UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO PRETO

Brahim Drubi Filho

**RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO DE
BRÁQUETES ORTODÔNTICOS APÓS
ENVELHECIMENTO ARTIFICIAL ACELERADO**

Ribeirão Preto
2011

Brahim Drubi Filho

RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO DE BRÁQUETES ORTODÔNTICOS APÓS ENVELHECIMENTO ARTIFICIAL ACELERADO

Dissertação apresentada, para obtenção
do título de Mestre em Odontologia, à
Faculdade de Odontologia de Ribeirão
Preto, da Universidade de São Paulo.

Área de concentração: Reabilitação Oral

Orientadora: Prof^a Dr^a Fernanda de
Carvalho Panzeri Pires de Souza

Versão Corrigida

Ribeirão Preto
2011

**AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO,
POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO PARA FINS DE ESTUDO E
PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE**

Drubi Filho, Brahim

Resistência ao cisalhamento de bráquetes ortodônticos após envelhecimento artificial acelerado.

Ribeirão Preto, 2011.

101p.,: il. : 30cm

Dissertação de Mestrado, apresentada à Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto/USP. Área de Concentração: Reabilitação Oral.

Versão corrigida da Dissertação. A versão original se encontra disponível na Unidade que aloja o Programa.

Orientadora: Pires-de-Souza, Fernanda de Carvalho Panzeri

1. Bráquete ortodôntico. 2. Compósito. 3. Sistema adesivo.
4. Envelhecimento artificial acelerado.

DRUBI-FILHO, B. Resistência ao cisalhamento de bráquetes ortodônticos após envelhecimento artificial acelerado. Dissertação (Mestrado em Reabilitação Oral). Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.

Banca Examinadora

Aprovado em: ____ / ____ / ____

1) Prof(a).Dr(a).: _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

2) Prof(a).Dr(a).: _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

3) Prof(a).Dr(a).: _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

BRAHIM DRUBI FILHO

Nascimento:	30/10/1979
Filiação:	Brahim Drubi Eneida José Jorge Drubi
1999-2002	Graduação em Odontologia - Faculdade de Odontologia de Barretos da Fundação Educacional de Barretos - FOFEB
2002-2002	Aperfeiçoamento em Endodontia - Faculdade de Odontologia de Barretos da Fundação Educacional de Barretos - FOFEB
04/05-07/09	Estágio Supervisionado em Materiais Dentários - Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo - FORP/USP
2008-2010	Aperfeiçoamento em Ortodontia e Ortopedia Facial - Associação Paulista dos Cirurgiões Dentistas - Regional Ribeirão Preto - APCD/RP

Dedico este trabalho:

*aos meus pais **Brahim e Eneida,***

queridos, dedicados, de bondade infinita. Caráter, honestidade e perseverança sempre os acompanham. Meus exemplos de simpatia, carinho e respeito ao próximo. Sempre em minha vida, incentivando em decisões, encorajando nos momentos difíceis. Mostram que a vida não é fácil, mas que vale a pena vivê-la.

*aos meus irmãos **Lila, Neto, Dri, Fa e Ma,***

companheiros e apoiadores. Me mostram que sonhando sozinho, só sonhamos, mas sonhando juntos, realizamos nossos sonhos.

Agradecimentos

À **Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, da Universidade de São Paulo**, seus **professores, funcionários e alunos**, pelo crescimento profissional e convivência.

À **Profa Dra Marisa Semprini** e ao **Prof Dr Heitor Panzeri**, pelo sorriso e receptividade a mim oferecidos quando tive a oportunidade de conhecê-los.

Aos funcionários da FORP/USP **Edson Volta, Ricardo de Souza Antunes e Imaculada Jainaira Miguel**, pelo suporte técnico e logístico na realização dessa pesquisa.

A toda equipe do Departamento de Materiais Dentários e Prótese, na pessoa da chefe de Departamento, **Profª Drª Helena de Freitas Oliveira Paranhos**. Obrigado pela harmonia dividida em nossa convivência.

À secretaria da pós graduação do Programa de Reabilitação Oral, na pessoa das secretárias **Regiane Tirado Damasceno e Fernanda Talita de Freitas**, bem como à equipe da secretaria da pós graduação da FORP/USP, **Isabel Cristina Galino Sola, Regiane Cristina Moi, Leandro Marin da Silva**. Os trâmites burocráticos e legais desse trabalho, foram mais ágeis com vocês. Minha sincera gratidão.

Aos amigos **Diogo Rodrigues Cruvinel e Hermano Teixeira Machado**, pela obtenção das imagens dessa pesquisa.

Aos amigos da pós graduação **Carla Alandia Román, Camilo López, Danilo Balero Sorgini, Izabela Mauricio Moris, Juliana Barchelli Pinheiro, Karina Lencioni, Lourdes Gonzalez Garcia, Lourenço de Moraes Rego Roselino, Marcelo Bighetti Toniolo, Maria Paula Della Vecchia, Milena Teixeira da Rocha, Nathalia Ferraz Oliscovicz, Rafael Cândido Pedroso e Silva, Tatiana Ramirez Cunha, Vanessa Maria Fagundes Leite**, pelo companheirismo e por compartilharmos juntos essas conquistas.

Aos amigos do **LaABio, Prof, Luiz Carlos Pardini, Ana Beatriz Souza, Camila Gleice, Carla Alandia, Diogo Cruvinel, Francisca Daniele Silame, Fabiano Gamero Aguilar, Fabrício Mariano Mundim, Gabrielli Milan, Gustavo Da Col dos Santos Pinto, Lourenço Roselino, Lucas Garcia, Rafaella Tonani, Renata Moraes, Tiago Freire, Laura Bastos**. Colegas de estudo, trabalho e pesquisas; com vocês aprendi que o respeito, a ética e a honestidade são virtudes indispensáveis em nossa vida.

À tia **Mariangela Neme**, pelo apoio irrestrito em minha escolha.
Pelo incentivo e por sempre ser solícita quando precisei.

Aos meus amigos de longa data **Ana Paula Bernardes, Fernando Daher, Moussa Kamal, Marcelo de Camargo Scuoteguazza, Natália Marin, Leandro Stefanelli, Maurício Bassi**. Todos os outros que não estão aqui, estão no meu coração. Obrigado por serem presentes mesmo em meus períodos de ausência.

A amiga **Pamela Tamer**, pela parceria ao longo dessa jornada e compreensão pelos momentos de ausência.

Aos amigos **Thiago Garófalo e Gustavo de Andrade Bressan**, pelas descontraídas conversas e por sempre receber incentivo mesmo nos momentos mais árduos.

A **Prefeitura Municipal de Colina**, por compreender que atualização profissional reflete no resultado final do trabalho executado.

À **Morelli Ortodontia**, pelo fornecimento de bráquetes ortodônticos e pela confiança na realização dessa parceria.

Ao **Banco de Dentes da FORP/USP**, na pessoa de sua coordenadora, **Profª Drª Maria Cristina Borsatto**, pelo fornecimento de dentes usados na pesquisa.

A **CAPES** pelo fomento a esse projeto.

Fica aqui a lembrança de uma figura que foi ao encontro do Pai Celestial, mas sempre foi presente conosco, o que torna difícil não o ter em lembrança. Nosso amigo **Francisco Roselino**, o **Chicão**. Na certeza de um dia nos encontrarmos na morada do Pai, externo aqui minhas saudades.

Meus sinceros agradecimentos, a todos que colaboraram para meu engrandecimento profissional pela realização deste trabalho.

Agradecimentos Especiais:

A *Deus*, que proporcionou a graça de finalizar esse projeto. Obrigado pela vida e por sempre acompanhar meus passos nessa jornada.

"Todo aquele que se dedica ao estudo da ciência chega a convencer-se de que nas leis do universo se manifesta um Espírito sumamente superior ao do homem, e perante o qual nós, com os nossos poderes limitados, devemos humilhar-nos." Albert Einstein

À *Profª Drª Fernanda de Carvalho Pangeri Pires de Souza*. Há quase um terço de minha vida muitos dias compartilhamos juntos. A cada dia meu respeito e admiração aumentam. Uma pessoa experiente, uma profissional capaz de transformar uma sopa de palavras num projeto de pesquisa. Uma professora que compartilha todo cotidiano da docência com seus orientados. Uma pesquisadora que ensina o valor da ética e da verdade. Seus exemplos são seguidos. Obrigado sempre.

Agradeço também, na pessoa da minha prima amada *Flavia*, todos os meus tios e tias, primos e primas, cunhados e cunhada, meus sobrinhos e minhas sobrinhas, minha afilhada *Debora*, meu afilhado *Dieb*, minhas madrinhas *Liliana* e *Adriana*, meu padrinho *Neto*. Que a força desse amor permaneça por todos os dias de nossas vidas.

Onde quer que estejam sei que estão orando e nos protegendo. Infinitas saudades, grandes lembranças e um reecontro. Às minhas avós *Laudelina dos Santos Forge* e *Syria Drubi*, obrigado pelas experiências e ensinamentos, saudades de vocês.

D

ois amigos, Mussa e Nagib, viajavam pelas extensas estradas que circulam

as tristes e sombrias montanhas da Pérsia. Ambos se faziam acompanhar de seus
ajudantes, servos e caravaneiros.

Chegaram, certa manhã, às margens de um grande rio, barrento e impetuoso, em
cujo seio a morte espreitava os mais afoitos e temerários.

Era preciso transpor a corrente ameaçadora. Ao saltar, porém, de uma pedra, o
jovem Mussa foi infeliz. Falseando-lhe o pé, precipitou-se no torvelinho espumante
das águas em revolta. Teria ali perecido, arrastado para o abismo, se não fosse Nagib.

Este, sem um instante de hesitação, atirou-se à correnteza e, lutando furiosamente,
conseguiu trazer a salvo o companheiro de jornada.

- Que fez Mussa ?

