

REBECA DI NICOLÓ

**AVALIAÇÃO *IN VITRO* DA RESISTÊNCIA ADESIVA DE BRAQUETES
ORTODÔNTICOS VARIANDO-SE O TEMPO DE ARMAZENAMENTO E O
TIPO DE FOTOATIVAÇÃO: LUZ HALÓGENA E *LED***

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de São José dos Campos,
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” como parte dos
requisitos para obtenção do título de Livre-Docente.

São José dos Campos

2007

DEDICATÓRIA

À Profa. Titular Maria Amélia Máximo de Araújo

Pessoa maravilhosa que Deus me permitiu conviver.

Você me faz mostrar que, frente aos desafios presentes em nossas vidas, quais sejam eles, devemos sempre buscá-los e enfrentá-los com dedicação, para que consigamos atingir o melhor de nós mesmos, mesmo que estes sejam os mais simples possíveis.

Te agradeço pelas muitas oportunidades que você me ofereceu, para meu desenvolvimento profissional e pessoal. Mas saiba que, a oportunidade de conviver com você, me mostra muito além disso.

À você, minha querida mestra e amiga, **dedico este trabalho**, pois foi você, minha maior incentivadora, que me fez realizá-lo.

Que Deus proteja você e toda sua família.

Muito obrigada.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Aos meus pais, **Rosane e Renato**, que sempre me apóiam, em todos os momentos de minha vida. Muito obrigada.

Aos meus irmãos **Renato, Ricardo, Rogério e Rodrigo**, agradeço o carinho que sempre me dedicaram.

Ao meu marido **Roberto**, que me incentiva, desde o início de minha carreira, e que juntos, temos sempre o apoio mútuo para buscarmos os nossos sonhos e realizações.

Aos meus filhos, **Rafael e Rodrigo**, maiores riquezas de minha vida, e demonstração do maior amor que Deus me permitiu.

E à **Ele**, que tudo nos possibilita.

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Odontologia do Campus de São José dos Campos da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, pela oportunidade de realizar este trabalho.

Aos meus colegas da Disciplina de Odontopediatria João Carlos da Rocha, Marcelo Fava de Moraes e Silvio Issáo Myaki, pela convivência maravilhosa durante todos esses anos.

Aos Professores do Departamento de Odontologia Social e Clínica Infantil Adriano Marotta Araújo, Antonio Braulino de Melo, Denise Nicodemo, Dimas Rennó de Lima, Eduardo Galera da Silva, Ivan Balducci, João Batista Macedo Becker, Lucia Teramoto, Luiz Kyoaki Okazaki, Suely Carvalho Mutti Naressi, Symone Cristina Teixeira, Vera Lúcia Ignácio Molina e Weber Ursi, pela confiança e carinho que sempre me dedicaram.

Aos meus colegas Técnico-Administrativos do Departamento de Odontologia Social e Clínica Infantil, Antonia Elizabeth da Cunha Monteiro, Guilherme Ortiz de Mello, João Carlos Carvalho de Bacigalupo, José Antonio Pereira Salgado, Maria Regina Brauna Batista, Neusa Aparecida Simões, Paulo César Nogueira, e em especial à Elisabete Fernandes de Souza Santos, pelo envolvimento durante a realização deste trabalho.

Ao mestre e doutorando Rodrigo Othavio de Assunção e Souza pelo empenho e disponibilidade durante a realização dos testes laboratoriais.

Ao Prof. Ivan Balducci pela condução da avaliação estatística.

À secretária Silvia Scarpel pelas horas dispendidas na confecção do memorial para a realização deste concurso.

Às funcionárias Ana Rita Silva Oliveira, Lucy Ellen da Silva Mota, Odete da Silva Pimentel, Sandra Mara Cordeiro e em especial à sua Diretora Iara Carolina Friggi Kogiso pela disponibilidade sempre a mim dedicada.

À 3M Unitek, pelo fornecimento de parte do material utilizado neste trabalho.

e

Às minhas **queridas** Carolina Júdice Ramos, Cristiani de Siqueira Barbosa e Luciana Keiko Shintome, hoje mestras e doutoras, jamais esquecerei a colaboração e a dedicação junto à Disciplina de Odontopediatria e o apoio, o carinho e a amizade que vocês me dedicam em especial.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	08
LISTA DE QUADROS E TABELAS	10
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	11
RESUMO	12
1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO DA LITERATURA	24
2.1 Considerações sobre aparelhos fotoativadores.....	25
2.2 Adesão de braquetes ortodônticos.....	34
3. PROPOSIÇÃO	68
4. MATERIAL E MÉTODO	70
4.1 Obtenção, seleção e preparo das amostras.....	71
4.2 Confeção dos corpos-de-prova.....	72
4.3 Descrição dos materiais.....	73
4.4 Divisão dos grupos experimentais.....	74
4.5 Procedimentos de colagem dos braquetes.....	76
4.6 Teste de resistência ao cisalhamento.....	81
4.7 Índice de adesivo remanescente.....	83
4.8 Planejamento experimental.....	86
4.9 Análise estatística.....	86
5. RESULTADOS	87
5.1 Análise estatística descritiva.....	88
5.2 Análise estatística inferencial.....	91

6. DISCUSSÃO.....	97
7. CONCLUSÃO.....	115
8. REFERÊNCIAS.....	117
ANEXOS.....	126
<i>ABSTRACT</i>.....	129

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Materiais utilizados: a) braquete série Gemini APC II; b) Transbond Self-Etch Primer.....	74
FIGURA 2 - Aparelhos Fotoativadores a) Luz halógena Optilux; b) LED Radii.....	74
FIGURA 3 - Divisão dos grupos experimentais: a) Grupos Luz halógena; b) Grupos LED.....	75
FIGURA 4 - Condicionamento do esmalte: a) material manipulado; b) aplicação no esmalte.....	77
FIGURA 5 - Colagem do braquete: a) braquete gemini APCII; b) adesivo pré-aplicado; c) pinça para colocação; d) braquete posicionado.....	78
FIGURA 6 - Fotoativação Grupo Luz halógena: a) 10s na mesial do braquete; b) 10s na distal do braquete.....	79
FIGURA 7- Corpo-de-prova: a) Remoção da fita seladora; b) corpo-de-prova finalizado.....	79
FIGURA 8 - Fixação do corpo-de-prova.....	82
FIGURA 9 – Ponta metálica em forma de faca biselada em posição para o teste de cisalhamento: a) vista frontal e b) vista lateral.....	82

FIGURA 10 – Índice de adesivo remanescente.....	84
FIGURA 11 - Delineamento experimental.....	85
FIGURA 12 - Gráfico de colunas (média±desvio padrão) dos valores de resistência adesiva obtidos em 12 braquetes no ensaio de cisalhamento segundo o tipo de fonte de luz e três diferentes períodos de armazenamento.....	89
FIGURA 13 - Gráfico de diagrama de pontos (Dot Plot) de médias (±desvio padrão) dos valores de resistência adesiva obtidos em 12 braquetes no ensaio de cisalhamento segundo o tipo de fonte de luz e três diferentes períodos de armazenamento.....	90
FIGURA 14 - Gráfico de médias dos valores de resistência obtidos nos braquetes durante o ensaio de cisalhamento (MPa), segundo o efeito Tempo de armazenamento	92
FIGURA 15 - Gráfico de médias dos valores de resistência obtidos nos braquetes durante o ensaio de cisalhamento (MPa), segundo o efeito do Tipo de Aparelho.....	93
FIGURA 16 – Distribuição da freqüência do índice de adesivo remanescente para os grupos Luz Halógena e LED.....	96

LISTA DE QUADROS E TABELAS

QUADRO 1 - Materiais utilizados, lotes, fabricantes e datas de validade.....	73
QUADRO 2 - Divisão dos grupos experimentais.....	76
TABELA 1 - Média (\pm desvio padrão) dos valores de cisalhamento (MPa) obtidos, segundo as condições experimentais.....	88
TABELA 2 - ANOVA (2 fatores) para os dados (MPa) obtidos no ensaio de cisalhamento.....	92
TABELA 3 - Formação de grupos de mesmo desempenho, após a aplicação do teste de Comparação Múltipla de Tukey (5%).....	94
TABELA 4 - Frequência de distribuição do IAR para os grupos Luz Halógena e LED.....	95

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA = Análise de variância

APC = *Adhesive pre-coated*

ARI = *Adhesive remanescence index*

BISGMA = Bisfenol-A Glicidil metacrilato

°C = Graus Celsius

CIVMR = Cimento de ionômero de vidro modificado por resina

cm² = centímetro quadrado

dia = d

EDTA = Ácido etileno diaminotetraacético

h = horas

IAR = Índice de adesivo remanescente

Kg = Kilograma

Kgf = Kilograma força

Kgf/mm² = Kilograma força por milímetro quadrado

KN = Kilo Newton

LED = *Light emitting diode* – Diodos emissores de luz

MPa = Megapascal

mm = milímetro

mW = miliwatts

nm = nanômetro

QTH = *Quartz-Tungsten-Halogen*

s = segundos

SEP = *Self etch primer*

% = Porcentagem

Di Nicoló, R. Avaliação *in vitro* da resistência adesiva de braquetes ortodônticos variando-se o tempo de armazenamento e o tipo de fotoativação: luz halógena e LED. [Tese Livre-Docência] São José dos Campos: Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista; 2007.

RESUMO

O objetivo deste estudo *in vitro* foi comparar os efeitos da fotoativação pelos sistemas luz halógena e LED na adesão de braquetes ortodônticos em diferentes tempos pós-colagem (imediate, 24h e 7d). Braquetes com adesivo pré-aplicado (*Gemini series; APC adhesive precoated brackets*; 3M Unitek, USA) foram colados na superfície vestibular de dentes bovinos. O esmalte dos dentes foi condicionado utilizando-se o *primer* auto-condicionante (Transbond SEP, 3M Unitek, USA) em todos os espécimes, conforme recomendações do fabricante. Setenta e dois dentes foram divididos em 2 grupos (n=36), conforme o sistema de fotoativação (luz halógena ou LED) e sub-divididos (n=12) de acordo com o tempo pós-colagem. Para os grupos luz halógena, o tempo de fotoativação foi de 20s e para os grupos LED foi de 10s. O teste de resistência ao cisalhamento foi realizado com auxílio de uma máquina de ensaios universal nos diferentes tempos pós-colagem: imediate, 24h e 7d. O valor médio de adesão para os grupos luz halógena foi de $20,01 \pm 5,24$ MPa e, para os grupos fotoativados pelo sistema LED $17,35 \pm 5,07$ MPa, sendo estes resultados estatisticamente diferentes. Quando comparado o efeito do tempo pós-colagem, os resultados revelaram que os valores de adesão foram significativamente maiores para o tempo de 7d. O resultado do teste ANOVA 2 – fatores revelou não existir diferença estatística entre a interação sistema de fotoativação e tempos pós-colagem. O teste de Tukey mostrou que para as 4 condições experimentais nos tempos imediate e 24h, os resultados não diferiram estatisticamente, independentemente do sistema de fotoativação. Somente com relação ao grupo luz halógena-7d, os resultados mostraram diferenças estatisticamente significantes. O grupo LED-7d desempenhou comportamento intermediário entre os grupos. O índice de adesivo remanescente não revelou diferenças significantes entre os grupos. De acordo com a metodologia utilizada, podemos concluir que, apesar dos valores de adesão nos grupos luz halógena serem superiores aos dos grupos LED, estes apresentam valores superiores aos clinicamente requeridos.

