior perda de esmalte do que o Transbond Plus Self Etching Primer[®], além das interfaces esmalte/adesivo terem se apresentado mais irregulares quando o esmalte foi condicionado com ácido fosfórico. Dessa forma, a diferença em relação a alguns trabalhos encontrados na literatura pode estar relacionado a este condicionamento, já que o ácido fosfórico foi o utilizado no presente estudo.

Buyukilmaz, Usumez e Karaman (2003), Lopes et al. (2003) e Romano et al. (2005), por outro lado, citaram que o padrão de condicionamento do esmalte, o local de falha e o IRA aderido ao dente foram semelhantes entre amostras condicionadas com ácido fosfórico a 37% e com Transbond Plus Self Etching Primer[®]. Demonstraram, ainda, que, para os dois tipos de materiais utilizados, a maioria das falhas ocorreu entre a interface bráquete e resina composta.

Sugere-se, portanto, a realização de trabalhos posteriores comparando-se o Transbond Plus Self Etching Primer[®], o ácido fosfórico a 37% e os demais materiais de condicionamento, na tentativa de se buscar, cientificamente, o material ortodôntico de condicionamento que cause menos danos ao esmalte dentário após a remoção dos bráquetes, objetivando-se um procedimento mais conservador na colagem ortodôntica. Esse estudo comprovou que danos ao esmalte dentário são passíveis de ocorrer, após a remoção de bráquetes, em dentes condicionados com ácido fosfórico a 37%, sendo mais frequentes e extensos quando bráquetes cerâmicos são utilizados.

7 CONCLUSÃO

1. Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre as três marcas de bráquetes comerciais cerâmicos e a marca de bráquetes metálico nas cargas de cisalhamento necessárias para a promoção da descolagem dos bráquetes;
2. Em relação aos índices de resina remanescentes, observou-se diferenças estatisticamente significativas entre os grupos Clarity[®] e InVu[®]; Allure[®] e InVu[®] e Clarity[®] e Geneus[®]. Nas demais comparações não houve diferença estatisticamente significativa entre os pares. Em um contexto geral, foi confirmada a prevalência do escore “4”, com um percentual de 40,4%;
3. Na análise da topografia superficial do esmalte, observou-se que o grupo Geneus[®] foi o único que não apresentou perda de tecido superficial, apenas pequenas fissuras. Entre os grupos compostos pelos bráquetes cerâmicos, todos apresentaram erosões, poros, depressões e perda de camada aprismática de esmalte, sendo o grupo Clarity[®] o mais afetado, tendo demonstrado alterações significativas na microestrutura do esmalte;
4. Em relação ao teste EDS, o grupo Clarity[®] apresentou percentual significativamente inferior de íons Ca no esmalte após a remoção dos bráquetes;
5. Observou-se que os bráquetes metálicos não fraturam durante a remoção, os grupos InVu[®] e Clarity[®] apresentaram fraturas de 33,3% de suas amostras e o grupo Allure[®] de 50%.