Chamou, no mesmo instante, os seus mais hábeis servos e ordenou-lhes gravassem na
face mais lisa de uma grande pedra, que perto se erguia, esta legenda admirável:

"Viandante ! Neste lugar, durante uma jornada, Nagib salvou, heroicamente, seu
amigo Mussa".

Isto feito, prosseguiram, com suas caravanas, pelos intérminos caminhos de Allah.
Alguns meses depois, de regresso às terras, novamente se viram forçados a atravessar
o mesmo rio, naquele mesmo lugar perigoso e trágico.

E, como se sentissem fatigados, resolveram repousar algumas horas à sombra
acolhedora do lajedo que ostentava bem no alto a honrosa inscrição.

Sentados, pois, na areia clara, puseram-se a conversar.

Eis que, por um motivo fútil, surge, de repente, grave desavença entre os dois
companheiros. Discordaram. Discutiram. Nagib, exaltado, num ímpeto de cólera,
esbofeteou, brutalmente, o amigo. Que fez Mussa? Que farias tu, em seu lugar?

Mussa não revidou a ofensa. Ergueu-se e, tomando, tranqüilo, o seu bastão, escreveu
na areia clara, ao pé do negro rochedo:

"Viandante ! Neste lugar, durante uma jornada, Nagib, por motivo fútil, injuriou,
gravemente, o seu amigo Mussa".

Surpreendido com o estranho proceder, um dos ajudantes de Mussa observou
respeitoso:

- Senhor ! Da primeira vez, para exaltar a abnegação de Nagib, mandaste gravar,
para sempre, na pedra, o feito heróico. E agora, que ele acaba de ofender-vos, tão
gravemente, vós vos limitais a escrever na areia incerta, o ato de covardia! A primeira
legenda, ó cheique, ficará para sempre.

Todos os que transitarem por este sítio dela terão notícia. Esta outra, porém, riscada no
tapete de areia, antes do cair da tarde, terá desaparecido, como um traço de
espumas entre as ondas buliçosas do mar.

Respondeu Mussa:

- É que o benefício que recebi de Nagib permanecerá, para sempre, em meu
coração. Mas a injúria. . . essa negra injúria... escrevo-a na areia, com um voto, para
que, se depressa daqui se apagar e desaparecer, mais depressa, ainda, desapareça
e se apague de minha lembrança!

- Assim é, meu amigo! Aprende a gravar, na pedra, os favores que receberes, os
benefícios que te fizerem, as palavras de carinho, simpatia e estímulo que ouvires.
Aprende, porém, a escrever, na areia, as injúrias, as ingratidões, as perfídias e as ironias
que te ferirem pela estrada agreste da vida.

Aprende a gravar, assim, na pedra; aprende a escrever, assim, na areia... e serás feliz !
Malba Tahan

DRUBI-FILHO, B. Resistência ao cisalhamento de bráquetes ortodônticos após envelhecimento artificial acelerado. Ribeirão Preto, 2011. 62p. Dissertação (Mestrado em Reabilitação Oral). Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São.

RESUMO

O propósito deste estudo foi comparar a resistência ao cisalhamento (RC) e o índice de remanescente adesivo (IRA) após Envelhecimento Artificial Acelerado (EAA) de bráquetes ortodônticos metálicos fixados com compósitos autopolimerizável (Concise Ortodôntico - CS, 3M Unitek) e fotoativado (Transbond Plus Color Change - TPCC, 3M Unitek) com diferentes tratamentos de superfície do esmalte. Foram selecionados 60 pré-molares humanos recém extraídos, que tiveram suas raízes embutidas em resina acrílica ativada quimicamente de forma que a face vestibular ficasse perpendicular ao plano horizontal. Estas foram limpas com pedra pomes e água por 10 segundos, lavadas e secas. Os dentes foram separados aleatoriamente em 5 grupos (n=12), segundo o tipo de tratamento de superfície do esmalte, e do compósito utilizado para fixação dos bráquetes: Grupo I - ácido fosfórico a 37% (Dental Gel, Dentsply) e CS; Grupo II - ácido fosfórico a 37% + Primer e CS; Grupo III - ácido fosfórico a 37% e TPCC; Grupo IV - ácido fosfórico a 37% + XT Primer (3M Unitek) e TPCC; e Grupo V – Transbond Plus Self Etching Primer - SEP (3M Unitek) e TPCC. Após 24h da colagem dos bráquetes, metade das amostras de cada grupo (n=6) foi submetida ao EAA por 960 horas. Todas as amostras foram submetidas ao ensaio de resistência ao cisalhamento com cinzel em máquina universal de ensaios (DL 200, EMIC) na velocidade de 0,5 mm/min. Após a descolagem dos bráquetes, causada pelo teste de resistência ao cisalhamento, o IRA foi avaliado em lupa (10X) e quantificado a partir de escore (0-3). Os dados foram analisados estatisticamente (2-way ANOVA, Bonferroni, $p < 0,05$) e verificou-se que não houve diferença estatisticamente significativa entre os Grupos em função do EAA ($p > 0,05$). Quando comparados os sistemas adesivos utilizados, verificou-se que o Grupo II sem EAA, apresentou a maior média de RC, resultado estatisticamente significativo ($p < 0,05$) em relação aos grupos III e V, que apresentou a menor média de RC. Quanto ao IRA, todos os grupos sem EAA apresentaram maior frequência do índice 3. Com EAA, houve aumento de frequência dos índices 1 e 2. Concluiu-se que o EAA não influenciou a RC de bráquetes ao dente, mas diminuiu a área de remanescente adesivo sobre o dente.

Palavras-Chave: Compósito, Bráquetes ortodônticos, Sistemas adesivos, Envelhecimento artificial acelerado.

DRUBI-FILHO, B. Shear bond strength of orthodontic brackets after accelerated artificial aging. Ribeirão Preto, 2011. 62p. Dissertation (Master's Degree in Oral Rehabilitation). Ribeirão Preto School of Dentistry, University of São Paulo, Brazil.

ABSTRACT

The purpose of this study was to compare the shear bond strength (SBS) and the adhesive remnant index (ARI) after Accelerated Artificial Aging (AAA) of metal orthodontic brackets bonded with self-polymerizing (Concise Ortodôntico - CS, 3M Unitek) and light activated (Transbond Plus Color Change - TPCC, 3M Unitek) composites, to enamel with different surface treatments. Sixty recently-extracted human premolars were selected. Their roots were embedded in chemically activated acrylic resin so that the vestibular face was perpendicular to the horizontal plane. They were cleaned with pumice stone and water for 10 seconds, washed and dried. The teeth were randomly separated into 5 groups (n=12), according to the type of enamel surface treatment, and composite used for bracket bonding: Group I - 37% phosphoric acid (Dental Gel, Dentsply) and CS; Group II - 37% phosphoric acid + Primer and CS; Group III - 37% phosphoric acid and TPCC; Group IV - 37% phosphoric acid + XT Primer (3M Unitek) and TPCC; and Group V – Transbond Plus Self Etching Primer - SEP (3M Unitek) and TPCC. Twenty-four hours after bracket bonding, half the samples from each group (n=6) were submitted to AAA for 960 hours. All the samples were submitted to shear bond strength testing with a chisel, in a Universal Test Machine (DL 200, EMIC) at a speed of 0.5 mm/min. After bracket debonding caused by the shear bond strength test, the ARI was evaluated under a loupe (10X) and quantified according to a score (0-3). Data were statistically analyzed (2-way ANOVA, Bonferroni, $p < 0.05$) and it was verified that there was no statistically significant difference among Groups as a function of AAA ($p > 0.05$). When comparing the adhesive systems used, it was verified that Group II without AAA showed the highest mean SBS, a statistically significant result ($p < 0.05$) in comparison with Groups III and V, which showed the lowest mean SBS. As regards ARI, all the groups without AAA showed higher frequency of Index 3. With AAA, there was increased frequency of indexes 1 and 2. It was concluded that AAA did not influence SBS of brackets to the tooth, but diminished the area of adhesive remnant on the tooth.

Key Words: Composite, Orthodontic Brackets, Adhesive Systems, Accelerated Artificial Aging.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01A	Dentes utilizados, vista oclusal	59
Figura 01B	Dentes utilizados, vista proximal	59
Figura 02	Dente centralizado no anel de PVC antes da inclusão	59
Figura 03	Paralelômetro utilizado para inclusão dos dentes em PVC	59
Figura 04	Face vestibular perpendicular ao plano horizontal	59
Figura 05	Preenchimento do interior do anel de PVC com resina acrílica autopolimerizável	59
Figura 06	Profilaxia dos dentes	60
Figura 07	Bráquetes Edgewise slot 22	60
Figura 08	Condicionamento ácido dos dentes	60
Figura 09	Base do bráquete preenchida com Concise Ortodôntico	60
Figura 10	Posicionamento do bráquete sobre o dente com compósito de cura química Concise Ortodôntico	60
Figura 11A	Preparo da resina A com a Resina B	60
Figura 11B	Aplicação do sistema adesivo	60
Figura 12A	Aplicação do compósito Transbond Plus Color Change	61
Figura 12B	Base do bráquete preenchida com TBCC	61
Figura 13	Posicionamento do bráquete sobre o dente com compósito TBPP	61
Figura 14	Fotoativador FlashLite 1401	61
Figura 15	Fotoativação das amostras	61
Figura 17	Aplicação do sistema adesivo autocondicionante Transbond Plus Self Etching Primer sobre o dente	61
Figura 18	Posicionamento dos bráquetes sobre os dentes com auxílio de Estrela de Boone	62