PALAVRAS-CHAVE: Braquetes ortodônticos; LED; resistência adesiva; *Primer* auto-condicionante.

1 INTRODUÇÃO

A Odontologia atual vive uma era de constante desenvolvimento de novos materiais e técnicas, enquanto alguns procedimentos tradicionais são questionados e avaliados quanto às eventuais possibilidades de modificações visando à simplificação de técnicas, e mínimos efeitos adversos provocados à estrutura dental remanescente.

Dentre os vários avanços obtidos, as possibilidades de adesão de diversos materiais dentários à estrutura dental abrangem a maioria das especialidades odontológicas, tanto nos procedimentos preventivos como restauradores.

Os estudos iniciais relacionados à adesão iniciaram-se pelo condicionamento ácido do esmalte proposto por Buonocore¹⁷ (1955) e a introdução da resina composta realizada por Bowen¹⁶ (1963), representando o ponto de partida para maiores avanços, hoje constatados e adotados no que se refere à adesão dos materiais odontológicos ao substrato dentário.

Observando que a indústria utilizava ácido fosfórico para tratar superfícies metálicas, a fim de receberem melhor a adesão de pinturas e coberturas de resina, Buonocore¹⁷(1955) idealizou a técnica do condicionamento ácido com uma solução comercial de fosfomolibdato diluída a 50%, contendo tungstato de sódio juntamente com uma solução de ácido fosfórico a 85%. Fazendo o tratamento da superfície de dentes extraídos com fosfomolibdato-ácido oxálico, notou que a porção ácida do reagente podia remover camadas superficiais do esmalte, e o grupo tungstato podia

unir-se ao material orgânico disponível do esmalte. Para outras alterações químicas da superfície do esmalte, utilizou o ácido oxálico, na esperança de incorporar ao esmalte grupos oxalato, quer pela troca, quer pela reação de precipitação. O uso do ácido fosfórico isolado foi baseado na idéia de que uma simples descalcificação do esmalte poderia remover a estrutura superficial, e produzir uma superfície mais receptiva à adesão. Para testar a adesão, usou gotas de acrílico sobre as superfícies de esmalte tratado e não tratado pelo ácido, assim como nas superfícies de dentina de dentes extraídos, que tinham sido armazenados em água, antes e após a fixação da resina acrílica, e após a polimerização do acrílico, tentava removê-lo da superfície dental. Como os resultados mostraram que havia um aumento da adesão, no caso das superfícies tratadas, resolveu fazer os testes laboratoriais, usando-se uma técnica mais apurada. Diante dos resultados positivos, decidiu-se pela aplicação do método nos dentes. Como segundo método de tratamento, o autor aplicou o ácido fosfórico a 85%, a fim de determinar o efeito de uma simples descalcificação ácida na adesão. O método usado era praticamente o mesmo, com exceção do fato de que a gota de ácido era lavada com água após 30s de contato com a superfície do esmalte. Verificou que nos 15 dentes tratados com fosfomolibdato-ácido oxálico, a resina acrílica permaneceu aderida durante 160h, em média, ao passo que em outros 15 dentes não tratados, a duração média foi de apenas 6h. No caso do tratamento com ácido fosfórico, 10 dentes apresentaram uma duração média de adesão de 1070h, enquanto que nos outros 10 dentes não tratados, essa duração foi de apenas 11h. O autor concluiu que, o aumento da adesão obtida sobre as superfícies de esmalte tratado poderia ser devido aos seguintes fatores: a) o ácido teria provocado, durante sua ação, um notável aumento da área de superfície; b) a estrutura orgânica do esmalte, exposta pela solução ácida, serviria como uma rede, na qual a resina acrílica poderia aderir; c) haveria a formação de uma nova superfície, devido à

precipitação de uma nova substância, como por exemplo, o oxalato de cálcio ou o tungstato orgânico complexo, à qual a resina acrílica também poderia aderir; d) o ataque ácido removeria a velha superfície do esmalte, inerte e totalmente condicionada, fazendo com que se apresentasse uma nova superfície, mais reativa e favorável à adesão e, e) poderia haver, ainda, na superfície do esmalte, a presença de uma camada absorvida de grupos fosfato, altamente polarizados e derivados do ácido usado. Independentemente do mecanismo envolvido, a verdade é que a adesão aumentava notavelmente quando o esmalte era tratado com ácido.

Baseados nestes achados, em 1965, Gwinnett e Buonocore²⁷ passaram a fazer o tratamento da superfície dental com diversas soluções condicionadoras de: ácido fosfórico a 10%, 20%, 30% e 40%, além de uma solução a 50%, modificada, que chamaram de solução A. Usaram também o líquido do cimento de silicato da SS White (USA), o ácido clorídrico a 4% mais fluoreto de sódio a 3%, o ácido clorídrico a 12% mais fluoreto de sódio a 3%, o sal dissódico do EDTA saturado, e o sal tetrassódico do EDTA a 10%. Notaram que os sais de EDTA requeriam pelo menos 2h de aplicação para produzir mudanças notáveis na superfície dental, e por isso foram considerados desprezíveis para uso clínico. Além disso, a adesão sobre superfícies tratadas com soluções de EDTA, não era tão boa quanto aquela obtida sobre superfícies tratadas com outros agentes.

Prosseguindo as pesquisas, Gwinnett e Buonocore²⁸, em 1972, por meio de um estudo com MEV afirmaram que uma das chaves para o sucesso no uso de adesivos, era o condicionamento da superfície do esmalte antes da colocação do mesmo. Afirmaram também que soluções condicionadoras como o ácido fosfórico a 50%, contendo 7% por peso de

óxido de zinco, e o ácido cítrico a 50%, serviam para: remover a maior parte do material inorgânico condicionado, limpar a superfície do esmalte das substâncias protéicas e outros depósitos orgânicos, aumentar a área da superfície do esmalte, e aumentar os microporos existentes no tecido ou criar novos microporos que, pela capilaridade, possibilitariam o embricamento mecânico do adesivo. Esta última função é que permitia os significantes efeitos mecânicos considerados responsáveis pela ligação, suplementada pelas ligações físicas ou químicas que também poderiam ocorrer.

Paralelamente aos estudos sobre o condicionamento do esmalte, na especialidade Ortodontia, os tratamentos ortodônticos eram realizados até então por meio da cimentação de bandas metálicas. O uso desta técnica, segundo Miura et al.³⁹ (1971), apresentava desvantagens como dificuldade na higienização e acúmulo de placa bacteriana, podendo levar a inflamação do tecido gengival, descalcificações subjacentes ou adjacentes aos acessórios ortodônticos, tempo clínico maior para a confecção das bandas, além da necessidade de afastamento dos dentes para a adaptação das mesmas e maior desconforto para os pacientes. Segundo os autores, a introdução de bandas pré-fabricadas na terapia com aparelhos fixos contribuiu para uma simplificação da técnica quando comparada às bandas confeccionadas individualmente, mas que, para eliminar a maioria dos problemas decorrentes do uso de bandas, o método mais revolucionário seria a união de braquetes diretamente aos dentes por meio de adesivos.

Na tentativa de unir os braquetes diretamente aos dentes, Newman et al.⁴² (1965), utilizaram inicialmente uma fórmula de acrílico

composto de 10% de ácido acrílico e 90% de metilmetacrilato dissolvido num monômero polimerizado pelo peróxido de benzoila e um acelerador que era o dimetil anilina. Um outro adesivo foi também utilizado, formado por um líquido composto de metil-2-cianoacrilato e um pó, um polímero de ácido acrílico a 10%, e por fim, utilizaram ainda resinas epóxicas. Estas substâncias foram utilizadas com retentores fabricados em polimetilmetacrilato em dentes extraídos sem, contudo, terem recebido o condicionamento ácido do esmalte. Das substâncias estudadas pelos autores, as resinas epóxicas foram as que obtiveram os melhores resultados após o teste de cisalhamento, no entanto, um dos inconvenientes das mesmas, era o tempo de presa excessivamente longo.

Quando Bowen¹⁵ apresentou, em 1963, uma resina reforçada por partículas de quartzo associada a uma matriz orgânica composta de Bis-GMA, desenvolvida para uso odontológico, hoje conhecida como resina composta, iniciou-se sua utilização associada ao condicionamento ácido do esmalte na Ortodontia por Newman et al.⁴³ (1968), na colagem de acessórios ortodônticos. Os resultados se mostraram positivos, com aumento da resistência de união, quando comparada aos materiais inicialmente testados. Os requisitos de um adesivo, para utilização em Ortodontia, segundo os autores seriam: a) ser de fácil manipulação e aplicação, b) não ser tóxico ou irritante, c) resistir aos esforços da mastigação e dos arcos ortodônticos, formando uniões capazes de suportar os esforços de compressão, tração e cisalhamento, d) sofrer contração mínima de polimerização, e) resistir ao meio bucal, sujeito a variações de temperatura e de pH, f) permanecer unido pelo tempo necessário ao tratamento e, g) ser de fácil remoção, após o término do tratamento ortodôntico.

As primeiras resinas compostas eram polimerizadas por um processo de ativação química, iniciada pela mistura de duas pastas. Durante o processo de mistura, no entanto, ocorriam incorporações de bolhas de ar contendo oxigênio que poderiam causar uma inibição da polimerização, além do operador não ter o controle do tempo de trabalho. Para superar esses problemas, materiais que não requeriam espatulação foram desenvolvidos, e este objetivo foi alcançado pelo emprego de uma fonte de luz para ativar o sistema iniciador. Desta forma, o tempo de trabalho poderia ser controlado pelo operador e o tempo de polimerização reduzido quando comparado às resinas quimicamente ativadas. Os sistemas de fontes de luz mais difundidos são aparelhos equipados com fibra ótica, geralmente uma lâmpada de luz halógena de tungstênio, conhecidos como sistema QTH-*Quartz Tungsten Halogen* (Anusavice⁰², 1998).

Este avanço permitiu vantagens consideráveis no que se refere à colagem de braquetes ortodônticos, permitindo ao profissional o controle do tempo de trabalho necessário para um posicionamento correto dos braquetes nos diferentes grupos de dentes.