REFERÊNCIAS*

- ARTUN, J.; BERGLAND, S. Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid-etch enamel pretreatment. **Am J Orthod**, St. Louis, v. 85, n. 4, p. 333-340, Apr. 1984.
- BENNETT, C. G.; SHEN, C.; WALDRON, J. M. The effects of debonding on the enamel surface. **J Clin Orthod**, Boulder, v. 18, n. 5, p. 330-334, May 1984.
- BIGARELLA, C. A. **Avaliação in vitro da resistência friccional entre bráquetes cerâmicos e metálico**. 2005. 104 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Marília, Marília, São Paulo, 2005.
- BISHARA, S. E.; OLSEN, M.; VON WALD, L. Comparisons of shear bond strength of precoated and uncoated brackets. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 112, n. 6, p. 617-621, Dec. 1997.
- BISHARA, S. E. et al. Comparison of the debonding characteristics of two innovative ceramic bracket designs. **Am J Orthod Dentofac Orthop**, St. Louis, v. 116, n. 1, p. 86, July 1999a.
- BISHARA, S. E. et al. Shear bond strength of composite, glass ionomer, and acidic primer adhesive systems. **Am J Orthod Dentofac Orthop**, St. Louis, v. 115, n. 1, p. 24-28, Jan. 1999b.
- BISHARA, S. E. et al. Effect of an acidic primer on shear bond strength os orthodontic brackets. **Am J Orthod Dentofac Orthop**, St. Louis, v. 114, n. 3, p. 243-247, Dec. 1999c.
- BISHARA, S. E. et al. The effect of variation in mesh-base desing on the shear Bond strength of orthodontic brackets, **Angle Orthod**, Appleton, v.74, n. 3, p. 400-404, Mar. 2004.
- BUONOCORE, M. G. A. A simple method of increase the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. **J Dent Res**, Chicago, v. 34, n. 6, p. 849-853, Dec. 1955.

* De acordo com NRB-6023, da Associação Brasileira de Normas Técnicas, agosto de 2002.

BUYUKILMAZ, T.; USUMEZ, S.; KARAMAN, A. I. Effect of self-etching primers on bond strength – are they reliable? **Angle Orthod**, Appleton, v. 73, n. 1, p. 64,70, Feb. 2003.

CACCIAFESTA, V. et al. Effect of water and saliva contamination on shear bond strength of brackets bonded with conventional, hydrophilic, and self-etching primers. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 123, n. 6, p. 633-640, June 2003.

CAMPOS, M. I. C.; CAMPOS, C. N.; VITRAL, R. W. F. O Uso de Dentes Bovinos como Substitutos de Dentes Humanos em Pesquisas Odontológicas: Uma Revisão da Literatura. **Pesq Bras Odontoped Clin Integr**, João Pessoa, v. 8, n. 1, p. 127-132, jan./abr. 2008.

CHEN, H. et al. Effects of different debonding techniques on the bonding forces and failure modes of ceramic brackets in simulated clinical set-ups. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 132, n. 5, p. 680-686, May 2007.

DAVID, V. A. et al. Remnant amount and cleanup for 3 adhesives after debracketing. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v.121, n. 3, p. 291-296, Mar. 2002.

DUARTE, L. C. et al. Aplicações de microscopia eletrônica de varredura (MEV) e sistema de energia dispersiva (EDS) no estudo de gemas: exemplos brasileiros. **Pesq Geociências**, Porto Alegre, v. 30, n. 2, p. 3-15, fev. 2003.

FERNANDES, R. M. **Avaliação da resistência adesiva de bráquetes colados com resina composta ao esmalte dental a partir de três sistemas adesivos**. 2008. 68 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Vale do Rio Verde de Três Corações, Faculdade de Odontologia, Três Corações/MG, 2008.

FLEISCHMANN, L. A.; SOBRAL, M. C.; HABIB, F. Resistência de união de sistema adesivo com agentes antimicrobianos utilizado em Ortodontia. **Rev Odonto Ciên**, Porto Alegre, v. 23, n. 4, p. 346-350, out./dez. 2008.

FORSBERG, C. M.; HAGBERG, C. Shear bond strength of ceramic brackets with chemical or mechanical retention. **Br J Orthod**, London, v. 19, n. 3, p. 183-189, Aug. 1992.

GARCIA, F. C. P. et al. Testes mecânicos para a avaliação laboratorial da união resina/dentina. **Rev Fac Odontol**, Bauru, v. 10, n. 3, p. 118-127, mar. 2002.

GARCIA-GODOY, F.; MARTIN, S. Shear strength of ceramic brackets bonded to etched or unetched enamel. **J Clin Pediatr Dent**, Birmingham, v. 19, n. 3, p. 181-183, 1995.

GIA, K. Y.; WILLIAM, J. D.; TALOUMIS, L. J. Shear bond strength comparison between direct and indirect bonded orthodontic brackets. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v.124, n. 5, p. 557-581, p. 577-580, Aug. 2003.