Figura 19	Aplicação de Agulha de Gillmore sobre o bráquete	62
Figura 20	Sistema de EAA para não metálicos	64
Figura 21	Fixação da amostra na placa para ser submetida ao EAA	64
Figura 22	Máquina universal de ensaios com amostra posicionada para cisalhamento	65
Figura 23	Amostra posicionada para cisalhamento	65
Figura 24	Lupa ICEL TL 1106 utilizada para análise do Índice de Remanescente de Adesivo	65
Figura 25	Amostra após cisalhamento com remanescente de adesivo aderido ao esmalte	65
Figura 26	Padrão de fratura coesivo	75
Figura 27	Padrão de fratura adesivo material/bráquete	75
Figura 28A	Padrão de fratura adesivo material/dente. Imagem do dente	75
Figura 28B	Imagem do bráquete, após falha, com remanescente adesivo aderido	75
Figura 29A	Fratura do esmalte ocorrida após cisalhamento. Imagem do dente ...	75
Figura 29B	Imagem do esmalte fraturado, com porção de dentina, e bráquete aderido ao dente	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Grupos analisados no estudo	57
Tabela 02 - Resultados em Kgf e MPa obtidos para resistência ao cisalhamento sem e com EAA	69
Tabela 03 - Comparação das Médias (MPa) (Desvio-padrão) da resistência ao cisalhamento sem EAA e com EAA (2-way ANOVA, teste de Bonferroni, $p < .05$) .	70
Tabela 04 - IRA e padrão de fratura nas amostras sem e com EAA	71
Tabela 05 - Distribuição da frequência do IRA (%) nas amostras antes e após EAA	72

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01	Comparação da resistência ao cisalhamento das amostras dos grupos sem e com EAA	70
Gráfico 02	Distribuição percentual dos IRA para amostras sem EAA	72
Gráfico 03	Distribuição percentual dos IRA para amostras com EAA	73
Gráfico 04	Distribuição percentual do padrão de fratura para amostras sem EAA	74
Gráfico 05	Distribuição percentual do padrão de fratura para amostras com EAA	74

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

RC	Resistencia ao cisalhamento
SBS	Shear bond strength
IRA	Índice de remanescente de adesivo
ARI	Adhesive remnant index
EAA	Envelhecimento artificial acelerado
AAA	Accelerated artificial aging
CS	Concise ortodontico / Concise orthodontic
TPCC	Transbond plus color change
TPSEP	Transbond plus self etching primer
SEP	Self etching primer
ANOVA	Análise de variância
MIP	Moisture insensitive primer
NM	Nanometros
MM/MIN	Milímetro por minuto
MM	Milímetro
a (mm²)	Área em milímetro quadrado
Kgf	Força em quilograma
MPa	MegaPascal

LISTA DE SÍMBOLOS

°C Grau Celsius

% Porcento

SUMÁRIO

Resumo	xix
Abstract	xxi
Lista de Figuras	xxiii
Lista de Tabelas	xxvii
Lista de Gráficos	xxix
Lista de Abreviaturas e Siglas	xxxii
Lista de Símbolos	xxxiii
1. Introdução	39
2. Proposição	51
3. Materiais e Métodos	55
3.1 Seleção dos dentes	55
3.2 Colagem dos bráquetes	58
3.3 Envelhecimento Artificial Acelerado	63
3.4 Teste de Cisalhamento	63
3.5 Índice de Remanescente do Adesivo	64
3.6 Análise estatística	65
4. Resultados	69
5. Discussão	81
6. Conclusão	89
7. Referências	93
8. Anexos	101

Introdução

1. INTRODUÇÃO

Antigamente a montagem de aparelho ortodôntico se dava primeiramente pela confecção de bandas que eram colocadas em todos os dentes do paciente, o que resultava em procedimentos trabalhosos, grande tempo gasto em consultas clínicas, desconforto do paciente, estética desfavorável e espaços interdentais remanescentes após remoção do aparelho. (1)

Com o uso do condicionamento ácido de esmalte e dentina previamente a inserção do material restaurador (2), se deu início à substituição das bandas pela fixação dos acessórios ortodônticos diretamente ao esmalte dental com uso de material adesivo. (3-5) A diminuição de custos que essa técnica propiciou, aliada ao desenvolvimento de novos desenhos das bases dos bráquetes, facilitou a mecânica ortodôntica para os profissionais bem como um maior acesso de pacientes aptos ao tratamento ortodôntico. (6)

A colagem direta do acessório ao dente permite maior controle da placa bacteriana proporcionado pela facilidade de limpeza dos acessórios e conseqüentemente, maior controle da inflamação gengival, menor descalcificação de esmalte e maior estética. Além destas vantagens, tal técnica permite ao cirurgião-dentista detectar lesões de cárie com maior facilidade, eliminar sessões de separações de dentes e diminuir o tempo de atendimento clínico. (1, 7, 8) Porém, esta técnica deve ser seguida de maneira criteriosa e ordenada, a fim de não comprometer a resistência de união do acessório ao esmalte. (9)

Os procedimentos clássicos necessários para colagem dos acessórios diretamente aos dentes constituem em: profilaxia, condicionamento ácido do esmalte, aplicação de primer, aplicação do compósito ao acessório e colagem deste ao dente, acarretando em

difficuldade no controle da umidade, conseqüente contaminação da região e falha na resistência de união entre acessório/dente/material de colagem. (9)

Compósitos são na atualidade os materiais mais utilizados para colagem de acessórios ortodônticos na estrutura dental. (6, 10) Podem ser autopolimerizáveis ou fotoativados e, para permitir união adequada do acessório ao dente, necessitam de um tratamento de superfície para que não ocorram falhas de união.

Grandhi *et al* (2001) (11) avaliaram a resistência de união de bráquetes metálicos aderidos a esmalte com adesivos convencionais (Concise primer/adesivo e Transbond XT primer) e simplificado (Transbond MIP), em meio seco e contaminado (saliva e água) colados com compósitos autopolimerizável (Concise) e fotoativado (Transbond XT). O maior índice da resistência de união foi obtido com Concise e primer convencional. Essa combinação apresentou também a menor resistência de união em meios contaminados. Os grupos que receberam MIP com Transbond XT apresentaram índices aceitáveis de resistência de união, sendo o compósito indicado pelos autores do estudo para fixação adequada, devido ao melhor comportamento em ambientes contaminados com saliva. Esses resultados contrastam com os encontrados por Vicente *et al* (2010) (12), que utilizaram os mesmos compósitos para fixação de bráquetes metálicos, em meio seco e contaminado por água. Segundo os autores, não houve diferença estatisticamente significativa para qualquer tipo de compósito, nem para qualquer tipo de sistema adesivo, tanto em meio seco quanto úmido, exceto quando utilizado o sistema SmartBond em meio seco, que apresentou resultado estatisticamente inferior aos demais grupos.

Buonocore (1955) (2) foi o primeiro a descrever a técnica adesiva direta, que permitiu grande desenvolvimento da técnica de fixação ortodôntica. Atualmente, com a simplificação dos sistemas adesivos em 2 passos (autocondicionante ou não) ou mesmo

o de um passo autocondicionante, é possível uma redução do tempo clínico de atendimento dos pacientes (13) em razão da diminuição dos passos clínicos necessários para a adequada fixação dos bráquetes sobre os dentes. Entretanto, há controvérsias quanto à eficiência desses materiais em comparação aos conhecidos como convencionais.

Arnold *et al* (2002) (14) compararam a resistência de união de bráquetes metálicos colados com adesivo autocondicionante (Transbond Plus Self Etching Primer – SEP), com sistema adesivo de 3 passos (Scotchbond). Para isso, utilizaram 48 dentes que foram separados em 4 grupos (n=12); sendo Grupo 1 - grupo controle onde os bráquetes foram colados de forma convencional com condicionamento ácido prévio à aplicação de primer Transbond XT, seguidos da colocação do compósito fotoativado Transbond XT ao bráquete e posterior fixação ao dente; no grupo 2 os acessórios foram fixados aos dentes após 15 segundos da aplicação do SEP; no grupo 3 o intervalo entre a aplicação do SEP e a fixação dos acessórios foi de 2 minutos e no grupo 4 o intervalo foi de 10 minutos. Os resultados obtidos não apresentaram diferenças significantes entre os grupos em relação ao primer aplicado, quando comparado ao grupo controle, nem em relação ao intervalo entre a aplicação do primer e a fixação do acessório ao dente.

Mavropoulos *et al* (2003) (15) avaliaram a resistência ao cisalhamento de bráquetes metálicos colados *in vivo* usando adesivo simplificado hidrofílico (Transbond MIP) com compósito autoativado (Unite) e compósito fotoativado (Assure). Foram colados 436 bráquetes em todos os dentes, exceto molares, de 25 pacientes, sendo que metade dos bráquetes foram colados com Transbond MIP e Unite, e a outra metade com Assure. As quebras dos bráquetes foram acompanhadas por 9 meses e os autores constataram que os bráquetes colados com Assure apresentaram falha adesiva em 13,8% enquanto os bráquetes colados com Transbond MIP e Unite apresentaram falha de

7,3%. Concluíram que a associação de um compósito autopolimerizado com adesivo simplificado é clinicamente aceitável nas condições avaliadas.

Rajagopal *et al* (2004) (16) compararam a resistência ao cisalhamento e o índice de remanescente adesivo de 3 tipos de sistemas adesivos convencional (Transbond XT) e simplificados (Transbond MIP e Transbond SEP). Os autores utilizaram 120 dentes humanos hígidos recém extraídos por indicação ortodôntica, que tiveram suas raízes incluídas em tubos de PVC (35x9x9 mm) com resina acrílica autopolimerizável e foram separados aleatoriamente em 6 grupos (n=20), de acordo com o tipo de sistema utilizado e a presença ou ausência de contaminação da superfície com saliva. O SEP apresentou as melhores condições de resistência tanto em superfícies secas ou contaminadas. O primer convencional não apresentou bons resultados em superfícies molhadas, com menor resistência que MIP e SEP nessa situação.