Outra possibilidade de equipamento para polimerização dos materiais adesivos é o LED (*Light Emitting Diode*). Este sistema, utiliza semicondutores para gerar fótons de alta energia na fase azul do espectro de luz visível (470nm). Uma corrente elétrica segue então através destes semicondutores e é convertida diretamente em luz, com perda mínima de energia, como o calor. Em contrapartida, as unidades com o sistema de luz halógena utilizam a maioria de sua energia elétrica para aquecer o filamento de tungstênio até a geração de luz e, esta luz branca é então filtrada para a luz azul. Este processo poderia apresentar desvantagens, devido ao fato de que menos de 1% do total de energia é na realidade convertido em luz, e o

restante é transformado em calor o que causa a degradação dos filtros e refletores, necessitando então da presença de ventiladores (Mills³⁷, 1995).

Ao contrário das lâmpadas halógenas, cuja luz é gerada por filamentos incandescentes, os LEDs convertem a energia elétrica diretamente em luz por eletroluminescência através de feixes de semicondutores, proporcionando, desta forma, um mínimo aquecimento. A composição do material utilizado como semicondutor é o que determina o comprimento de onda e a cor da luz emitida. No caso dos LEDs azuis para fotoativação, os semicondutores consistem de nitreto de gálio (InGaN) e são capazes de emitir um espectro de luz de 450 a 490nm, correspondendo ao pico máximo de absorção pela canforoquinona (ao redor de 470nm), principal fotoiniciador da polimerização da maioria das resinas compostas fotoativadas (Dunn & Bush²³, 2002).

No entanto, os primeiros aparelhos do sistema LED lançados no mercado produziam uma polimerização de baixa intensidade, o que poderia ser inadequado para incrementos de aproximadamente 2mm de espessura de resina composta. Isso levou ao questionamento da polimerização pelo sistema LED ou por aparelhos de baixa intensidade, fazendo com que o mercado adequasse esses equipamentos lançando a segunda geração de LEDs, com intensidade de até 1000mW/cm² (Martin³⁶).

Swanson et al.⁵², em 2004, avaliando a resistência de união de braquetes ortodônticos metálicos na superfície do esmalte, comparando os sistemas luz halógena e LED não encontraram diferenças estatísticas significantes na adesão dos mesmos quando utilizados os sistemas luz halógena/LED em diferentes tempos de fotoativação. A utilização do sistema LED para a colagem de braquetes ortodônticos teria a vantagem de diminuir

o tempo necessário para a fotoativação dos braquetes, e conseqüentemente diminuição no tempo de atendimento dos pacientes.

Devido ao fato das resinas compostas serem mais viscosas que as resinas acrílicas sem carga, foram desenvolvidos adesivos de esmalte para que melhorassem o “molhamento” do esmalte condicionado. Tradicionalmente, os adesivos de esmalte foram elaborados pela combinação de diferentes dimetacrilatos, como o BIS-GMA e TEGDMA, para controlar a viscosidade. Como é possível se manter o esmalte seco, essas resinas hidrófobas funcionam bem desde que restritas ao esmalte. Nos últimos anos, esses agentes de união têm sido substituídos pelos mesmos sistemas que são utilizados em dentina, sendo que esta transição ocorreu mais pelo benefício de adesão simultânea tanto à dentina quanto ao esmalte, sendo denominados então, como adesivos dentinários. Idealmente, os adesivos dentinários deveriam ser hidrofílicos para deslocar os fluidos dentinários e, portanto, molhar a superfície, permitindo a penetração desses fluidos nas porosidades da dentina e, eventualmente, a sua reação com os componentes orgânicos ou inorgânicos. Como a maioria das matrizes das resinas compostas é hidrófoba, o agente de união deve conter ambos os materiais, hidrofílicos e hidrófobos. A porção hidrofílica deve ser projetada para interagir com a dentina úmida, e a parte hidrófoba para aderir à resina composta restauradora (Anusavice⁰², 1998).

Os sistemas adesivos, após a técnica do condicionamento total da dentina com soluções ácidas, normalmente a base de ácido fosfórico de 32 a 50% em consistência de gel, empregados por 15 a 30s, agem seletivamente no esmalte e dentina. No esmalte agem sobre prismas, proporcionando alta energia de superfície, baixa tensão superficial e

microrugosidades por onde penetrará com facilidade a resina adesiva (Pashley⁴⁷, 1992).

Os sistemas adesivos denominados auto-condicionantes, atuando na superfície do esmalte, possuem a característica na qual condiciona o mesmo, modificando sua superfície, e ao mesmo tempo permitindo a penetração do adesivo resinoso. À medida que o adesivo ácido infiltra através dos prismas de esmalte, sua fase líquida recompõe os cristais de hidroxiapatita. Os adesivos ortodônticos podem ser aplicados com o objetivo de estabelecer uma ligação estável entre o esmalte e a superfície da base dos braquetes ortodônticos. A introdução dos *primers* auto-condicionantes tem permitido aos clínicos diminuir o tempo dos procedimentos, além de melhorar o conforto dos pacientes (Mandall et al.³⁴, 2002).

Um dos fatores que contribuem para o sucesso da terapia ortodôntica com aparelhos fixos é a obtenção de uma força de adesão suficiente entre o esmalte dental e o braquete. A avaliação pelo período de 24h após a colagem dos braquetes, geralmente tem sido utilizado para medir a força de adesão dos adesivos ortodônticos, seja a superfície do esmalte previamente tratada com sistemas de condicionamento ácido convencional ou sistemas auto-condicionantes. Ao mesmo tempo, a adesão imediata dos materiais adesivos ortodônticos, deve apresentar uma resistência adesiva suficiente para suportar as forças em curto, médio e/ou longo prazos. Embora a completa polimerização possa ser dispensável para o uso clínico imediato pós-colagem, esta deve alcançar valores mínimos capazes de resistir à fratura quando da colocação dos arcos ortodônticos iniciais. Sob o ponto de vista clínico, é importante testar as características adesivas em diferentes momentos após a colagem de acessórios ortodônticos, com o

objetivo de se estabelecer o momento ideal para a instalação dos arcos ortodônticos iniciais (Yamamoto et al.⁵⁸, 2006).

Diante do exposto, consideramos interessante avaliar a resistência adesiva de braquetes metálicos em esmalte bovino variando-se as fontes de luz e os períodos para teste, a fim de indicarmos aos profissionais da área de Ortodontia, quais as melhores condições de uso dos mesmos.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Com o objetivo de facilitar a apresentação, este capítulo será dividido em 2 itens: 1) Considerações sobre aparelhos fotoativadores e 2) Adesão de braquetes ortodônticos.

2.1 Considerações sobre aparelhos fotoativadores

Os primeiros sistemas fotoativados usavam luz ultravioleta para desencadear a reação de fotopolimerização das resinas compostas. Atualmente, existem aparelhos que utilizam luz visível, com os quais tornou-se possível polimerizar resinas compostas com espessura de até 2mm. As resinas compostas fotoativadas são fornecidas em uma única pasta, onde está contido um sistema iniciador que libera os radicais livres, consistindo em uma molécula de fotoinibidor e uma amina ativadora. Quando estes componentes não são expostos à luz, eles não reagem. Entretanto, a exposição de uma luz com comprimento correto de onda produz um estado de excitação do fotoinibidor e uma interação com a amina para formar os radicais livres que iniciam a polimerização por adição. O fotoiniciador mais comumente empregado é a canforoquinona, o qual apresenta um intervalo de absorção entre 400 e 500nm, que é a zona azul do espectro de luz visível. Este iniciador está presente na pasta em níveis de aproximadamente 0,2% do peso ou menos. Existem várias aminas aceleradoras que são propícias para a interação com a canforoquinona, tal como a dimetilaminoetilmetacrilato, que também está presente na pasta em níveis de 0,15% de peso. Para minimizar ou prevenir a polimerização espontânea dos

monômeros, inibidores são adicionados ao sistema de resina. Esses inibidores têm um forte potencial de reatividade com os radicais livres. Se um radical livre foi formado por uma breve exposição à luz, quando o material foi dispensado, o inibidor reage com o radical livre e assim, inibe a propagação da cadeia, acabando com a capacidade do radical livre iniciar o processo de polimerização. Quando todos os inibidores forem consumidos, a propagação da cadeia ocorrerá. Um inibidor típico é o hidroxitoluenobutilado, que é empregado na concentração de 0,01% em peso (Anusavice⁰², 1998).

Existem vários tipos de aparelhos disponíveis baseados no sistema luz halógena, no entanto, para todos eles, o princípio de geração da luz acontece quando a energia elétrica aquece um filamento de tungstênio, que passa a emitir então, a luz visível. Esta luz emitida pelos aparelhos de luz halógena possui banda espectral larga, estando na faixa de absorção do fotoiniciador, como por exemplo, a canforoquinona. Porém, como citado, essas lâmpadas halógenas possuem um espectro amplo de irradiação, podendo conter inclusive comprimentos de onda inadequados ao processo de polimerização do material, podendo apresentar valores inferiores, ou seja, valores abaixo de 400nm (luz ultra-violeta) e desta forma, serem prejudiciais à visão do paciente e/ou profissional ou atingirem valores superiores ao necessário, quando acima de 500nm (luz infra-vermelho), gerando calor e com eventuais agressões ao tecido pulpar e tecidos moles, de forma desnecessária. Para eliminar estes fatores, os aparelhos dispõem de filtros, que limitam o intervalo de comprimento de onda na faixa de 400-500nm. No entanto, este filtro pode ser ineficiente e sofrer algum tipo de degradação com a sua utilização. Outro fator a ser considerado é com relação à geração de calor para o aquecimento do filamento, sendo necessário então, a presença de “ventiladores” para evitar o superaquecimento, o que poderia

causar a redução do tempo de vida útil da lâmpada, assim como a quantidade de luz emitida (Hammesfahr et al.³⁰, 2002).

Um aspecto que deve ser considerado é que pode existir uma diferença significativa na saída de luz dos diferentes aparelhos fabricados, incluindo o espectro de comprimento de onda disponível para cada aparelho. Por exemplo, se a intensidade de luz varia por um multiplicador 4, o que é comum, 80 a 240s podem ser necessários para a polimerização com uma luz de baixa intensidade para atingir o mesmo resultado que uma exposição de 20 a 60s com um aparelho de alta intensidade. As fontes de luz também podem gerar diferentes intensidades de luz com o tempo, dependendo da qualidade e da idade da lâmpada, da presença de contaminação com partículas de resina na ponta da fibra condutora de luz, da distância entre esta ponta e o material a ser polimerizado. Conseqüentemente, a fonte de luz deveria ser verificada regularmente, e o operador deveria sempre colocar a ponta ativadora o mais próximo possível do material a ser polimerizado (Anusavice⁰², 1998).