GONÇALVES, R. A.; MANDETTA, S.; SANTOS, C. Resistência à tração de bráquetes colados com resinas compostas fotopolimerizáveis com e sem associação de agente adesivo hidrófilo – estudo comparativo in vitro. **J Bras Ortodon Ortop Facial**, Curitiba, v. 5, n. 30, p. 29-37, jun./jul. 2000.

GRUBISA, H. S. I. An evaluation and comparison of orthodontic bracket bond strength achieved with self-etching primer. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 126, n. 2, p. 219-231, Feb. 2004.

HAJRASSIE, M. K.; KHIER, S. E. In-vivo and in vitro comparison of bond strengths of orthodontic brackets bonded to enamel and debonded at various times. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 131, n. 3, p. 384-90, Mar. 2007.

KARAMOUZOS, A.; ATHANASIOU, A. E.; APADOPOULOS, M. A. Clinical characteristics and properties of ceramic brackets: A comprehensive review. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 112, n. 1, p. 34-40, July 1997.

KATONA, T. R. Stresses developed during clinical debonding of stainless steel orthodontic brackets. **Angle Orthod**, Appleton, v. 67, n. 1, p. 39-43, Jan. 1997.

KULA, K. S.; NASH, T. D.; PURK, J. H. Shear-peel bond strength of orthodontic primers in wet conditions. **Orthod Craniofacial Res**, Oxford, v. 6, n. 2, p. 96 -100, Feb. 2003.

LOPES, G. C. et al. Resistência de união de brackets com um novo sistema autocondicionante. **J Bras Ortod Ortop Facial**, Curitiba, v. 8, n. 43, p. 41-46, jan./fev. 2003.

MASKERONI, A. J.; MEYERS, C. E.; LORTON, L. Ceramic bracket bonding: a comparison of bond strength with polyacrylic acid and phosphoric acid enamel conditioning. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 97, n. 2, p. 168-175, Feb. 1990.

MEEHAN, M. P.; FOLEY, T. F.; MAMANDRAS, A. H. A comparison of the shear bond strengths of two glass ionomer cements. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 115, n. 2, p. 125-132, Feb. 1999.

MONDELLI, A. L.; FEITAS, M. R. Estudo comparativo da resistência adesiva da interface resina/bráquete, sob esforços de cisalhamento, empregando três resinas compostas e três tipos de tratamento na base do bráquete. **Rev Dental Press Ortod Ortop Facial**, Maringá, v. 12, n. 3, p. 111-125, maio/jun. 2007.

NEWMAN, G. V. A post treatment survey of directed bonding of metal brackets. **Am J Orthod**, St. Louis, v. 60, n. 6, p. 600-610, Dec. 1971.

OMANA, H. M.; MOORE, R. N.; BAGBY, M. D. Frictional properties of metal and ceramic brackets. **J Clin Orthod**, Boulder, v. 26, n. 7, p. 425-432, July 1992.

PARK, D. M. et al. Análise da qualidade de adesão de diferentes bases de bráquetes metálicos. **Rev Dent Press Ortod Ortop Facial**, Maringá, v.10, n.1, p. 88-93, jan./fev. 2005.

PIGNATTA, L. M. B. **Avaliação da superfície do esmalte dentário por microscopia eletrônica de varredura após a remoção do bráquete e polimento**. 2006. 69 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia de Araçatuba, Araçatuba, 2006.

PINZAN, C. R. M.; PINZAN, A; FRANCISCONI, P. Estudo comparativo da resistência as forças de cisalhamento de colagem de bráquetes ortodônticos, testando dois tempos diferentes de condicionamento ácido, com e sem homogeneização prévia. **Rev Dental Press Ortod. Ortoped Facial**, Maringá, v. 6, n. 6, p. 45-49, nov./dez. 2001.