Bishara *et al* (2006) (17) avaliaram a resistência ao cisalhamento de bráquetes colados *in vitro* utilizando dois sistemas adesivos simplificados. Para isso, utilizaram 40 molares recém extraídos, divididos aleatoriamente em dois grupos: Grupo 1 (controle) que utilizou Transbond Plus SEP com compósito autoativado (Transbond XT) e Grupo 2, em que foi utilizado cimento adesivo autocondicionante (Maxcem). Os autores concluíram que houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos, resultando em maior resistência ao cisalhamento do Grupo 1 (5.9 +- 2.7 MPa) em relação ao Grupo 2 (3.1 +- 1.7 MPa). Utilizando o Índice de Remanescente Adesivo modificado, os autores encontraram diferença estatisticamente significativa entre os grupos, com maior incidência de falha na interface bráquete/material no Grupo 2, com a maioria do remanescente presente na base do bráquete. Vale ressaltar que o cimento adesivo Maxcem não tem indicação ortodôntica, porém tem indicação para inlays com base metálica.

Cal-Neto *et al* (2006) (10) avaliaram a resistência ao cisalhamento de bráquetes metálicos convencionais e revestidos de compósito, colados *in vivo* com sistema adesivo simplificado e convencional. Para isso, fizeram a fixação dos bráquetes em 4 pré-molares de 23 pacientes, de 4 maneiras diferentes: Grupo 1 (controle) - condicionamento ácido do esmalte com ácido fosfórico a 37% + primer (Transbond XT) + compósito fotoativado (Transbond XT, 3M Unitek); Grupo 2 - condicionamento ácido do esmalte com ácido fosfórico a 37% + bráquete revestido de compósito (APC, 3M Unitek) fixado com primer (Transbond XT); Grupo 3 - Transbond Plus SEP (3M Unitek) + compósito fotoativado (Transbond XT) + bráquete convencional; Grupo 4 - Transbond Plus SEP + bráquete revestido com compósito (APC II). Não foi detectada diferença estatisticamente significante entre bráquetes fixados nos grupos de adesivos autocondicionantes ou com condicionamento ácido prévio, entretanto encontraram diferenças significantes entre bráquetes já revestidos com compósitos e os não revestidos. O grupo 1 apresentou maior resistência ao cisalhamento (11.35 MPa) e o grupo 2 apresentou menor resistência (9.77 MPa). O índice de remanescente adesivo (IRA) não apresentou diferença estatisticamente significante entre os grupos. Os autores concluíram que não houve diferença ao usar sistema adesivo convencional ou adesivo simplificado; sugeriram que o uso do adesivo simplificado em bráquetes revestidos com compósitos proporcionam adequada resistência ao cisalhamento; e apresentaram diferença de resistência ao cisalhamento em bráquetes revestidos e não revestidos por compósitos.

Attar *et al* (2007) (6) avaliaram os efeitos de sistema adesivo autocondicionante de passo único, de 2 passos e convencional sobre a resistência ao cisalhamento de bráquetes metálicos. Para isso, dividiram 42 pré-molares em 3 grupos (n=14), de acordo com o sistema adesivo utilizado: Grupo 1 (controle) - condicionamento ácido (40%) +

sistema adesivo fotoativado (Kurasper F Bond); Grupo 2 - Sistema adesivo autocondicionante de 2 passos (Clearfil Protect Bond); Grupo 3 - sistema adesivo autocondicionante de passo único (Clearfil tri-S Bond). Os bráquetes metálicos foram fixados com compósito fotoativado (Kurasper F Paste) em todas as amostras. Não houve diferença estatisticamente significativa na resistência ao cisalhamento entre os grupos estudados. O índice de remanescente adesivo modificado (IRA) apresentou falha predominante na interface bráquete/material em todos os grupos. Os autores concluíram que os adesivos autocondicionantes de passo único e de 2 passos apresentam propriedades mecânicas satisfatórias para colagem de bráquetes ortodônticos.

Faltermeier *et al.* (2007) (18) compararam *in vitro* a resistência ao cisalhamento de bráquetes fixados com primer convencional (Transbond XT) e primer simplificado hidrofílico (Transbond MIP), em ambientes contaminados por sangue, saliva e gel remanescente do condicionamento ácido, comparando com bráquetes fixados em ambiente livre de contaminação e umidade. Para isso, utilizaram 80 terceiros molares, separados aleatoriamente em 8 grupos (n=10), segundo o tipo de compósito e ambiente estudados. As amostras foram submetidas a envelhecimento artificial acelerado para simular a umidade e as alterações de temperaturas, em 6000 ciclos alternando a cada 2 minutos sprays de água destilada a 55°C e a 5°C, para que em seguida os testes de cisalhamento fossem realizados, em máquina universal de ensaios. As amostras que receberam o primer XT em ambiente umidificado com sangue e saliva apresentaram diferença estatisticamente significativa de resistência ao cisalhamento, com índices mais baixos entre os grupos. O grupo que recebeu o MIP em ambiente umidificado por sangue também apresentou redução na resistência ao cisalhamento. Os autores concluíram que, ao se prever que o campo de trabalho terá umidade/contaminação,

deve-se usar um primer hidrofílico; e quando o campo estiver livre de contaminação e umidade pode-se optar por um primer hidrofílico ou hidrofóbico.

Abdelnaby & Al-Wakeel (2010) (19) avaliaram *in vitro* a resistência de bráquetes metálicos colados com diferentes sistemas adesivos, aplicando força imediatamente após a colagem dos mesmos. Os autores não encontraram diferença estatisticamente significativa entre aplicação de força após a colagem dos bráquetes e o tipo de sistema adesivo utilizado.

Turkkahraman *et al* (2010) (20) avaliaram *in vitro* a resistência ao cisalhamento de 3 compósitos que alteram cor (Transbond Plus Color Change, Grangloo e Blugloo) em relação a compósito convencional fotoativado (Light Bond) Os autores encontraram resistência ao cisalhamento clinicamente aceitável para todos os grupos e concluíram que os novos compósitos que alteram cor após sua fotoativação podem ser usados em ortodontia.

Outro material desenvolvido para uso ortodôntico é o compósito Transbond Plus Color Change (TPCC) que se apresenta na cor rosa com o objetivo de facilitar a remoção de excessos após a inserção e pressão do acessório ortodôntico sobre o dente. Após sua fotoativação o material tem sua cor alterada, se assemelhando à cor da estrutura dental. Esse compósito proporciona também liberação de flúor, o que contribui para redução dos índices de lesão de cárie durante o tratamento ortodôntico. (21)

Sabe-se que o envelhecimento artificial acelerado (EAA) é um agente causador de degradação de compósitos. (22-25) Porém, não há na literatura relatos de estudos que analisam a resistência adesiva após envelhecimento da união bráquete/dente, verificando sua longevidade e integridade ao longo do tratamento ortodôntico. Esse conhecimento é importante para correlacionar melhor as situações *in vitro* às situações

in vivo presentes na cavidade oral, apesar de se conhecer as limitações de qualquer método de estudo *in vitro*.

Proposição

2. PROPOSIÇÃO

O objetivo desse estudo foi avaliar *in vitro* a resistência ao cisalhamento e o índice de remanescente adesivo após EAA de bráquetes ortodônticos metálicos colados com compósitos autopolimerizável e fotoativado com diferentes tratamentos da superfície do esmalte. A hipótese nula testada foi que não haveria diferença na resistência ao cisalhamento, independente do tipo de compósito utilizado e tratamento de superfície estudado.

Materiais e Métodos

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Seleção dos dentes

Para o desenvolvimento deste estudo foram selecionados 60 dentes humanos (primeiros pré-molares superiores) recém-extraídos com indicação para tratamento ortodôntico (Figura 1), provenientes do Banco de Dentes Humanos da FORP/USP, com aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (Processo nº 2010.1.1136.58.7). Os critérios de inclusão dos dentes foram: os elementos selecionados não poderiam apresentar cáries e deviam apresentar superfície de esmalte intacta, sem qualquer alteração, seja por agentes químicos, como peróxido de carbamida ou hidrogênio, ou mecânica, como rachaduras e fissuras provenientes de forças excessivas durante o processo de extração. Após extração, os dentes foram limpos com curetas periodontais, e imersos em solução de timol a 0,1% por 7 dias para desinfecção. Em seguida, foram lavados em água corrente e armazenados em água destilada a 6°C até o preparo das amostras.

Em seguida, os dentes foram incluídos em anéis de PVC (Tigre, Joinville, SC, Brasil) com dimensões de 20 mm de altura x 20 mm de diâmetro interno. Na região inferior do anel foram adaptadas 2 placas sobrepostas de cera utilidade (New Wax, Technew Comércio e Indústria Ltda, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) para que o dente fosse posicionado no centro (Figura 2). O conjunto foi levado sobre mesa reclinável de paralelômetro (Bio Art B2, Bio Art, São Carlos, SP, Brasil) para posicionamento do dente com a face vestibular perpendicular ao plano horizontal (Figuras 3 e 4). Em seguida, os dentes foram incluídos com resina acrílica autopolimerizável (Vipi Flash, Vipi, Pirassununga, SP, Brasil), que foi colocada no interior do anel em pequenas porções preenchendo todo seu interior (Figura 5). Após polimerização da resina, a cera utilidade presente na porção inferior do anel foi retirada e esta foi preenchida com resina acrílica.

Foi realizada profilaxia dos dentes incluídos com pedra Pomes (SS White, Petrópolis, RJ, Brasil) e taça de borracha (Microdont Micro Usinagem, São Paulo, SP, Brasil) montados em baixa rotação (MRS 400, Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil) (Figura 6), utilizando-se uma taça de borracha para cada 5 dentes. Em seguida, os dentes foram lavados em água corrente e secos com jato de ar.

Os dentes foram separados aleatoriamente em 5 grupos (n=6) segundo o tipo de tratamento da superfície do esmalte e compósitos utilizados para fixação dos bráquetes, conforme descrito na Tabela 1.

Tabela 1 - Grupos analisados no estudo.