Barghi et al.⁰⁶ (2004), avaliaram 122 unidades de luz halógena provenientes de clínicas particulares com relação à intensidade de luz das mesmas e observaram que quase 50% apresentavam valores inferiores à $300\text{mW}/\text{cm}^2$ referentes à intensidade de luz e que, destas, a maioria apresentava valores inferiores à $200\text{mW}/\text{cm}^2$. As unidades de luz halógena geram calor, o que degrada os componentes da lâmpada com o passar do tempo, são sensíveis às quedas e vibrações e a vida útil média destas lâmpadas gira em torno de 50 -100h. Procedimentos como verificação regular da intensidade de luz deveriam ser realizados regularmente a fim de se evitar problemas na polimerização de resinas compostas e conseqüentemente, insucessos nos procedimentos restauradores.

A influência da intensidade de luz de aparelhos fotopolimerizadores pelo sistema luz halógena, foi estudada por Araújo et al.⁰³ (1996) que avaliaram 6 diferentes aparelhos, tendo como parâmetro a infiltração marginal de 60 restaurações de classe V em resina composta nas superfícies vestibulares em dentes humanos extraídos. A intensidade de luz dos aparelhos foi de 50, 180, 450, 600 e 800mW/cm². As amostras foram coradas com Rodamina B a 0,2% e termocicladas (37⁰C e 50⁰C), e a avaliação realizada através de escores, conforme o grau de infiltração marginal. Os resultados revelaram que o maior grau de infiltração marginal foi atribuído às amostras fotopolimerizadas por meio do aparelho de maior intensidade de luz (800mW/cm²), e o resultado justificado, considerando a maior contração de polimerização da resina composta.

Pereira et al.⁴⁸, em 1996, avaliaram as condições de uso de fotoativadores por meio de entrevistas dirigidas a profissionais e verificação das condições dos aparelhos fotoativadores de diferentes marcas comerciais e tempos de vida útil, sendo que a intensidade de luz dos aparelhos foi realizada com auxílio de radiômetro. Concluíram que 60% dos aparelhos avaliados apresentavam valores de intensidade de luz entre 100 e 200 mW/cm², e que a maioria dos profissionais desconhecia a necessidade de manutenção de seus aparelhos e o valor de emissão de intensidade de luz. Dentre as principais causas responsáveis pela diminuição da intensidade de luz, os autores citam: a) ruptura dos feixes de fibra ótica; b) escurecimento da lâmpada halógena; c) degradação do filtro de luz; d) sistema de refrigeração alterado e, e) resíduo de material presente na ponta ativa do aparelho.

Em 1997, Della Bona et al.²², também salientaram as alterações da intensidade de luz dos aparelhos que utilizam o sistema de luz halógena. Através da avaliação de 140 aparelhos fotoativadores, citam as

possíveis causas para a degradação de energia e que não são perceptíveis pelo Cirurgião-Dentista, tais como: o desalinhamento das fibras óticas que levam a luz até a saída do aparelho, a ruptura dessas fibras, a queda da energia elétrica, contato elétrico inadequado ou presença de material aderida à ponta ativa do aparelho, obstruindo a saída completa da luz.

Mills³⁷ propôs, em 1995, a utilização da tecnologia da emissão de luz de diodo (LED – *Light Emitting Diode*) como um método alternativo na polimerização de resinas compostas fotoativadas. E em 1999, Mills et al.³⁸ compararam a efetividade de dois sistemas de polimerização (Luz halógena e LED) com relação à profundidade de polimerização de resinas compostas. Foram utilizados os aparelhos luz halógena Coltolux 4 (Coltene) e o aparelho de LED (Nichia Chemical Industries), e três tipos de resinas compostas indicadas para dentes anteriores e posteriores: Silux Plus cor U, P50 cor U e Z100 MP cor 3,5 (3M). As amostras foram confeccionadas com auxílio de um molde com as dimensões de 4mm de diâmetro e 6mm de profundidade e polimerizadas seguindo o tempo de exposição recomendado pelo fabricante. A profundidade de polimerização foi medida com o auxílio de um penetrômetro que consiste em uma agulha de 0,5mm conectada a um peso de 1250g e a profundidade de polimerização pode ser diretamente obtida através de um medidor. A intensidade de luz do aparelho LED foi de 455mW/cm² e do aparelho luz halógena foi de 290mW/cm². O aparelho LED polimerizou todas as amostras de resinas compostas com uma profundidade de polimerização significativamente maior ($p < 0,05$) quando comparada com o sistema luz halógena. Os autores concluíram que os aparelhos LED podem ter um potencial para o uso odontológico, pois seu desempenho não reduz significativamente com o tempo, como ocorre com os aparelhos de luz halógena convencionais.

Jandt³³, em 2000, avaliaram a profundidade de polimerização e resistência compressiva de resinas compostas polimerizadas com aparelho de LED (Nichia Chemical Industries) ou aparelho convencional de luz halógena (Dentsply). As amostras foram confeccionadas utilizando a resina composta TPH (Dentsply) nas cores A2 e A4, nas dimensões de 4mm de diâmetro e 8mm de profundidade e fotopolimerizadas por 40s. A profundidade de polimerização foi medida através de um penetrômetro, após os períodos de 6 e 72h. O aparelho de luz halógena promoveu uma profundidade de polimerização significativamente maior (A2- 6,40mm, A4- 5,19mm) que o aparelho LED (A2- 5,33mm, A4- 4,27mm), mas de acordo com o requerido pelo fabricante. O teste ANOVA mostrou que não houve diferença significativa na força compressiva das amostras produzidas tanto no sistema LED como no sistema luz halógena. O espectro de luz de ambas as unidades diferiu, enquanto o aparelho de luz halógena mostrou uma larga distribuição do comprimento de onda comum com pico de energia de 497nm, o aparelho LED emitiu a maior quantidade de luz produzida a 465nm. Com relação à intensidade de luz, o aparelho LED apresentou uma potência de 350mW/cm² e o aparelho luz halógena um total de 755mW/cm². De acordo com os resultados, ambos aparelhos mostraram suficiente potência para produzir uma profundidade de polimerização suficiente, assim como resistência a compressão. Os autores ainda destacam vantagens inerentes ao sistema LED, tais como potência constante durante a vida útil dos diodos e um grande potencial para alcançar uma qualidade de polimerização das resinas composta de forma satisfatória clinicamente.

O processo de inovação tecnológica, presente nas diversas áreas de conhecimento, na Odontologia pode ser verificado através do grande número de aparelhos de diferentes tipos e modelos os quais o Cirurgião-Dentista pode lançar mão. Esses equipamentos vão desde os

aparelhos do sistema de luz halógena e os sistemas LEDs (*Ligth Emitting Diodes*) como citados anteriormente, até aparelhos como o laser de argônio e arco de plasma de xenônio, com a finalidade de melhorar cada vez mais o desempenho dos materiais odontológicos, bem como facilitar e tornar os procedimentos técnicos mais rápidos (Montenegro et al.⁴⁰, 2003).

Neugebauer et al.⁴¹ (2004) investigaram *in vitro* a fotoativação com o sistema luz halógena (Optilux 401, Demetron, USA) e sistema arco de plasma (PAC Light, American Dental Technologies, USA) na adesão de braquetes metálicos e cerâmicos em incisivos bovinos. Seus resultados não revelaram diferenças significativas com relação aos valores médios de adesão entre essas duas fontes de fotoativação. Eventualmente, valores inferiores de adesão foram observados quando da utilização de braquetes cerâmicos. A intensidade de luz do sistema de arco de plasma utilizado neste estudo foi de 1196 mW/cm², isto é, 4,5 vezes maior quando comparado ao sistema de luz halógena, que apresentou uma intensidade de luz de 265 mW/cm². No entanto, a tecnologia arco de plasma ainda necessita de adequações, principalmente no que se refere à geração de calor, o que poderia levar ao superaquecimento e eventuais estímulos nocivos ao tecido pulpar. Um aumento da temperatura intrapulpar acima de 42⁰C pode acusar danos irreversíveis ao tecido pulpar durante a fotoativação por um período de 5 e 10s de resinas compostas em preparos cavitários de Classe II. Mesmo considerando-se que a colagem de braquetes ortodônticos é realizada somente em esmalte sadio e a distância entre o tecido pulpar e a fonte ativadora é maior, a tecnologia arco de plasma ainda merece aperfeiçoamentos para uma maior difusão de sua utilização com segurança em Odontologia.

Felix et al.²⁴, em 2006, estudaram o efeito da redução do tempo de polimerização, por meio de avaliação da microdureza de resinas compostas, polimerizadas por LED e luz halógena. Foram utilizadas 10 resinas compostas: Z250 A2 e B0,5 (3M ESPE); Supreme A2D e A2B (3M ESPE); Esthet X A2B e A20 (Dentsply); Heliomolar A2C e 110t (Ivoclar-Vivadent) e Tetric Ceram A2 e Bleach XL (Ivoclar-Vivadent), polimerizadas de duas formas, com 50% do tempo recomendado pelo fabricante e 100% da potência ou com 100% do tempo recomendado pelo fabricante e 50% de potência. Foram confeccionadas cavidades Classe I em dentes molares humanos extraídos apresentando 1,5mm de comprimento e de largura e 4mm de profundidade, e as resinas compostas foram compactadas nas mesmas. Os aparelhos fotopolimerizadores LED Freelight 2 (3M ESPE) e Elipar Trilight (3M ESPE), foram utilizados e operados a uma distância de 2 e 9mm entre a ponta ativa e as restaurações. Após a avaliação do teste de microdureza, quando a fonte fotopolimerizadora apresentou-se a 2mm de distância, o aparelho LED obteve igual ou melhor desempenho que o sistema halógeno, quando as resinas compostas foram expostas tanto pela metade do tempo recomendado pelos fabricantes ou, em 100% do tempo recomendado. A 9mm de distância da fonte, o sistema LED teve um desempenho melhor a uma profundidade de 1,5mm, e além dessa profundidade, as resinas compostas apresentaram menores valores de microdureza. Os autores concluíram que a redução do tempo de exposição do aparelho fotopolimerizador pode apresentar uma vantagem clínica no que se refere à diminuição do tempo de atendimento dos pacientes.