REDD, T. B.; SHIVAPUJA, P. K. Debonding ceramic brackets: Effects on enamel. **J Clin Orthod**, Boulder, v. 25, n. 8, p. 475- 481, Aug. 1991.

ROMANO, F. L. **Análise *in vitro* da resistência ao cisalhamento de bráquetes metálicos colados em várias condições de esmalte**. 2003. 108 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba, São Paulo, 2003.

ROMANO, F. L. et al. Colagem de bráquetes em esmalte condicionado com Transbond Plus Self Etching Primer. **Rev Clin Ortodon Dental Press**, Maringá, v. 4, n. 3, p. 26-32, jun./jul. 2005.

ROSA, C. B.; PINTO, R. A. C.; HABIB, F. A. L. Colagem ortodôntica em esmalte com presença ou ausência de contaminação salivar: é necessário o uso de adesivo autocondicionante ou de adesivo hidrofílico? **Rev Dent Press Ortod Ortop Facial**, Maringá, v.13, n. 3, p. 34-42, maio/jun. 2008.

SANTOS, P. C. F. et al. Colagem em ambiente úmido:Avaliação da capacidade de resistência à tração de bráquetes metálicos. **Rev Dental Press Ortod Ortop Facial**, Maringá, v. 5, n. 6, p. 33-43, nov./dez. 2000.

SAVARIS, F. L.; MENEZES, L. M. Avaliação in vitro de diferentes tempos de fotoativação na colagem de bráquetes cerâmicos. **Rev Odonto Ciên**, Porto Alegre, v. 19, n. 44, p. 139-144, abr./jun. 2004.

SFONDRINI, M. F. et al. Effect of blood contamination on shear bond strength of brackets bonded with conventional and self-etching primers. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 125, n. 3, p. 357-360, Mar. 2004.

SHARMAN-SAYAL, S. K. et al. The influence of orthodontic bracket base desing on shear bond strength. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 124, n. 1, p. 74-82, July 2003.

SPONCHIADO, A. R. et al. Avaliação do uso do self etching primer na colagem de bráquetes ortodônticos metálicos. **Rev Dental Press Ortod Ortop Facial**, Maringá, v.10, n. 3, p. 66-74, maio/jun. 2005.

STRATMANN, U. et al. The extent of enamel surface fractures. A quantitative comparison of thermally debonded ceramic and mechanically debonded metal brackets by energy dispersive micro and image analysis. **Eur J Orthod**, Oxford, v. 18, n. 6, p. 655-662, Dec. 1996.

SWARTZ, M. L. Ceramic brackets. **J Clin Orthod**, Boulder, v. 22, n. 2, p. 82-88, Feb. 1988.

TORTAMANO, A. et al. Avaliação da resistência à tração de agentes cimentantes para bráquetes ortodônticos. **Rev Assoc Paul Cir Dent**. São Paulo, v. 56, n. 4, p. 259-263, jul./ago. 2002.

VASQUES, W. O. et al. Resistência ao cisalhamento de diferentes bráquetes metálicos: colados com resina composta fotoativada (Transbond). Estudo comparativo "In Vitro". **Rev Goiana Odontol**, Porto Alegre, v. 53, n. 3, p.186-190, jul./set. 2005.

VICENTE, A. et al. Effects of 3 adhesion promoters on the shear bond strength of orthodontic brackets: an in-vitro study. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 129, n. 3, p. 390-395, Apr. 2006.

VILCHIS, R. J.; HOTTA, Y.; YAMAMOTO, K. Examination of enamel-adhesive interface with focused ion beam and scanning electron microscopy. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 131, n. 5, p. 646-50, May 2007.

WANG, W. N.; MENG, C. L.; TARNG, T. H. Bond strength: a comparison between chemical coated and mechanical interlock bases of ceramic and metal brackets. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 11, n. 3, p. 374-381, Apr. 1997.