Grupos	Compósito	Tratamento do esmalte
1	Concise Ortodôntico (3M Unitek, Monrovia, CA, EUA)	Ácido fosfórico a 37% (3M Unitek, Monrovia, CA, EUA)
2	Concise Ortodôntico	Ácido fosfórico a 37% + primer + adesivo de cura química (Concise Ortodôntico)
3	Transbond Plus Color Change (3M Unitek, Monrovia, CA, EUA)	Ácido fosfórico a 37% (Acid Gel, Villevie, Joinville, SC, Brasil)
4	Transbond Plus Color Change	Ácido fosfórico a 37% + XT Primer (Agente de união Transbond XT, 3M Unitek, Monrovia, CA, EUA)
5	Transbond Plus Color Change	Transbond Plus Self Etching Primer (3M Unitek, Monrovia, CA, EUA)

3.2 Colagem dos Bráquetes

Foram utilizados 60 bráquetes metálicos, Padrão Edgewise Slot 22” (Morelli Ortodontia, Sorocaba, SP, Brasil), com área de base total de 12,9 mm² (Figura 7).

Para colagem dos bráquetes nas amostras do Grupo 1, a face vestibular dos dentes foi submetida a condicionamento ácido por 60 segundos (Figura 8), lavagem por 30 segundos com água e secos com jato de ar comprimido.

Toda base do bráquete foi preenchida pelo compósito de cura química Concise (Figuras 9), obtido pela mistura das pastas A e B e, em seguida, foi feita a fixação nos dentes (Figura 10). No Grupo 2, o tratamento do esmalte foi realizado da mesma forma que no Grupo 1, acrescido ao uso de primer e adesivo de cura química (Figuras 11) que compõem o kit Concise Ortodôntico. Após polimerização do sistema adesivo, a fixação dos bráquetes foi realizada com Concise Ortodôntico.

As faces vestibulares das amostras do Grupo 3 foram condicionadas com ácido fosfórico a 37% por 60 segundos, lavadas por 30 segundos com água e secos com jato de ar comprimido. A fixação dos bráquetes se deu por meio do preenchimento de toda a base do bráquete pelo compósito Transbond Plus Color Change (Figura 12), que em seguida foi posicionado sobre a face vestibular dos dentes (Figura 13) e fotoativado (FlashLite 1401, Discus Dental - Culver City, CA, USA, intensidade de luz ≥ 1100 mW/cm² e comprimento de onda na faixa entre 460 e 480 nm - Figura 14) por 10 segundos, sendo 5 segundos pela região cervical e 5 segundos pela região oclusal, de acordo com orientações do fabricante (Figura 15). As amostras do Grupo 4 foram preparadas da mesma maneira que as amostras do Grupo 3, adicionando-se a utilização de agente de união XT Primer. Dessa maneira, com auxílio de aplicador descartável KG Brush (KG Sorensen, Cotia, SP, Brasil) o agente de união foi aplicado e fotoativado por

10 segundos, segundo orientações do fabricante (Figura 16). A fixação dos bráquetes foi realizada da mesma forma que no Grupo 3.

Figura 1 - Dentes utilizados no estudo; A) Vista oclusal, B) Vista proximal

Figura 2 - Dente centralizado no anel de PVC antes da inclusão

Figura 3 - Paralelômetro utilizado para inclusão dos dentes em PVC

Figura 4 - Face vestibular perpendicular ao plano horizontal

Figura 5 - Preenchimento do interior do anel de PVC com resina acrílica autopolimerizável

Figura 6 - Profilaxia dos dentes

Figura 7 - Bráquetes Edgewise slot 22

Figura 8 - Condicionamento ácido do dente

Figura 9 - Base do bráquete preenchida com Concise Ortodôntico

Figura 10 - Posicionamento do bráquete sobre o dente com compósito de cura química Concise Ortodôntico

Figura 11 - A) Preparo da resina A com a Resina B; B) Aplicação do sistema adesivo

Figura 12 - A) Aplicação do compósito Transbond Plus Color Change; B) Base do bráquete preenchida com TPCC

Figura 13 - Posicionamento do bráquete sobre o dente com compósito TPCC

Figura 14 - Fotoativador FlashLite 1401

Figura 15 - Fotoativação das amostras

Figura 16 - Aplicação do agente de união XT Primer

Figura 17 - Aplicação do sistema adesivo autocondicionante Transbond Plus Self Etching Primer sobre o dente

As amostras do Grupo 5 receberam sistema adesivo autocondicionante Transbond Plus Self Etching Primer (TPSEP), aplicado sobre a face vestibular dos dentes por 3 segundos, com movimentos rotatórios, com o aplicador que acompanha o produto (Figura 17). Após aplicação do sistema adesivo, as amostras foram expostas a leve jato de ar comprimido livre de óleo e umidade, por cerca de 2 segundos, afim de proporcionar secagem do primer e formação de fina camada do mesmo. A fixação dos bráquetes foi realizada de forma semelhante aos Grupos 3 e 4.

Em todos os grupos a fixação dos bráquetes foi feita com auxílio de pinça ortodôntica (Morelli Ortodontia, Sorocaba, SP, Brasil) que posicionou o bráquete na face vestibular do dente, seguindo o longo eixo delimitado pela cúspide vestibular. A altura do bráquete em relação ao dente foi delimitada em 3,5 mm com uso da Estrela de Boone (Morelli Ortodontia, Sorocaba, SP, Brasil – Figura 18). O bráquete foi pressionado sobre o dente com o auxílio de uma Agulha de Gillmore (450 g) por 5 segundos, a fim de padronizar a força exercida e o tempo de aplicação da carga de fixação (Figura 19). O excesso de compósito foi retirado das extremidades do bráquete com sonda exploradora nº 5 (SS White Duflex, Rio de Janeiro, RJ, Brasil). Após colagem dos bráquetes, as amostras foram imersas em água destilada e mantidas em estufa a 37°C por 24 horas, simulando a temperatura da cavidade oral.

Figura 18 - Posicionamento dos bráquetes

Figura 19 – Aplicação de Agulha de Gillmore

sobre os dentes com auxílio de Estrela de
Boone

sobre o bráquete

3.3 Envelhecimento Artificial Acelerado

Metade das amostras de cada grupo (n=6) foi submetida ao procedimento de Envelhecimento Artificial Acelerado (EAA) para não-metálicos C-UV (Comexim Matérias Primas Ltda, São Paulo, SP, Brasil - Figura 20). O sistema de EAA simula forças da natureza predizendo a durabilidade relativa dos materiais expostos às intempéries. A chuva e a neblina são simuladas pelo processo de condensação da água destilada saturada, e o oxigênio, gerado pelo sistema. Os efeitos da luz do sol, onde apenas 1% da radiação provoca degradação, são simuladas por uma rede de oito fontes de luz UV-B composta por tubos fluorescentes de 40 watts com emissão concentrada na região ultravioleta B, com radiação concentrada em 280/320 nm, como na natureza. A temperatura de exposição é controlada automaticamente de acordo com os programas estabelecidos para ciclos UV/condensação.

As amostras foram fixadas às placas metálicas do aparelho com adesivo de silicone em gel (Polystic, Pulvitec do Brasil Ind. Com. de Colas e Adesivos Ltda., Jaguaré, SP, Brasil), e posicionadas a 50 mm de distância da fonte de luz (Figura 21). O programa de envelhecimento estabelecido para o estudo foi de 4 horas de exposição à UV-B a 50°C e 4 horas de condensação a 50° C, até totalizar 960 horas, que correspondem a 2 anos de uso clínico do material. (26)

3.4 Teste de Cisalhamento

O teste de cisalhamento foi realizado em máquina universal de ensaios (DL 200, EMIC, São José dos Pinhais, PR, Brasil - Figura 22), em velocidade de 0,5mm/min. As

amostras foram posicionadas na base do equipamento e um cinzel foi aplicado paralelamente ao longo eixo do dente, na interface dente/bráquete (Figura 23). A força necessária para descolar o bráquete foi registrada em Kg/F e para cálculo da tensão foi utilizada a seguinte fórmula: $Tensão = F \text{ (kgf)} / a \text{ (mm}^2\text{)}$, onde “F” corresponde à força máxima para descolagem do bráquete e “a” a área do bráquete. Os valores em MPa foram obtidos a partir da multiplicação de F por 9,81.

Figura 20 - Sistema de EAA para não metálicos

Figura 21 - Fixação da amostra na placa para ser submetida ao EAA

3.5 Índice de Remanescente do Adesivo

Feita a descolagem do bráquete, a superfície vestibular dos dentes foi examinada em lupa (Lupa ICEL TL 1106, Manaus, AM, Brasil) com aumento de 10 x (Figura 24), para quantificação do Índice de Remanescente do Adesivo (IRA) aderido ao esmalte (Figura 25) segundo a classificação estabelecida por Artun & Bergland (1984) (27):

- 0: sem adesivo na superfície;
- 1: menos da metade da superfície com adesivo;
- 2: mais da metade da superfície com adesivo;

3: toda superfície do esmalte com remanescente de adesivo, com impressão distinta da malha do bráquete sobre o adesivo.

3.6 Análise Estatística

Os dados obtidos nos testes de cisalhamento foram comparados estatisticamente utilizando 2-way ANOVA (fatores de variação: envelhecimento e associação compósitos/sistemas adesivos), teste de Bonferroni com nível de significância de 95%, utilizando programa Graphpad Prism 5 (GraphPad Software, La Jolla, CA, EUA).

Figura 22 - Máquina universal de ensaios com amostra posicionada para cisalhamento

Figura 23 - Amostra posicionada para cisalhamento

Figura 24 - Lupa ICCEL TL 1106 utilizada para análise do Índice de Remanescente de Adesivo

Figura 25 - Amostra após cisalhamento com remanescente de adesivo aderido ao esmalte

Resultados

4. RESULTADOS

Os valores obtidos para resistência ao cisalhamento (RC), sem EAA e após EAA, podem ser vistos na Tabela 2. A partir desses valores, foi calculada a resistência ao cisalhamento média e desvios-padrão para cada grupo de estudo (Tabela 3), que foram submetidas à análise estatística 2-way ANOVA (teste de Bonferroni, nível de significância 95%).

Tabela 2 – Resultados em Kgf e MPa obtidos para resistência ao cisalhamento sem e com EAA.