Hildebrand et al.³¹, em 2007, compararam *in vivo* e *in vitro*, a adesão de braquetes ortodônticos após a fotoativação com laser de argônio e sistema luz halógena convencional. Para o estudo *in vivo*, a amostra foi composta por 23 voluntários cujo protocolo ortodôntico indicava a exodontia

de quatro pré-molares, os quais foram divididos aleatoriamente em cada um dos grupos de acordo com o sistema de fotoativação, sendo que os braquetes foram removidos após o período de 14 dias. Para o estudo *in vitro*, foram utilizados quatro pré-molares extraídos de 25 voluntários que apresentavam o mesmo protocolo do grupo anterior. O método de colagem dos braquetes foi o mesmo para ambos os grupos, sendo que o tempo de fotoativação para o grupo laser de argônio AccuCure 1000 (Lasermed, USA) foi de 10s, e para o grupo luz halógena Ortholux XT (3M Unitek, USA) foi de 40s. O grupo *in vitro*, após a colagem dos braquetes foi armazenado pelo mesmo período de 14 dias antes da realização do teste de cisalhamento. A intensidade de luz foi medida através de radiômetro sendo determinado o valor de $250\text{mW}/\text{cm}^2$ para o aparelho laser e o valor pré-existente de $480\text{mW}/\text{cm}^2$ para o aparelho luz halógena. Os resultados não revelaram diferenças estatísticas nos valores de adesão quanto ao método de fotoativação, sexo ou arco dentário (superior ou inferior). Porém, os valores médios de adesão obtidos no estudo *in vivo* foram estatisticamente menores quando comparados aos valores obtidos no estudo *in vitro*. Os autores concluíram que o uso de laser de argônio para fotoativação de braquetes ortodônticos é comparável à fotoativação realizada pelo sistema convencional luz halógena. No entanto, a utilização sistemática na clínica ortodôntica ainda é um fator limitante devido ao alto custo do aparelho.

2.2 Adesão de braquetes ortodônticos

Bishara et al.⁰⁸, em 1999, avaliaram *in vitro*, a resistência adesiva de braquetes ortodônticos utilizando-se três diferentes sistemas de colagem: cimento de ionômero de vidro e condicionamento do esmalte com ácido poliacrílico a 20%, adesivo resinoso utilizando condicionamento com ácido fosfórico a 37% e um *primer* convencional e o mesmo adesivo resinoso utilizando *primer* auto-condicionante. Os braquetes foram colados em dentes humanos extraídos de acordo com os diferentes grupos. No grupo 1, os dentes foram condicionados com ácido fosfórico a 37% por 30s e os braquetes colados com o *primer* e adesivo resinoso do sistema Transbond XT (3M Unitek, USA), de acordo com as recomendações do fabricante e atuou como grupo controle, no Grupo 2 os dentes foram condicionados com um *primer* ácido Clearfil Liner Bond 2 (JC Morita Kuraway, Japan) por 30s e o adesivo resinoso utilizado foi o Transbond XT (3M Unitek, USA), e no Grupo 3, os dentes foram condicionados com ácido poliacrílico e os braquetes colados com o cimento Fuji Bond Ortho LC (GC América, USA) de acordo com as recomendações do fabricante. O teste de cisalhamento foi realizado com auxílio de uma máquina de testes Zwick (Zwick GmbH & Co, Germany) no sentido ocluso-gengival na interface braquete-dente. Os resultados indicaram que o sistema ácido fosfórico e adesivo resinoso ortodôntico (grupo controle) apresentou os maiores valores de resistência adesiva ($10,4 \pm 2,8$ MPa). O sistema utilizando o cimento de ionômero de vidro produziu resultados significativamente menores de adesão ($6,5 \pm 1,9$ MPa) em relação ao grupo controle. Os menores valores de adesão foram obtidos quando o *primer* ácido foi utilizado em associação ao adesivo ortodôntico Transbond XT, revelando valores de adesão ainda mais baixos ($2,8 \pm 1,9$ MPa). Os autores concluíram que a utilização do sistema ácido fosfórico/adesivo

resinoso ou sistemas equivalentes apresentam resultados clínicos eficientes na resistência adesiva de braquetes ortodônticos metálicos.

Owens e Miller⁴⁵, em 2000, avaliaram *in vitro*, a resistência adesiva de braquetes metálicos variando-se o tipo de adesivo ortodôntico. A amostra foi composta por 75 pré-molares humanos extraídos e mantidos em solução de formalina a 10% até o momento da colagem, não ultrapassando o período de 3 meses. Foram utilizados braquetes metálicos para pré-molares com adesivo pré-aplicado Optimesh XRT (Ormco Corp., USA), apresentando uma superfície de área de 16mm², em sua base. Os dentes foram aleatoriamente divididos em 3 grupos (n=25). Os grupos 1 e 2, receberam o adesivos Transbond XT (3M Unitek, USA) e Enlight (Ormco, USA). Os dentes foram condicionados com ácido fosfórico a 37% por 30s, lavados por 10s, secos por 5s, aplicado o adesivo e polimerizado pelo tempo de 10s. Os braquetes com adesivo pré-aplicado foram então posicionados, os excessos removidos e polimerizados por 40s, sendo 20s na mesial e 20s na distal de cada braquete. O grupo 3 recebeu a colagem por meio do adesivo à base de ionômero de vidro Fuji Ortho LC (GC América, USA). Os dentes foram condicionados com ácido fosfórico a 37% por 30s, lavados por 10s, secos por 5s, levemente hidratados com água deionizada, aplicado o CIVMR na base do braquete, posicionado o mesmo, removidos os excessos e então polimerizados pelo período de 20s na mesial e 20s na distal de cada braquete. Em todos os grupos a polimerização foi realizada com aparelho de luz halógena apresentando um comprimento de onda entre 400-450nm. Após a colagem, as amostras foram submetidas ao teste de cisalhamento com auxílio de uma máquina universal Instron (Instron Corp., USA) numa velocidade de 0,1mm/min, e a resistência adesiva calculada em MPa. Os resultados revelaram que a força de adesão do adesivo Fuji Ortho LC foi significativamente menor ($5,3\pm 1,2$ MPa) quando comparado aos grupos

Transbond XT ($7,9\pm 2,1$ MPa) e Enlight ($6,8\pm 2,1$ MPa), sendo que estes dois últimos não apresentaram diferenças estatísticas entre si. Com relação ao tipo de falha, o índice de adesivo remanescente revelou que os grupos Transbond XT e Enlight apresentaram-se de forma similar, com poucos espécimes indicando falhas coesivas, enquanto que o grupo Fuji Ortho LC apresentou falhas adesivas na base do braquete exclusivamente. Os autores concluíram que, se o objetivo é a obtenção de força adesiva suficiente para suportar o tratamento ortodôntico, os adesivos resinosos devem ser preferencialmente utilizados em detrimento aos CIVMR.

Bishara et al.⁰⁹, em 2001, compararam *in vitro*, os efeitos da utilização de dois condicionadores do esmalte e dois adesivos ortodônticos na força de adesão de braquetes metálicos. A amostra foi composta por 40 molares humanos extraídos que receberam a colagem de braquetes metálicos da série Victory (3M Unitek, USA), com uma superfície de base medindo $11,5\text{mm}^2$. Os dentes foram divididos aleatoriamente em 2 grupos, de acordo com o sistema adesivo utilizado e os braquetes colados na superfície vestibular dos dentes de acordo com as recomendações dos fabricantes. No grupo 1 o esmalte foi condicionado com ácido fosfórico a 37% por 30s, lavados e secos com jatos de ar. O *primer* foi aplicado na superfície do esmalte e o adesivo Transbond XT (3M Unitek, USA) aplicado na base do braquete, posicionado e polimerizado por luz halógena pelo tempo de 20s. No grupo 2, o adesivo utilizado foi o NRC/Dyract Flow (DeTrey Dentsply, Germany). A superfície do esmalte foi lavada com spray de ar/água, o excesso de água removido com rolo de algodão para evitar o ressecamento excessivo da superfície do esmalte. O NRC (*Non Rinse Conditioning*) é uma solução condicionadora que não necessita de lavagem. A mesma foi aplicada por 20s, e em seguida, a superfície foi seca com jatos de ar por 5s. O adesivo Dyract Flow foi então aplicado da seringa

diretamente na base do braquete e este posicionado na superfície do esmalte, sendo polimerizado por 40s com luz halógena. Os espécimes foram armazenados em água deionizada a 37⁰C por 24h, quando então foram submetidos ao teste de cisalhamento com auxílio de uma máquina universal Zwick (Zwick Gm bH & Co, Germany) com uma velocidade de 5mm/min. Após a remoção dos braquetes, foi realizado o índice de adesivo remanescente de acordo com a seguinte escala: 1 = presença de todo adesivo na superfície, 2 = mais de 90% de adesivo na superfície, 3 = entre 10-90% de adesivo na superfície, 4 = menos de 10% de adesivo na superfície e 5 = ausência de adesivo na superfície. Os resultados do teste t de Student indicaram que o sistema NRC/Dyract apresentou resultados de adesão significativamente menores ($1,7\pm 0,9$ MPa) que o sistema convencional Transbond XT ($10,4\pm 2,8$ MPa). Com relação ao índice de adesivo remanescente, o teste qui-quadrado indicou que o uso do Dyract Flow apresentou uma maior frequência do escore 3 (mais de 10% e menos de 90% de adesivo presente na superfície do esmalte), indicando um tipo de fratura mais coesiva, e que houve uma diferença estatística entre os dois grupos estudados. Os autores concluíram que o sistema NRC/Dyract Flow não atingiu os níveis mínimos de adesão sugeridos por Reynolds (5,0 – 7,0 MPa), não devendo portanto, serem utilizados na colagem de braquetes ortodônticos metálicos.

Bishara et al.¹⁰, em 2002, avaliaram *in vitro*, o efeito da contaminação salivar quando da utilização de *primers* auto-condicionantes na adesão de braquetes ortodônticos. A amostra foi composta por 52 molares humanos extraídos por indicação ortodôntica. Foram utilizados braquetes metálicos APC II (3M Unitek, USA) com adesivo pré-aplicado medindo em sua superfície de base de 11,7mm². Os dentes foram divididos aleatoriamente em 4 grupos de acordo com a colagem realizada. O grupo 1

(controle) foi condicionado com *primer* auto-condicionante Angel I (3M ESPE, USA) pelo tempo de 15s, levemente seco com jato de ar e polimerizado por 10s. Os braquetes com adesivo pré-aplicado foram então posicionados e polimerizados por 20s. No grupo 2 (contaminação antes do condicionamento) a superfície do esmalte foi contaminada com saliva humana por 10s, a seguir a superfície recebeu um breve jato de ar por 5s e, então, o *primer* auto-condicionante Angel I foi aplicado pelo tempo de 15s, levemente seco com jato de ar e polimerizado por 10s. Os braquetes com adesivo pré-aplicado foram então posicionados e polimerizados por 20s. No grupo 3 (contaminação após o condicionamento), os dentes foram condicionados com o *primer* auto-condicionante Angel I pelo tempo de 15s, levemente seco com jato de ar e polimerizado por 10s. A superfície do esmalte foi contaminada por saliva humana por 10s, a seguir a superfície recebeu um breve jato de ar por 5s. Os braquetes com adesivo pré-aplicado foram então posicionados e polimerizados por 20s. No grupo 4 (contaminação antes e após o condicionamento), a superfície foi contaminada com saliva por 10s e levemente seca com jatos de ar por 5s. O *primer* auto-condicionante Angel I auto-condicionante foi aplicado por 15s, levemente seco por 5s e polimerizado por 10s. O procedimento de contaminação foi novamente repetido. Os braquetes foram então posicionados e polimerizados por 20s. Todas as amostras permaneceram em água deionizada a 37⁰C por 24h até a realização do teste de cisalhamento, o qual foi feito com auxílio de máquina universal Zwick (Zwick GmmH & Co. ,Germany) com uma velocidade de 5mm/min. Os resultados da análise de variância indicaram que os valores médios de adesão para os 4 grupos foram estatisticamente diferentes. Através do teste de Tukey, o grupo 4, que recebeu a contaminação antes e após o condicionamento resultou num valor de adesão significativamente menor ($1,7\pm 1,4$ MPa) quando comparado com o grupo controle ($6,0\pm 3,5$ MPa), assim como para os grupos que receberam a contaminação tanto antes

($4,8\pm 3,3$ MPa) como depois ($4,8\pm 3,3$ MPa) da aplicação do *primer* auto-condicionante. Os autores concluíram que a redução do número de passos clínicos durante os procedimentos de colagem com o uso de *primers* auto-condicionantes, os clínicos podem minimizar a perda de esmalte, economizar tempo, assim como reduzir o potencial de contaminação durante a colagem. Os resultados neste estudo indicam que os *primers* auto-condicionantes apresentam um potencial para o uso na colagem de braquetes ortodônticos, mesmo após sofrerem uma leve contaminação salivar.