WATANABE, I.; NAKABAYASHI, N. Measurement methods for adhesion to dentine: the current status in Japan. **J Dent**, Guildford, v. 22, n. 2, p. 67-72, Apr. 1994

ZACHRISSON, B. U.; ARTUN, J. Enamel surface appearance after various debonding techniques. **Am J Orthod**, St. Louis, v. 75, n. 3, p. 121-137, Feb. 1979.

APÊNDICES

APÊNDICE A – SUBMISSÃO ARTIGO À REVISTA DENTAL PRESS DE ORTODONTIA E ORTOPEDIA FACIAL

(496) Webmail UFJF :: Dental Press - Submissão Concluída https://correio.ufjf.edu.br/?_task=mail&_action=show&_mbox=11

MAIL@ufjf E-mail Lista de Contactos Configurações pessoais Sair

mover para...

<p>Pastas</p> <ul style="list-style-type: none"> Caixa de entrada (49) Enviados Junk Lixeira 	<p>Assunto Dental Press - Submissão Concluída</p> <p>Remetente sgprdpooif@sgponline.com.br</p> <p>Para josemauricio.rocha@ufjf.edu.br</p> <p>Data 22.01.2010 14:37</p> <hr/> <p>Revista Dental Press de ORTODONTIA E ORTOPEDIA FACIAL</p> <p style="text-align: right;">Revista DENTAL PRESS DE ORTODONTIA E ORTOPEDIA FACIAL Av. Euclides da Cunha, 1718 - Zona 5, CEP 87015-180 Ma ringã - Paraná - Brasil Fone/Fax (0xx44) 3031-9818 E-mail: artigos@dentalpress.com.br</p> <p>Maringá, sexta-feira, 22 de janeiro de 2010</p> <p>Ilmo(a) Sr.(a) Prof(a), Dr(a) José Maurício da Rocha</p> <p>Referente ao PROTOCOLO: 609 Classificação: Novo Artigo</p> <p>Informamos que recebemos o manuscrito o ANÁLISE DAS CARGAS DE ADESÃO E DAS SUPERFÍCIES DO ESMALTE DENTÁRIO APÓS A REMOÇÃO DE BRÁQUETES ORTODÔNTICOS CERÂMICOS E METÁLICOS: UMA VISÃO POR MICROSCOPIA ELETRÔNICA O mesmo será enviado para apreciação dos revisores para possível publicação/participação na Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial. Por favor, para qualquer comunicação futura sobre o referido manuscrito cite o número de protocolo apresentado acima.</p> <p>Obrigado por submeter seu trabalho a Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial.</p> <p>Atenciosamente,</p> <p>Jorge Faber Editor Chefe da Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial</p> <p style="text-align: center;">««« Favor não responder esta mensagem pois ela foi gerada automaticamente pel o SGP »»»</p>
---	---

Mensagem 17 de 500

APÊNDICE B – RESULTADOS DO ENSAIO DE CISALHAMENTO

Teste Kolmogorov-Smirnov

Estatísticas Descritivas da Força Máxima (kgf)