		Cisalhamento sem envelhecimento		Cisalhamento com envelhecimento	
		Kgf	MPa	Kgf	MPa
G1	1	10.13	7.68	12.6	9.56
	2	15.52	11.77	29.5	22.37
	3	24.39	18.49	11.75	8.91
	4	33.98	25.77	24.79	18.8
	5	26.49	20.09	29.04	22.03
	6	34.49	26.16	20.87	15.83
G2	1	42.62	32.32	25.23	19.14
	2	35.93	27.25	27.2	20.63
	3	23.84	18.08	23.4	17.74
	4	35.47	26.9	29.16	22.12
	5	21.63	16.41	18.74	14.22
	6	25.4	19.26	20.03	15.19
G3	1	14.83	11.25	17.43	13.22
	2	14.4	10.92	16.64	12.62
	3	9.32	7.07	12.84	9.74
	4	10.86	8.24	8.74	6.63
	5	23.55	17.86	10.61	8.05
	6	11.95	9.06	16.65	12.63
G4	1	19.93	15.12	13.27	10.06
	2	18.43	13.98	22.2	16.84
	3	18.29	13.87	17	12.89
	4	20.83	15.8	31.3	23.74
	5	26.49	20.09	31.3	23.74
	6	14.76	11.2	15.23	11.55
G5	1	18.21	13.81	7.07	5.36
	2	13.4	10.17	17.53	13.3
	3	15.66	11.88	20.39	15.47
	4	12.04	9.13	23.25	17.64
	5	7.02	5.33	9.05	6.87
	6	11.92	9.04	4.26	3.23

Tabela 3 – Comparação das Médias (MPa) (Desvio-padrão) da resistência ao cisalhamento sem EAA e com EAA (2-way ANOVA, teste de Bonferroni, $p < .05$).

	Sem EAA	Com EAA
G1	18,33 (7,43) AB	16,25 (5,94) A
G2	23,37 (6,34) A	18,17 (3,08) A
G3	10,73 (3,84) B	10,48 (2,76) A
G4	15,01 (2,94) AB	16,47 (6,06) A
G5	9,89 (4,68) B	10,31 (5,93) A

Letras diferentes na coluna indicam diferenças estatisticamente significantes ($p < 0,05$). Não houve diferença estatisticamente significativa entre os Grupos sem EAA e com EAA ($p > 0,05$).

Não houve diferença estatisticamente significativa entre os Grupos sem EAA e com EAA ($p > 0,05$). Quando comparados os sistemas adesivos utilizados, verificou-se que o grupo 2 sem EAA, apresentou a maior média de RC, resultado estatisticamente significativo ($p < 0,05$) em relação aos grupos 3 e 5, que apresentou a menor média de RC. O Gráfico 1 permite uma melhor visualização da comparação das médias de RC.

Gráfico 1. Comparação da resistência ao cisalhamento das amostras dos grupos sem e com EAA.

O Índice de Remanescente do Adesivo (IRA) e o padrão de fratura ocorrido após testes de cisalhamento nas amostras estão na Tabela 4. A partir desses dados, foi calculada a distribuição da frequência do IRA, em porcentagem, nas amostras sem e com EAA (Tabela 5).

Tabela 4 - IRA e padrão de fratura nas amostras sem e com EAA.

Sem EAA			Com EAA		
	IRA	Padrão de fratura	IRA	Padrão de fratura	
G1	1	0	2	Coesivo	
	2	3	3	Fratura de esmalte	
	3	3	2	Coesivo	
	4	3	3	Fratura de esmalte	
	5	3	3	Fratura de esmalte	
	6	3	3	Fratura de esmalte	
G2	1	3	0	Adesivo material/dente	
	2	1	1	Fratura de esmalte	
	3	3	3	Fratura de esmalte	
	4	3	3	Adesivo material/bráquete	
	5	3	3	Fratura de esmalte	
	6	3	3	Fratura de esmalte	
G3	1	1	1	Coesivo	
	2	2	1	Coesivo	
	3	2	2	Coesivo	
	4	3	2	Coesivo	
	5	3	1	Coesivo	
	6	3	2	Fratura de esmalte	
G4	1	3	3	Fratura de esmalte	
	2	3	3	Fratura de esmalte	
	3	2	3	Fratura de esmalte	
	4	3	1	Coesivo	
	5	3	1	Coesivo	
	6	3	3	Adesivo material/bráquete	
G5	1	3	3	Fratura de esmalte	
	2	3	2	Coesivo	
	3	3	2	Coesivo	
	4	3	1	Coesivo	
	5	1	2	Coesivo	
	6	1	2	Coesivo	

Tabela 5 - Distribuição da frequência do IRA (%) nas amostras antes e após EAA.

	Sem EAA				Com EAA			
	0	1	2	3	0	1	2	3
G1	17%	0%	0%	83%	0%	0%	33%	67%
G2	0%	17%	0%	83%	0%	33%	0%	67%
G3	0%	17%	33%	50%	0%	50%	50%	0%
G4	0%	0%	17%	83%	0%	33%	0%	67%
G5	0%	33%	0%	67%	0%	33%	67%	0%

O índice 3 foi o mais prevalente em todos os grupos, com exceção do Grupo 3, com EAA, que apresentou IRA 1 e 2 (50%). Somente uma amostra do Grupo 1 (17%) apresentou IRA zero. Nos demais grupos, esse índice não foi encontrado. Sem EAA, todos os grupos apresentaram frequência igual ou superior a 50% no índice 3. Com EAA, houve diminuição na frequência deste índice, com aumento na frequência de índice 1 e 2. Os Gráficos 2 e 3 permitem melhor visualização dos resultados descritos.

Gráfico 2 – Distribuição percentual dos IRA para amostras sem EAA.

Gráfico 3 – Distribuição percentual dos IRA para amostras com EAA.

Os padrões de fratura foram classificados em coesivo e adesivo (Tabela 4). Coesivo (Figura 26) quando após a remoção do bráquete havia adesivo remanescente na superfície do dente e do bráquete. O padrão de fratura adesivo foi subdividido em duas situações: adesivo material/bráquete (Figura 27), quando o adesivo remanescente ficava sobre a superfície do esmalte; e adesivo material/dente (Figura 28A), quando a superfície do esmalte não apresentava remanescente adesivo, ou seja, este permanecia aderido ao bráquete (Figura 28B). As distribuições dos padrões de fratura, sem EAA e com EAA podem ser vistas nos Gráficos 4 e 5. As Figuras 26 a 29 ilustram os tipos de padrões de fratura encontrados nos Grupos.

Gráfico 4 – Distribuição percentual do padrão de fratura para amostras sem EAA.

Gráfico 5 – Distribuição percentual do padrão de fratura para amostras com EAA.

Figura. 26 – Padrão de fratura coesivo

Figura 27 – Padrão de fratura adesivo material/bráquete

Figura 28 – Padrão de fratura adesivo material/dente. A) Imagem do dente após ensaio de cisalhamento; B) Imagem do bráquete, após falha, com remanescente adesivo aderido

Figura 29 – Fratura do esmalte ocorrida após cisalhamento. A) Imagem do dente; B) Imagem do esmalte fraturado, com porção de dentina, e bráquete aderido ao dente.

Sem EAA, a maior parte das amostras do Grupo 1 apresentou fratura do esmalte (Figura 29) no momento do cisalhamento. Apenas uma amostra apresentou falha adesiva material/dente e outra apresentou falha adesiva material/bráquete. Com EAA, a prevalência por fratura do esmalte permaneceu e houve fraturas coesivas em 2 amostras. Amostras do grupo 2 apresentaram comportamento semelhante.

As amostras do grupo 3 apresentaram, em sua maioria, padrão de fratura coesivo tanto sem como com EAA, diferentemente das amostras do grupo 4, que apresentaram prevalência de padrão de fratura adesivo material/bráquete sem EAA e fratura de esmalte com EAA.

As amostras do grupo 5, sem EAA, foram as que apresentaram igual prevalência para os três tipos de falhas. Após EAA, o padrão de fratura prevalente das amostras foi o coesivo.

Discussão

5. DISCUSSÃO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência ao cisalhamento e o Índice de Remanescente Adesivo após EAA de bráquetes ortodônticos metálicos colados com compósitos autopolimerizável e fotoativado, após diferentes tratamentos de superfície. Os resultados indicaram que o EAA não foi um fator determinante para a diminuição da união dente/bráquete, independente do tipo de compósito e tratamento de superfície utilizado. Houve diminuição na resistência em função do tipo de compósito e do sistema adesivo utilizado. Sendo assim, a hipótese nula testada pode ser somente parcialmente aceita.

A resistência de união mínima para suportar a força ortodôntica normal está em níveis entre 6 e 8 MPa. (28) Essa força deveria ser suficientemente alta para resistir à descolagem acidental do bráquete, mas também baixa para permitir a remoção do bráquete no final do tratamento, sem causar danos ou forças excessivas sobre o esmalte (29). No presente estudo, todos os grupos apresentaram resistência ao cisalhamento maior que esses níveis (Tabela 2), independente da utilização ou não de EAA, sendo que os menores valores aconteceram para amostras sem EAA, quando foi utilizado o compósito fotoativado com sistema adesivo de passo único, resultados estatisticamente semelhantes somente ao Grupo 3, que utilizou como tratamento de superfície o condicionamento ácido do esmalte. Esses resultados contrastam com os encontrados por Cal-Neto *et al* (2006). (10)

Uma justificativa para esse comportamento pode ser o menor pH dos primers ácidos, em comparação ao condicionamento ácido prévio, dos sistemas adesivos autocondicionantes (30, 31), apesar de autores não terem encontrado correlação entre a acidez do primer e resistência adesiva em esmalte intacto. (32) Além disso, pode haver

menor penetração do primer em condições secas, ou seja, por se tratar de um estudo *in vitro*, a utilização do primer ocorre sobre o esmalte seco, sem saliva ou qualquer tipo de contaminação. Como o primer é hidrofílico, diferente dos demais sistemas estudados, a penetração do infiltrado de resina seria menor, o que produziria menor resistência. (33-35) Além disso, segundo Bishara *et al* (2006) (17), o condicionamento ácido antes da utilização do primer é um procedimento adesivo que permite bom molhamento e penetração da resina na superfície do esmalte. O condicionamento permite uma desmineralização uniforme, tornando a superfície mais receptiva ao sistema adesivo (36). Os resultados do presente estudo concordam com estudos anteriores, em que primers autocondicionantes apresentaram menor resistência que os sistemas convencionais (12, 32, 37), com condicionamento ácido prévio.