Yamada et al.⁵⁷, em 2002, avaliaram *in vitro*, a força de adesão de braquetes ortodônticos metálicos na superfície de esmalte bovino, com relação ao uso de *primers* auto-condicionantes e adesivos resinosos. A amostra foi composta por 72 incisivos bovinos e foram utilizados os braquetes metálicos da série Edgewise 100-1100 (Dentsply-Sankin, Japan) com superfície de base de $9,64\text{mm}^2$. Os espécimes foram divididos aleatoriamente em 4 grupos de acordo com o condicionamento e adesivo ortodôntico utilizados. No grupo 1 os dentes foram condicionados com ácido fosfórico a 40% por 40s, lavados por 20s e secos. O *bond* F Bond (Kuraray Medical, Japan) foi aplicado e polimerizado por 10s. A seguir, os braquetes receberam a pasta adesiva Kurasper F (Kuraray, Japan), foram posicionados e polimerizados por 20s, de acordo com as recomendações do fabricante. No grupo 2, os dentes foram condicionados com *primer* auto-condicionante Megabond por 30s, o excesso removido com breve jato de ar. A seguir, o mesmo *bond* e pasta adesiva utilizados no grupo 1 foram executados. O grupo 3 recebeu o condicionamento com ácido poliacrílico do sistema Fuji Ortho LC (GC Dental Industries Corp., Japan) por 20s, lavados por 20s e secos com jato de ar. Os braquetes foram colados com CIVMR Fuji Ortho LC (GC Dental Industries Corp., Japan) e polimerizados por 20s de acordo com as recomendações do fabricante. Para o grupo 4, a superfície do esmalte foi

condicionada com o *primer* auto-condicionante Megabond por 30s, removido o excesso com jatos de ar, e alicado o CIVMR Fuji Ortho LC na base do braquete utilizado para a colagem, como realizado no grupo 3. Todos os espécimes foram armazenados em água deionizada a 37°C por 24h, e a seguir foram submetidos ao teste de cisalhamento com auxílio de máquina universal TCM-500CR (Shinkoh, Japan) numa velocidade de 2mm/min. Após a realização do teste, as amostras foram avaliadas quanto ao índice de adesivo remanescente, de acordo com a seguinte escala: 0 = ausência de adesivo na superfície, 1 = menos de 50% de adesivo na superfície, 2 = mais de 50% de adesivo na superfície e, 3 = presença de todo adesivo na superfície do dente e impressão da base do braquete. Os resultados mostraram que o grupo 1 (ácido fosfórico + adesivo resinoso) apresentou uma força de adesão significativamente maior ($12,2\pm 3,3$ MPa) quando comparado aos 3 demais grupos. Não existiram diferenças entre os grupos 2 (*primer* auto-condicionante + adesivo resinoso) com valor de $8,8\pm 2,9$ MPa, o grupo 3 (ácido poliacrílico + CIVMR) com valor de $8,6\pm 3,0$ MPa e o grupo 4 (*primer* auto-condicionante + CIVMR) com valor de $7,9\pm 2,7$ MPa. Com relação ao índice de adesivo remanescente, o teste qui-quadrado não apresentou diferenças entre os 4 grupos. Os autores concluíram que o *primer* auto-condicionante Megabond pode ser um material de escolha durante a etapa de condicionamento do esmalte na colagem de braquetes ortodônticos quando associado ao CIVMR.

Bishara et al.¹¹, em 2003, avaliaram o efeito da polimerização com luz halógena e LED na força de adesão de braquetes ortodônticos metálicos. A amostra foi composta por 40 molares humanos extraídos, lavados e polidos com pedra pomes e água por 10s. A superfície vestibular do esmalte foi condicionada com ácido fosfórico a 37% por 20s, lavados pelo mesmo período e secos com jatos de ar por 10s. Foram utilizados braquetes

metálicos para incisivos do tipo APC II (3M Unitek, USA), com adesivo pré-aplicado, tendo como superfície de base uma área de $11,8\text{mm}^2$. A amostra foi então dividida em 2 grupos, de acordo com o sistema de polimerização recebido. No grupo 1 a polimerização foi realizada com o sistema luz halógena com o auxílio do aparelho Ortholux XT pelo tempo de 20s para cada braquete. O grupo 2 recebeu a polimerização com o sistema LED, utilizando o aparelho UltraLume 2, também pelo tempo de 20s. Este aparelho, em especial, possui 2 saídas de luz, permitindo que 2 braquetes possam ser polimerizados no mesmo momento. Os espécimes foram submetidos ao teste de cisalhamento 30min pós-colagem com auxílio de máquina universal Zwick (Zwick GmbH, Germany), com uma velocidade de 5mm/min. Os resultados revelaram que os valores médios de adesão foram de $5,1\pm 2,5\text{MPa}$ para o grupo 1 (halógena) e de $6,0\pm 3,1\text{MPa}$ para o grupo 2 (LED), sendo que o teste t de student não revelou diferenças estatísticas entre os mesmos. Os autores concluíram que a polimerização tanto com o sistema luz halógena, como com o sistema LED, apresentam resultados similares no que se refere à resistência adesiva de braquetes ortodônticos metálicos na superfície de esmalte, sendo desta maneira ambas indicadas na prática ortodôntica.

Buyukyilmaz et al.¹⁸, em 2003, avaliaram *in vitro*, os efeitos de 3 *primers* auto-condicionantes na adesão de braquetes ortodônticos à superfície de esmalte. A amostra foi composta por 80 pré-molares humanos, extraídos por motivos ortodônticos. A superfície vestibular dos dentes foi polida, lavada e seca antes da colagem. Os espécimes foram divididos aleatoriamente em 4 grupos (n=20), de acordo com o condicionamento recebido. O grupo 1 recebeu o condicionamento com ácido fosfórico a 37% por 30s, lavados e secos com jatos de ar. O *primer* líquido do Transbond XT (3M Unitek, USA) foi aplicado antes da colagem dos braquetes. O grupo 2 foi

condicionado com o sistema Clearfil SE Bond, que consiste no *primer* auto-condicionante e *bonding*. O *primer* auto-condicionante foi aplicado por 20s e levemente seco com jato de ar, o *bonding* foi então aplicado, levemente seco com jato de ar e polimerizado por 10s. O grupo 3 recebeu o sistema Etch & Prime 3,0, um *primer* auto-condicionante de 2 componentes (Universal e Catalisador). Uma gota de cada componente foi misturada e com aplicador próprio foi aplicada uma camada na superfície do esmalte e permanecendo por 30s. Um leve jato de ar foi aplicado por 5s e polimerizado por 10s. O grupo 4 foi condicionado com o sistema Transbond SEP. Para a ativação, os dois componentes são misturados na própria embalagem, e o produto desta mistura foi aplicado de forma ativa por 3s, e a superfície levemente seca por 2s. Em todos os grupos foram utilizados os braquetes metálicos (GAC International, USA) com uma superfície de base de $12,6\text{mm}^2$, e colados com o adesivo resinoso ortodôntico Transbond XT (3M Unitek, USA). Os espécimes foram polimerizados com auxílio do aparelho Ortholux XT (3M Unitek, USA) pelo tempo de 20s na superfície mesial e 20s na superfície distal dos braquetes. Após a colagem, os grupos permaneceram em água destilada a 37°C por 24h até serem submetidos ao teste de cisalhamento, o qual foi realizado com máquina universal (Model 500 Testometric, UK), com uma velocidade de $0,5\text{mm}/\text{min}$. Os resultados revelaram que o grupo 4 - Transbond SEP apresentou os maiores valores de resistência adesiva ($16,0\pm 4,5\text{MPa}$), seguido do grupo 1 - ácido fosfórico/Transbond XT com uma média de $13,1\pm 3,1\text{MPa}$. Valores inferiores foram encontrados no grupo 2 - Clearfill SE ($11,5\pm 3,3\text{MPa}$) e no grupo 3- Etch & Prime ($9,9\pm 4,0\text{MPa}$). Os autores concluíram que o uso de *primers* auto-condicionantes parece indicar que os mesmos são efetivos na produção de uma resistência adesiva adequada de braquetes ortodônticos metálicos.

Bertoz⁰⁷ (2004) avaliou, *in vitro*, a resistência adesiva de braquetes ortodônticos em 180 dentes bovinos com a utilização de 3 sistemas adesivos fotoativados pelo sistema luz halógena. Os sistemas adesivos utilizados foram o Transbond XT (3M Unitek), Transbond XT Plus Self Etching Primer (3M Unitek) e Transbond XT (3M Unitek) Plus Tyrian SPE One Step Plus (Bisco) nos tempos imediato e 24h pós-colagem. O sistema Transbond XT consistiu no condicionamento convencional com ácido fosfórico a 37% e aplicação do *primer* e adesivo resinoso. O sistema Transbond XT Plus SEP consistiu na aplicação do *primer* auto-condicionante e adesivo resinoso. O sistema Transbond XT Plus Tyrian SPE One Step Plus consistiu na aplicação do *primer* auto-condicionante Tyrian e adesivo resinoso Transbond XT. O teste de cisalhamento foi realizado com auxílio de uma máquina de ensaio Versat 2000, com uma velocidade de 1mm/minuto. Os sistemas Transbond XT, Transbond XT Plus Self Etching Primer e Transbond XT Plus Tyrian apresentaram, respectivamente, valores médios de resistência ao cisalhamento de 7,43, 7,09 e 3,41MPa imediatamente após a colagem, e de 7,42, 8,81 e 5,35MPa no tempo de 24h pós-colagem, sendo que existiram diferenças estatísticas (5%) entre os grupos Tyrian e Transbond XT (independente do condicionamento ácido) para ambos os tempos de estudo. O autor concluiu que o sistema Tyrian apresentou resistência adesiva significativamente menor em relação aos grupos Transbond XT, que apresentaram médias de resistência ao cisalhamento similares, independentemente do tipo de condicionamento prévio do esmalte (sistemas convencional e auto-condicionante).