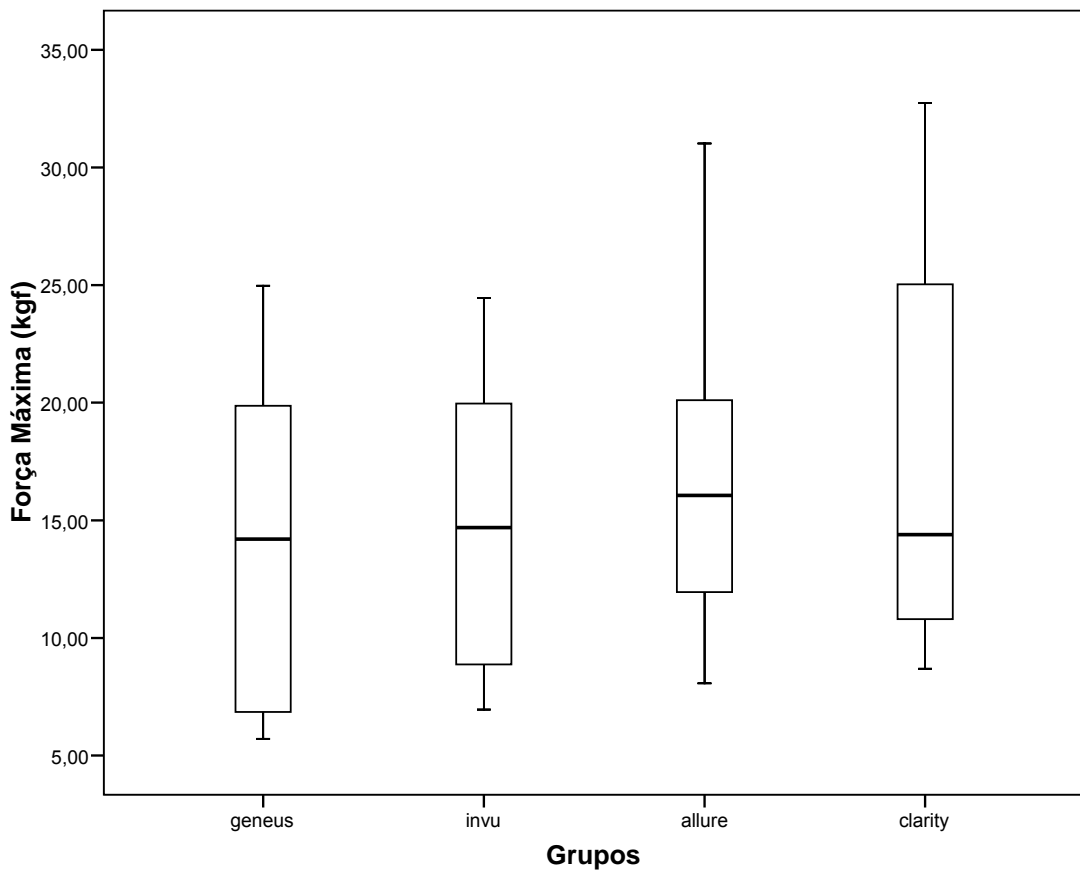
Grupos	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	Número de casos
geneus	14,0627	7,45521	5,71	24,97	15
invu	15,3827	6,16668	6,95	24,45	15
allure	16,5571	6,37873	8,07	31,02	14
clarity	17,9213	8,18918	8,69	32,74	15
Total	15,9712	7,07109	5,71	32,74	59

Resultados do cisalhamento em MPa

Grupos	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	Número de casos
Geneus	9,97	5,29	4,05	17,71	15
Invu	10,91	4,37	4,93	17,34	15
Allure	11,74	4,52	5,72	22,00	14
Clarity	12,71	5,81	6,16	23,22	15
Total	11,33	5,01	4,05	23,22	59