Recentemente, tem sido proposta também a realização da adesão do bráquete com cimentos auto-adesivos, como Rely X e Unicem. Abdelnaby & Al-Wakeel (2010) (19) encontraram valores de resistência de união de 5,8MPa, inferiores a outros estudos que relataram valores de 8,2 e 7,1 MPa. (38, 39)

A natureza hidrofílica do primer autocondicionante poderia contribuir também com a diminuição da resistência da interface adesiva, devido à maior sorção de água desses materiais (36), resultando em uma maior taxa de descolamento de bráquetes. (40) A água é capaz de penetrar entre as cadeias poliméricas reduzindo a força da ligação das forças de van der Waals, reduzindo as propriedades mecânicas do compósito. (18, 41) Entretanto, como os resultados apresentados pelo sistema autocondicionante ainda estão dentro do mínimo desejável, sua vantagem seria a diminuição de passos clínicos para colagem dos bráquetes (42), o que se refletiria em produtividade.

O IRA permite visualizar o tipo de resistência adesiva que a ligação dente/bráquete apresenta, se adesiva ou coesiva. No presente estudo, o padrão de fratura

adesivo foi subdividido em duas situações: material/bráquete (remanescente sobre o esmalte) e material/dente (remanescente sobre o bráquete), em concordância com outros autores. (31) Nesse último caso, ela pode resultar de uma pequena penetração do primer devido à desmineralização reduzida do esmalte (36), o que pode resultar em uma menor dificuldade em remover o material remanescente da superfície do esmalte. (43)

O tipo de falha dos bráquetes depende de vários fatores, dentre eles a resistência coesiva do adesivo, a morfologia da base do bráquete e também dos valores de resistência de união conseguidos com a utilização dos sistemas adesivos. (31, 44) Vários estudos indicam que o uso de sistemas adesivos convencionais resulta principalmente em fraturas coesivas. (43, 45, 46) Materiais com uma baixa resistência de união ao esmalte tendem a descolar na interface adesiva/esmalte, ou seja, apresentar falhas adesivas material/dente, enquanto que materiais com alta resistência de união ao esmalte tendem a apresentar falhas coesivas ou adesivas material/bráquete. (9, 14, 44, 47) Os resultados do presente estudo contradizem esses achados, mas concordam com os achados de Abdelnaby and Al-Wakeel (2010) (19), segundo os quais houve uma tendência de ter menos adesivo residual na superfície do esmalte quando adesivos autocondicionantes foram utilizados.

Houve grande incidência de fratura do esmalte (Figura 29) em todos os grupos estudados, mesma situação encontrada por Türkkahraman *et al* (2010). (20) Segundo Zachrisson *et al* (1980) (48), há incidência de fraturas de esmalte em até 20.5% após descolamento do bráquete. Isso pode ser justificado pelos altos valores de resistência de união encontrados em todos os grupos, muito acima dos níveis aceitáveis. (28) Vários estudos relatam fraturas de esmalte após descolagem de bráquetes cujos valores de resistência adesiva atingem 20 MPa (49), 13,5 MPa (50), 10 MPa (51) ou 9,7 MPa. (52) A esses altos valores, associem-se possíveis defeitos na superfície do esmalte e a

direção da linha de fratura ao longo da interface esmalte/adesivo como fatores importantes que podem contribuir para aumentar o risco de fraturas de esmalte no descolamento. (53) Dessa forma, nesse estudo *in vitro*, em que foram utilizados dentes extraídos, defeitos no esmalte podem também ter sido causas para a alta incidência de fraturas do esmalte após descolamento.

O EAA não foi determinante para a diminuição da resistência adesiva dos bráquetes, para nenhum dos grupos, permitindo, quanto ao envelhecimento, aceitar a hipótese nula testada. Apesar da degradação que a luz UV proporciona sobre os compósitos (24, 25), sua ação não foi significativa provavelmente devido à pouca quantidade de compósito utilizado, bem como em razão dos altos valores de resistência de união inicialmente conseguidos. Mesmo com a ação do EAA, não houve redução significativa desses valores.

Outro fator que pode ter contribuído para essa situação é a proteção que o bráquete metálico pode ter oferecido ao compósito no momento do EAA, diminuindo a ação dos agentes de degradação (luz UV e umidade). Sabe-se também que a ação do EAA pode contribuir para o aumento do grau de conversão dos compósitos (54), como comprovado por Mundim *et al* (23), que obtiveram maior densidade de ligações cruzadas de compósitos submetidos a EAA, o que justificaria os altos valores de RC encontrados no presente estudo.

O fato de ser um estudo *in vitro*, é uma limitação da presente pesquisa, pois não corresponde totalmente à cavidade bucal. (55) Entretanto, estudos demonstraram que a resistência de união *in vivo* é significativamente menor que aquela medida *in vitro*, o que sugere que a contaminação com saliva antes da colagem, abusos do paciente e a força mastigatória podem contribuir para a diminuição da resistência de união. (56) Outra limitação foi a utilização da máquina universal de ensaio para o teste de

cisalhamento, sob velocidade constante de 0,5mm/min, o que resultou no descolamento do bráquete, mesma metodologia utilizada por Dall'Igna *et al* (2011). (49) Essa velocidade é utilizada, apesar de não corresponder às condições clínicas de descolagem *in vivo*, que utiliza velocidade maior. (57)

Apesar das limitações deste estudo, seus resultados são bastante relevantes para o conhecimento da união bráquete/dente com novos sistemas adesivos presentes no mercado odontológico. A grande vantagem do TPCC é que o compósito é visível durante a reação de polimerização, facilitando a limpeza do excesso utilizado para colocação do bráquete na superfície do esmalte. Os compósitos são materiais que estão muito sujeitos a alterações de cor (22), principalmente quando submetidos à EAA (23, 58). Sendo assim, a utilização de sistemas adesivos associados a esses compósitos pode permitir a formação de tags que podem ter sua cor alterada e se tornar visível após descolagem do bráquete. Dessa forma, sugerem-se novos estudos que permitam verificar a estabilidade de cor de dentes após utilização desses materiais, submetidos a EAA.

Conclusão

6. CONCLUSÃO

- O envelhecimento artificial acelerado não teve influência sobre a resistência ao cisalhamento do bráquete ao dente independente do tipo de compósito e tratamento de superfície estudados;
- Bráquetes aderidos com compósito autopolimerizável apresentaram maior resistência ao cisalhamento que o fotoativado, independente do tipo de sistema adesivo, com exceção quando utilizado o sistema adesivo de 2 passos, sem envelhecimento artificial acelerado;
- O envelhecimento artificial acelerado possibilitou menor área de remanescente adesivo sobre a superfície do esmalte;
- Bráquetes aderidos à superfície do esmalte com sistema adesivo de 2 passos apresentaram, após descolagem, maior índice remanescente adesivo, semelhante ao compósito autopolimerizável, quando comparado aos bráquetes aderidos com compósito fotoativado sem sistema adesivo ou com sistema adesivo simplificado.

Referências

7. REFERÊNCIAS

1. Bryant S, Retief DH, Russell CM, Denys FR. Tensile bond strengths of orthodontic bonding resins and attachments to etched enamel. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1987;92(3):225-31.
2. BUONOCORE MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res.* 1955;34(6):849-53.
3. Newman GV. Epoxy adhesives for orthodontic attachments: progress report. *Am J Orthod.* 1965;51(12):901-12.
4. Ulusoy C. Comparison of finishing and polishing systems for residual resin removal after debonding. *J Appl Oral Sci.* 2009;17(3):209-15.
5. Krishnaswamy NR, Sunitha C. Light-emitting diode vs halogen light curing of orthodontic brackets: a 15-month clinical study of bond failures. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;132(4):518-23.
6. Attar N, Taner TU, Tülümen E, Korkmaz Y. Shear bond strength of orthodontic brackets bonded using conventional vs one and two step self-etching/adhesive systems. *Angle Orthod.* 2007;77(3):518-23.
7. Newman GV. Adhesion and orthodontic plastic attachments. *Am J Orthod.* 1969;56(6):573-88.
8. Zachrisson BU. Cause and prevention of injuries to teeth and supporting structures during orthodontic treatment. *Am J Orthod.* 1976;69(3):285-300.
9. Cacciafesta V, Sfondrini MF, De Angelis M, Scribante A, Klersy C. 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.* 2003;123(6):633-40.
10. Cal-Neto JP, Miguel JA, Zanella E. Effect of a self-etching primer on shear bond strength of adhesive precoated brackets in vivo. *Angle Orthod.* 2006;76(1):127-31.
11. Grandhi RK, Combe EC, Speidel TM. Shear bond strength of stainless steel orthodontic brackets with a moisture-insensitive primer. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001;119(3):251-5.
12. Vicente A, Toledano M, Bravo LA, Romeo A, de la Higuera B, Osorio R. Effect of water contamination on the shear bond strength of five orthodontic adhesives. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2010;15(5):e820-6.
13. White LW. An expedited indirect bonding technique. *J Clin Orthod.* 2001;35(1):36-41.
14. Arnold RW, Combe EC, Warford JH. Bonding of stainless steel brackets to enamel with a new self-etching primer. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2002;122(3):274-6.