Rajagopal et al.⁴⁹, em 2004, avaliaram *in vitro*, a influência de diferentes *primers* sob o efeito da contaminação salivar na adesão de braquetes ortodônticos. A amostra foi composta por 120 pré-molares

humanos extraídos por motivos ortodônticos e dividida em 6 grupos (n=20), sendo grupos 1, 2 e 3 com ausência de contaminação e grupos 4, 5 e 6 com presença de contaminação. Foram utilizados braquetes metálicos para pré-molares superiores da série Gemini (3M Unitek, USA) e o adesivo resinoso Transbond XT (3M Unitek, USA) para todos os espécimes. O grupo 1 foi condicionado com ácido fosfórico a 37% por 15s, lavagem pelo mesmo período, seco com jatos de ar por 5s e aplicado o *primer* Transbond XT (3M Unitek, USA). O grupo 2 recebeu o condicionamento com ácido fosfórico a 37% por 15s, lavagem pelo mesmo período, seco com jatos de ar por 5s e aplicado o *primer* Transbond MIP – *Moisture-Insensitive-Primer* (3M Unitek, USA). O grupo 3 foi condicionado com o *primer* auto-condicionante Transbond SEP (3M Unitek, USA) aplicado de forma ativa na superfície do esmalte por 3s, conforme recomendado pelo fabricante. Para os grupos 4, 5 e 6, os mesmos procedimentos de condicionamento e aplicação do *primer* foram realizados, quando então sofreram uma contaminação salivar após realizada esta etapa. Os braquetes foram então colados com o adesivo resinoso Transbond XT (3M Unitek, USA) e polimerizados por 40s com luz halógena. Os espécimes foram armazenados em água destilada a 37°C durante 24h até a realização do teste de cisalhamento, o qual foi feito com auxílio de máquina universal (Model LR Lloyd Universal). Os resultados mostraram que sob condições de ausência de contaminação, o *primer* auto-condicionante Transbond SEP apresentou os maiores valores de adesão (11,10±2,56MPa), seguido pelo *primer* convencional Transbond XT (9,54±3,86MPa) e o *primer* hidrofílico Transbond MIP (9,27±1,71MPa). Em condições de contaminação, os maiores valores foram obtidos no grupo *primer* hidrofílico Transbond MIP (9,07±1,99MPa), seguido do *primer* auto-condicionante Transbond SEP (10,79±2,43MPa) e do sistema *primer* convencional Transbond XT (4,69±3,10MPa). Todos os grupos apresentaram valores médios de adesão significativamente maiores quando comparados ao

grupo 4. Os autores concluíram que o *primer* convencional não oferece uma adesão adequada sob condições de contaminação. Os *Primers* auto-condicionantes (SEP) e MIP (*primers* insensíveis à umidade) oferecem adesão adequada sob ambas as condições, na presença ou ausência de contaminação sendo, portanto, indicados na colagem de braquetes ortodônticos metálicos.

Usumez et al.⁵⁵, em 2004, avaliaram *in vitro*, o efeito da polimerização pelo sistema luz halógena e pelo sistema LED na adesão de braquetes ortodônticos. A amostra foi composta por 80 pré-molares humanos extraídos por indicações ortodônticas. O condicionamento da superfície do esmalte foi realizado com ácido fosfórico a 37% pelo tempo de 30s, lavados pelo mesmo período e secos com jatos de ar por 20s. Os dentes receberam a colagem de braquetes metálicos da série Generous (GAC, USA) com uma superfície de base de 12,6mm². Os braquetes foram colados com o adesivo resinoso Transbond XT (3M Unitek, USA), e os excessos removidos previamente à polimerização. Uma fonte de luz halógena convencional (XL3000, 3M Dental Products, USA) foi utilizada para a polimerização pelo tempo de 40s (20s na superfície mesial e 20s na superfície distal) no grupo 1. Os grupos 2, 3 e 4 foram polimerizados com o sistema LED (Elipar FreeLight, 3M ESPE, Germany) pelos tempos totais de 10, 20 e 40s, respectivamente. Após a colagem, todos os espécimes foram armazenados em água destilada a 37⁰C durante 24h até serem submetidos ao teste de cisalhamento, o qual foi realizado com auxílio de máquina universal (Model 500, Testometric, UK) com uma velocidade de 0,5mm/min. Os resultados revelaram que através do teste de Duncan, os valores de resistência adesiva produzidos pelo grupo luz halógena-40s (13,1±3,1MPa), grupo LED-20s (13,9±4,8MPa) e o grupo LED-40s (12,7±5,1MPa) não foram diferentes estatisticamente. No entanto, os valores de resistência adesiva do grupo

LED-10s ($9,1 \pm 3,1$ MPa) foi significativamente menor dos demais grupos. Os autores concluíram que os resultados encontrados são promissores no uso do sistema LED na adesão de braquetes ortodônticos, considerando-se a possível redução do tempo de fotoativação quando este sistema é aplicado.

Silta et al.⁵¹ (2005) avaliaram, *in vitro*, a capacidade de fotoativação dos sistemas LED e luz halógena na adesão de braquetes ortodônticos metálicos com diferentes tempos de fotoativação. Para tanto, foram utilizados 180 molares humanos e a colagem de braquetes metálicos da série Victory (3M Unitek USA) com APC (adesivo pré-aplicado). As superfícies vestibulares dos dentes foram tratadas com *primer* auto-condicionante (Transbond SEP - 3M Unitek) de acordo com a recomendação do fabricante. Os braquetes foram colados com auxílio de três tipos de aparelhos fotoativadores: Optilux 501 (Demetron) – luz halógena, Ultralume LED 5 (Ultradent) e Otholux LED (3M Unitek), utilizando-se os tempos de polimerização de 20, 10 e 6s. Os espécimes foram submetidos ao teste de cisalhamento no período de 30min pós-colagem dos braquetes em uma máquina de ensaio universal (Instron, modelo 1541s) com velocidade de 1mm/minuto, sendo a superfície da base do braquete de $9,81 \text{ mm}^2$. Os resultados mostraram que com relação ao tempo de fotoativação, os valores médios de adesão foram menores no tempo de 6s, valores intermediários no tempo de 10s e valores médios superiores no tempo de 20s. Os resultados de resistência adesiva para o aparelho Optilux foram de $7,98 \pm 3,55$ MPa, $4,82 \pm 2,51$ MPa e de $3,31 \pm 2,31$ MPa para os tempos de 20, 10 e 6s, respectivamente. O aparelho Ultralume LED apresentou os valores de $7,03 \pm 1,50$ MPa, $5,17 \pm 1,86$ MPa e $4,45 \pm 1,86$ MPa, respectivamente para os tempos de 20, 10 e 6s. E o grupo Ortholux LED os valores médios de $5,44 \pm 2,23$ MPa, $4,22 \pm 2,31$ MPa e $2,67 \pm 2,31$ MPa para os tempos de 20, 10 e

6s, respectivamente. Desta forma, foi observado que o aparelho Ortholux LED apresentou valores médios inferiores com relação aos aparelhos Optilux e Ultralume LED para todos os tempos avaliados, no entanto, o teste qui-quadrado não revelou diferenças estatísticas entre os 3 grupos estudados.

Mavropoulos et al.³⁵, em 2005, avaliaram *in vitro* o tempo mínimo necessário de fotoativação para a colagem de braquetes ortodônticos metálicos utilizando dois sistemas LEDs. A amostra foi composta por 75 incisivos bovinos que foram condicionados com ácido fosfórico a 35% por 30s, lavados por 10s e levemente secos por 5s. A superfície vestibular recebeu então a aplicação do *primer* Transbond XT (3M Unitek, USA). Em todos os espécimes foram utilizados os braquetes metálicos Mini Diamond Twin (Ormco, USA) colados com o adesivo resinoso fotopolimerizável Transbond XT (3M Unitek, USA). A amostra foi então dividida em 5 grupos de acordo com o sistema de fotoativação. Os grupos 1 e 2 foram fotoativados com o sistema LED Ortholux (3M Unitek, USA) pelos tempos de 5 e 10 segundos. Os grupos 3 e 4 foram fotoativados pelo sistema LED Ultralume (Ultradent Products Inc., USA) também pelo tempo de 5 e 10s. O grupo 5 (controle) foi fotoativado pelo sistema luz halógena Optilux (Kerr, USA) pelo tempo de 40 segundos. Os dentes permaneceram em água a 37⁰C por 24h, até a realização do teste de cisalhamento que foi efetuado com a máquina universal Instron (Instron Corp., USA) com uma velocidade de 0,5mm/minuto. Após a remoção dos braquetes, o índice de adesivo remanescente foi realizado em estereomicroscópio (10X magnificação) de acordo com a seguinte classificação: 0 (ausência de adesivo na superfície do esmalte), 1 (menos da metade de adesivo remanescente na superfície do esmalte), 2 (mais da metade de adesivo remanescente na superfície do esmalte) e 3 (todo o adesivo remanescente na superfície do esmalte com a impressão da base do braquete). Os resultados mostraram que os valores de

adesão foram significativamente diferentes entre os grupos, sendo que o sistema luz halógena apresentou o maior valor médio de adesão ($19,2\pm 6,8\text{MPa}$), enquanto que os grupos LED Ultralume e LED Ortholux, para o tempo de 5s, apresentaram os menores valores ($9,5\pm 4,3\text{MPa}$ e $11,3\pm 4,9\text{MPa}$, respectivamente). Por outro lado, com o tempo de fotoativação de 10s, os resultados de adesão para os dois sistemas LED foram comparáveis ao sistema luz halógena. A análise microscópica do sítio da fratura revelou que a grande maioria das fraturas ocorreu na interface braquete-adesivo, embora não foram verificadas diferenças significativas entre os 5 grupos. Os autores concluíram que os sistemas LED podem reduzir o tempo de fotoativação para apenas 10s e propiciar uma adesão adequada de acessórios ortodônticos. Ainda segundo os autores, o sistema LED quando comparado ao sistema luz halógena, requer menos energia para operar o que permite ser utilizado pelo sistema sem fio, além de sua vida útil ser de 10.000h e apresentar um valor relativamente acessível para a sua aquisição.