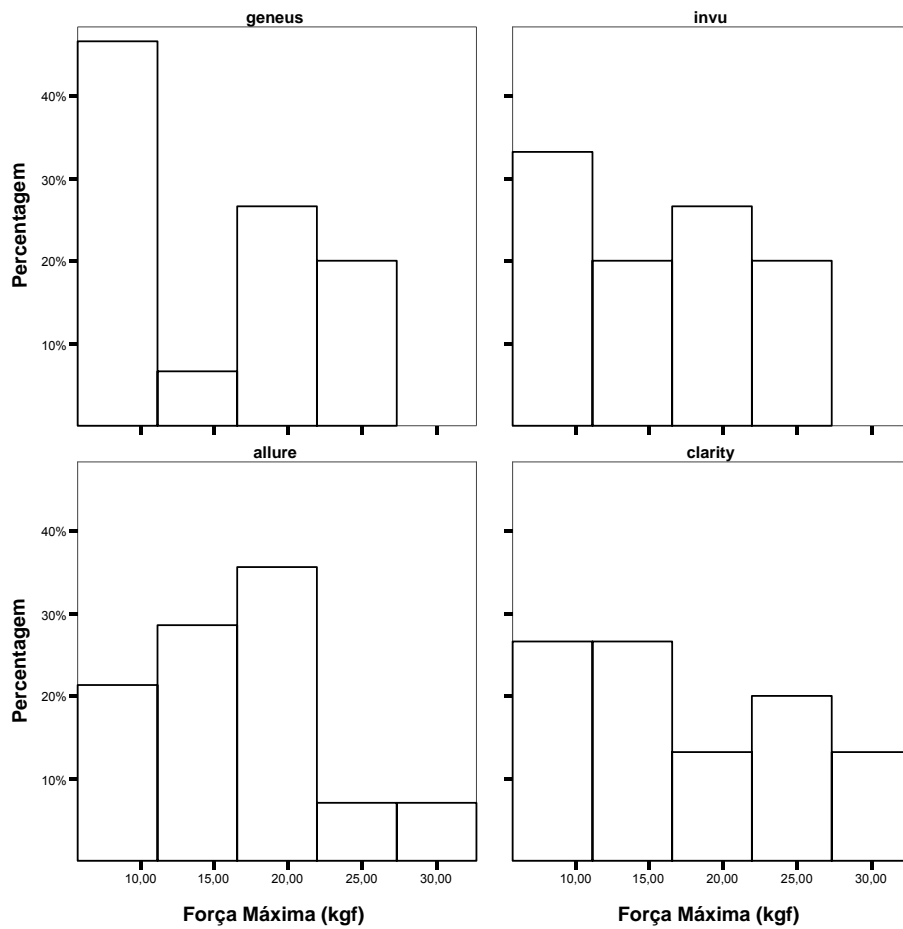
Boxplot da variável ao longo dos grupos

O *boxplot* mostra que não há grandes diferenças entre as medianas dos grupos.



Mas, por inspeção nos histogramas seguido pelo teste de significância *Kolmogorov-Smirnov*, notou-se uma pequena diferença entre os grupos Geneus® e Clarity®, ao nível de significância de 0,07.

Histogramas da variável ao longo dos grupos



Note que o grupo Clarity é mais alongado para frente que o grupo Geneus, ou seja, tem uma assimetria menor.

Bráquetes fraturados no ensaio de cisalhamento por grupo de bráquetes

Tipo	Fraturas
Geneus	0
InVu	5
Allure	7
Clarity	5
Total	17

APÊNDICE B – RESULTADOS DO ÍNDICE DE RESINA REMANESCENTE

	Casos					
	Válido		Real		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percentual
Esmalte * Escore	52	100,0%	0	,0%	52	100,0%

Escore do IRA no esmalte

			ESCORE						total
			0	1	2	3	4	5	
Esmalte	CLARITY	Quant.	0	0	0	1	6	6	13
		%	,0%	,0%	,0%	7,7%	46,2%	46,2%	100,0%
	ALLURE	Quant.	0	0	1	0	9	4	14
		%	,0%	,0%	7,1%	,0%	64,3%	28,6%	100,0%
	GENEUS	Quant.	0	5	4	0	2	4	15
		%	,0%	33,3%	26,7%	,0%	13,3%	26,7%	100,0%
	INVU	Quant.	2	1	2	1	4	0	10
		%	20,0%	10,0%	20,0%	10,0%	40,0%	,0%	100,0%
Total	% Esmalte	Quant.	2	6	7	2	21	14	52
		%	3,8%	11,5%	13,5%	3,8%	40,4%	26,9%	100,0%

Diferença dos pares quanto ao IRA

	CLARITY	ALLURE	GENEUS	INVU
CLARITY		0,488	0,0022*	0,002*
ALLURE	0,488		0,057	0,006*
GENEUS	0,0022*	0,057		0,605
INVU	0,002*	0,006*	0,605	

Significância geral 0,003

Específicas devem ser menor que 0,0125 (0,05/4)