15. Mavropoulos A, Karamouzos A, Kolokithas G, Athanasiou AE. In vivo evaluation of two new moisture-resistant orthodontic adhesive systems: a comparative clinical trial. *J Orthod*. 2003;30(2):139-47; discussion 27-8.
16. Rajagopal R, Padmanabhan S, Gnanamani J. A comparison of shear bond strength and debonding characteristics of conventional, moisture-insensitive, and self-etching primers in vitro. *Angle Orthod*. 2004;74(2):264-8.
17. Bishara SE, Ajlouni R, Laffoon JF, Warren JJ. Comparison of shear bond strength of two self-etch primer/adhesive systems. *Angle Orthod*. 2006;76(1):123-6.
18. Faltermeier A, Behr M, Rosentritt M, Reicheneder C, Müssig D. An in vitro comparative assessment of different enamel contaminants during bracket bonding. *Eur J Orthod*. 2007;29(6):559-63.
19. Abdelnaby YL, Al-Wakeel EIS. Effect of early orthodontic force on shear bond strength of orthodontic brackets bonded with different adhesive systems. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2010;138(2):208-14.
20. Türkkahraman H, Adanir N, Gungor AY, Alkis H. In vitro evaluation of shear bond strengths of colour change adhesives. *Eur J Orthod*. 2010;32(5):571-4.
21. Pseiner BC, Freudenthaler J, Jonke E, Bantleon HP. Shear bond strength of fluoride-releasing orthodontic bonding and composite materials. *Eur J Orthod*. 2010;32(3):268-73.
22. Pires-de-Souza FeC, Garcia LaF, Hamida HM, Casemiro LA. Color stability of composites subjected to accelerated aging after curing using either a halogen or a light emitting diode source. *Braz Dent J*. 2007;18(2):119-23.
23. Mundim FM, Pires-de-Souza FeC, Garcia LaF, Consani S. Colour stability, opacity and cross-link density of composites submitted to accelerated artificial aging. *Eur J Prosthodont Restor Dent*. 2010;18(2):89-93.
24. Mundim FM, Antunes PL, Sousa AB, Garcia LF, Pires-de-Souza FC. Influence of artificial accelerated ageing on the colour stability of paints used for ocular prosthesis iris painting. *Gerodontology*. 2011.
25. Pires-de-Souza FeC, Garcia LaF, Roselino LeM, Naves LZ. Color stability of silorane-based composites submitted to accelerated artificial ageing--an in situ study. *J Dent*. 2011;39 Suppl 1:e18-24.
26. ASTM Standards G154-00A. Standard practice for operating fluorescent light apparatus for UV exposure of nonmetallic materials. *Annual Book of ASTM Standards* 2006. p. 646-54.
27. Artun J, Bergland S. Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid-etch enamel pretreatment. *Am J Orthod*. 1984;85(4):333-40.
28. Reynolds IR, von Fraunhofer JA. Direct bonding of orthodontic attachments to teeth: the relation of adhesive bond strength to gauze mesh size. *Br J Orthod*. 1976;3(2):91-5.
29. Ozcan M, Vallittu PK, Peltomäki T, Huysmans MC, Kalk W. Bonding polycarbonate brackets to ceramic: effects of substrate treatment on bond strength. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2004;126(2):220-7.

30. Iijima M, Ito S, Yuasa T, Muguruma T, Saito T, Mizoguchi I. Bond strength comparison and scanning electron microscopic evaluation of three orthodontic bonding systems. *Dent Mater J*. 2008;27(3):392-9.
31. Iijima M, Ito S, Muguruma T, Saito T, Mizoguchi I. Bracket bond strength comparison between new unfilled experimental self-etching primer adhesive and conventional filled adhesives. *Angle Orthod*. 2010;80(6):1095-9.
32. Pashley DH, Tay FR. Aggressiveness of contemporary self-etching adhesives. Part II: etching effects on unground enamel. *Dent Mater*. 2001;17(5):430-44.
33. Prati C, Chersoni S, Mongiorgi R, Pashley DH. Resin-infiltrated dentin layer formation of new bonding systems. *Oper Dent*. 1998;23(4):185-94.
34. Yap AU, Soh MS, Han TT, Siow KS. Influence of curing lights and modes on cross-link density of dental composites. *Oper Dent*. 2004;29(4):410-5.
35. Uysal T, Ustdal A, Kurt G. Evaluation of shear bond strength of metallic and ceramic brackets bonded to enamel prepared with self-etching primer. *Eur J Orthod*. 2010;32(2):214-8.
36. Reis A, dos Santos JE, Loguercio AD, de Oliveira Bauer JR. Eighteen-month bracket survival rate: conventional versus self-etch adhesive. *Eur J Orthod*. 2008;30(1):94-9.
37. Bishara SE, VonWald L, Laffoon JF, Warren JJ. Effect of a self-etch primer/adhesive on the shear bond strength of orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2001;119(6):621-4.
38. Vicente A, Bravo LA, Romero M, Ortiz AJ, Canteras M. A comparison of the shear bond strength of a resin cement and two orthodontic resin adhesive systems. *Angle Orthod*. 2005;75(1):109-13.
39. Faltermeier A, Behr M, Müssig D. A comparative evaluation of bracket bonding with 1-, 2-, and 3-component adhesive systems. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2007;132(2):144.e1-5.
40. Littlewood SJ, Mitchell L, Greenwood DC. A randomized controlled trial to investigate brackets bonded with a hydrophilic primer. *J Orthod*. 2001;28(4):301-5.
41. Rantala LI, Lastumäki TM, Peltomäki T, Vallittu PK. Fatigue resistance of removable orthodontic appliance reinforced with glass fibre weave. *J Oral Rehabil*. 2003;30(5):501-6.
42. Bishara SE, Oonsombat C, Ajlouni R, Laffoon JF. Comparison of the shear bond strength of 2 self-etch primer/adhesive systems. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2004;125(3):348-50.
43. Hosein I, Sherriff M, Ireland AJ. Enamel loss during bonding, debonding, and cleanup with use of a self-etching primer. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2004;126(6):717-24.
44. Diedrich P. Enamel alterations from bracket bonding and debonding: a study with the scanning electron microscope. *Am J Orthod*. 1981;79(5):500-22.
45. Rix D, Foley TF, Mamandras A. Comparison of bond strength of three adhesives: composite resin, hybrid GIC, and glass-filled GIC. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2001;119(1):36-42.

46. Trites B, Foley TF, Banting D. Bond strength comparison of 2 self-etching primers over a 3-month storage period. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2004;126(6):709-16.
47. Bishara SE, Oonsombat C, Soliman MM, Warren JJ, Laffoon JF, Ajlouni R. Comparison of bonding time and shear bond strength between a conventional and a new integrated bonding system. *Angle Orthod*. 2005;75(2):237-42.
48. Zachrisson BU, Skogan O, Höymyhr S. Enamel cracks in debonded, debanded, and orthodontically untreated teeth. *Am J Orthod*. 1980;77(3):307-19.
49. Dall'igna CM, Marchioro EM, Spohr AM, Mota EG. Effect of curing time on the bond strength of a bracket-bonding system cured with a light-emitting diode or plasma arc light. *Eur J Orthod*. 2011;33(1):55-9.
50. Retief DH, Dreyer CJ, Gavron G. The direct bonding of orthodontic attachments to teeth by means of an epoxy resin adhesive. *Am J Orthod*. 1970;58(1):21-40.
51. Nkenke E, Hirschfelder U, Martus P, Eberhard H. Evaluation of the bond strength of different bracket-bonding systems to bovine enamel. *Eur J Orthod*. 1997;19(3):259-70.
52. Retief DH. Failure at the dental adhesive-etched enamel interface. *J Oral Rehabil*. 1974;1(3):265-84.
53. Thind BS, Stirrups DR, Lloyd CH. A comparison of tungsten-quartz-halogen, plasma arc and light-emitting diode light sources for the polymerization of an orthodontic adhesive. *Eur J Orthod*. 2006;28(1):78-82.
54. Lee YK, Powers JM. Color changes of resin composites in the reflectance and transmittance modes. *Dent Mater*. 2007;23(3):259-64.
55. Eliades T, Eliades G, Watts DC. Structural conformation of in vitro and in vivo aged orthodontic elastomeric modules. *Eur J Orthod*. 1999;21(6):649-58.
56. Pickett KL, Sadowsky PL, Jacobson A, Lacefield W. Orthodontic in vivo bond strength: comparison with in vitro results. *Angle Orthod*. 2001;71(2):141-8.
57. Eliades T, Brantley WA. The inappropriateness of conventional orthodontic bond strength assessment protocols. *Eur J Orthod*. 2000;22(1):13-23.
58. Zanin FR, Garcia LaF, Casemiro LA, Pires-de-Souza FeC. Effect of artificial accelerated aging on color stability and surface roughness of indirect composites. *Eur J Prosthodont Restor Dent*. 2008;16(1):10-4.

Anexos

8. Anexos

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto

Comitê de Ética em Pesquisa

Of. CEP / 449 / FORP

Ribeirão Preto, 29 de outubro de 2010

Ref. processo n.º 2010.1.1136.58.7
CAAE n.º 0073.0.138.000-10

Senhora Pesquisadora:

Informamos que o Comitê de Ética em Pesquisa, em sua 114.^a sessão, realizada em 21/10/2010, aprovou o desenvolvimento do projeto de pesquisa envolvendo seres humanos, intitulado "*Resistência ao cisalhamento de bráquetes ortodônticos após envelhecimento artificial acelerado*".

Na oportunidade, lembramos da necessidade de ser entregue, na secretaria do CEP, o **Relatório Final** em 21/10/2011, com o respectivo formulário preenchido pelo pesquisador responsável.

Lembramos ainda que, quando da submissão do relatório a este Comitê, quaisquer inclusões ou modificações no projeto original deverão ser comunicadas e justificadas ao CEP, através do formulário supracitado.

JULIANA GODOI DE OLIVEIRA SILVA
Secretária do Comitê de Ética em Pesquisa

Ilma. Sra.
Profa. Dra. FERNANDA DE CARVALHO PANZERI PIRES DE SOUZA
Departamento de Materiais Dentários e Prótese
desta Faculdade

AVENIDA DO CAFÉ, S/N.º - TEL. (16) 3602-4123 / 3963 - FAX (16) 3602-4102