Em 2005, Turkkahraman e Kuçukesmen⁵⁴ compararam *in vitro*, a adesão de braquetes ortodônticos fotoativados pelos sistemas luz halógena e LED. Para tanto, utilizaram 45 pré-molares humanos que foram condicionados com ácido fosfórico 37% por 30s e lavados com água pelo mesmo período. Foram utilizados braquetes metálicos para pré-molares (Ormco Corp., USA) com uma superfície de base de $9,63\text{mm}^2$ colados com adesivo fotoativado Light Bond (Reliance Orthodontic Products, Inc., USA). Previamente à colagem dos braquetes foi aplicado um *primer* na superfície do esmalte e fotoativado por 20s e também aplicado na base do braquete e fotoativado por 10s. A amostra foi então dividida em três grupos (n=15) de acordo com o sistema de fotoativação, Grupo 1, fotoativado pelo aparelho MiniLed – *fast-mode* (Satelec, France) por 20s; Grupo 2, fotoativado pelo

aparelho Heliolux DLX – *soft-start* (Vivadent ETS, Liechtenstein) por 40s e Grupo 3 (controle), fotoativado pelo sistema luz halógena por 40s. Os espécimes foram armazenados em água destilada a 37°C pelo período de 24h, e então submetidos ao teste de cisalhamento com auxílio de máquina universal de ensaio (Lloyd, Fareham, England) com uma velocidade de 0,5mm/min. Os resultados revelaram que todos os grupos apresentaram valores de adesão superiores aos valores clinicamente aceitáveis (superiores à 8MPa). Os valores médios de adesão foram de 17,14±5,75MPa, 23,86±6,20MPa e de 17,38±5,41MPa para os Grupos 1, 2 e 3, respectivamente. O teste Anova indicou uma diferença estatística entre os grupos, e os maiores valores médios de adesão foram verificados no Grupo 2 (*soft-start* LED), no entanto, diferenças entre os Grupos *fast-mode* LED e Luz Halógena não foram verificadas. Os autores justificam o tempo maior de fotoativação (40s para o sistema *soft-start* LED) devido ao tempo maior para o aparelho atingir a sua maior potência de luz. Desta forma, concluíram que os sistemas LED são efetivos na fotoativação de braquetes ortodônticos metálicos, que o tempo de 20s para o sistema LED é comparável ao tempo de 40s pelo sistema luz halógena, e ainda, que o sistema *soft-start* LED apresentou valores médios de adesão superiores ao sistema tradicional luz halógena.

Gronberg et al.²⁶, em 2006, avaliaram *in vitro*, a adesão de braquetes ortodônticos metálicos com relação ao tempo e à distância entre a fonte ativadora (LED) e o adesivo ortodôntico. A amostra foi composta por 135 incisivos bovinos que receberam aplainamento da superfície vestibular com auxílio de lixas d'água (granulação 600). Os espécimes foram condicionados com ácido fosfórico a 37% (3M Unitek, USA) por 15 segundos, lavados pelo mesmo período e secos com jato de ar por 5 segundos. Uma camada de *primer* do sistema Transbond XT (3M Unitek, USA) foi então

aplicada à superfície. Braquetes metálicos para incisivos superiores (3M Unitek, USA) com adesivo Transbond XT (3M Unitek) foram posicionados nas superfícies vestibulares e fotoativados de acordo com a classificação dos grupos. A amostra foi dividida em grupos (n=15) de acordo com o tempo de fotoativação (5, 10, 20 e 40s) e à distância da ponta ativa do aparelho de fotoativação de 1 ou 10mm, utilizando-se o sistema LED. O grupo controle (n=15) consistiu na utilização do sistema luz halógena (Ortholux XT, 3M Unitek, USA), com tempo total de fotoativação de 20s. Os espécimes foram armazenados em água deionizada a 37°C por 24h até a realização do teste de cisalhamento, que foi conduzido com máquina universal Instron (Instron Corp. USA) com uma velocidade de 0,5mm/minuto. Após a remoção dos braquetes, o índice de adesivo remanescente foi verificado com auxílio de estereomicroscópio (20X). O resultado do teste Anova - 2 fatores revelou não existir significância entre a interação tempo e distância da fonte, e não apresentar diferenças significantes entre as distâncias de 1 e 10mm, mas apresentou diferenças com relação ao tempo de fotoativação. A adesão no tempo de 5s foi significativamente menor ($7,5 \pm 4,9$ MPa) com relação aos tempos de 10s ($11,76 \pm 5,6$ MPa), de 20s ($14,8 \pm 6,1$ MPa) e de 40s ($17,5 \pm 6,9$ MPa) para os grupos LED. O grupo controle (luz halógena, 20s) apresentou valores médios de $20,6 \pm 4,0$ MPa. O índice de adesivo remanescente não revelou diferenças com relação à distância da fonte ativadora, mas sim em relação ao tempo de fotoativação. Os autores concluíram que a fotoativação pelo sistema LED pelo tempo de 10s ou acima deste, revelaram valores médios de adesão clinicamente aceitáveis. Tempo de exposição superiores a este parecem ser desnecessários. Além disso, não foram encontradas diferenças com relação à distância de 1 ou 10mm da ponta ativa dos aparelhos fotoativadores e a base do braquetes.

Outro item a ser considerado é em relação à superfície de base dos braquetes. Cozza et al.²⁰, em 2006, avaliaram 5 tipos de braquetes, variando-se a superfície de base dos mesmos, sendo que o condicionamento do esmalte foi realizado com ácido fosfórico a 35% associado ao sistema Transbond XT. As superfícies de base dos braquetes eram de: 5,9 mm², 8,97 mm², 9,25 mm², 10,4 mm² e 12,0mm². Os resultados revelaram que a resistência adesiva, após o teste de cisalhamento foi de 33,0MPa, 30,48MPa, 15,70MPa, 29,07MPa, e de 17,92MPa, respectivamente. Os autores concluíram que todos os braquetes apresentaram resistência adesiva aceitáveis. O aumento da superfície da base dos braquetes pode aumentar a capacidade de adesão, mas também pode causar problemas na adaptabilidade dos mesmos. Os autores concluíram que braquetes que tenham uma superfície de base de pelo menos 7,0mm² podem ser utilizados na clínica ortodôntica.

Yamamoto et al.⁵⁸ (2006) avaliaram, *in vitro*, a adesão de braquetes ortodônticos em dentes bovinos, utilizando diferentes adesivos ortodônticos após diferentes períodos de armazenamento pós-colagem (5, 10 e 60min e 24h). Os adesivos ortodônticos utilizados foram Beauty Ortho Bond (Shofu, Japão), Transbond XT e Transbond SEP (3M Unitek, USA), Kurasper F (Kuraray Medical, Japão) e SuperBond Orthomite (Sun Medical, Japão). Foram utilizados braquetes metálicos medindo em sua superfície de base 15,56mm² (One Piece Bracket L11, Kano, Japão). O sistema de fotoativação foi realizado com auxílio do aparelho Optilux 501 (Modelo 100, SDS Kerr), sistema luz halógena. Para os grupos Beauty Ortho Bond e Transbond Plus, o tempo da fotoativação foi de 10s para cada face interproximal, enquanto que para o grupo Kurasper F foi de 20s para cada face interproximal. Os grupos (n=10), após os períodos de armazenamento em água destilada à 37⁰C, foram testados com auxílio de uma máquina de

ensaio universal (Tipo 4204 Instron, USA). Todos os materiais testados apresentaram os maiores valores médios de adesão nos grupos do período de 24h após a colagem, com valores de $12,1 \pm 1,8$ MPa, $10,4 \pm 3,7$ MPa, $11,2 \pm 3,2$ MPa e $17,0 \pm 4,5$ MPa para os grupos Beauty Ortho Bond, Transbond XT Plus, Kurasper F e Superbond Orthomite, respectivamente. Numericamente, os valores médios de adesão de todos os sistemas adesivos aumentaram com o período de armazenamento, embora o grau deste aumento tenha variado entre os diferentes materiais. O tempo de estabilização, segundo os autores, que seria aquele que não apresentasse diferença estatística significativa comparado ao grupo 24h, foi o de 60min para os grupos Beauty Ortho Bond e Transbond XT Plus. Em contraste, Kurasper F e Superbond Orthomite mostraram aumentos estatisticamente significantes na adesão após o período de 24h. Os resultados também revelaram que a falha na adesão durante os primeiros períodos de armazenamento ocorreram mais frequentemente na interface braquete/adesivo e nos períodos posteriores na interface esmalte/adesivo. Os autores concluíram que, a força de adesão de todos os adesivos testados aumentou com o tempo de armazenamento, e que os tempos de estabilidade inicial quando comparados ao período de 24h diferiram entre si. Estas diferenças no alcance da estabilidade inicial poderiam apresentar implicações clínicas caso os braquetes ortodônticos fossem submetidos a grandes estresses imediatamente após a colagem dos mesmos.

Bishara et al.¹² (2006) avaliaram *in vitro*, se um adesivo universal auto-condicionante Rely X Unicem (3M ESPE, Germany) pode ser utilizado com sucesso na adesão de braquetes ortodônticos na superfície do esmalte. A amostra consistiu de 40 dentes humanos selecionados após a

exodontia de acordo com a presença de superfície vestibular intacta, ausência de lesões de cárie e ausência de tratamentos prévios com agentes químicos (H_2O_2). Braquetes metálicos para incisivos centrais (Victory Series, 3M Unitek, USA) com uma superfície de base medindo $10,30mm^2$ foram utilizados. Os dentes foram divididos em 2 grupos ($n=20$), sendo: Grupo 1, condicionamento com ácido fosfórico gel a 35% por 15s e lavados por 30 s. Em seguida, uma camada de *primer* Transbond XT foi aplicada na superfície do esmalte e a seguir, o adesivo resinoso Transbond XT foi aplicado na base dos braquetes e estes posicionados na superfície vestibular. A fotoativação foi realizada com o sistema luz halógena com um tempo total de 20s (10s em cada face proximal). Para o Grupo 2, o sistema Rely X Unicem foi utilizado de acordo com as recomendações do fabricante e aplicado na base dos braquetes e estes, posicionados na superfície vestibular. A fotoativação foi realizada da mesma forma que o Grupo 1. O teste de cisalhamento foi realizado decorridos 30min pós-colagem com auxílio de uma máquina de testes Zwick (Zwick GmbH, Germany) com uma velocidade de 5,0mm/min. Após a remoção dos braquetes, um índice de adesivo remanescente foi realizado a fim de quantificar a quantidade de adesivo na superfície do esmalte de acordo com a seguinte escala: 1 = presença de todo adesivo na superfície, 2 = mais de 90% de adesivo na superfície, 3 = entre 10-90% de adesivo na superfície, 4 = menos de 10% de adesivo na superfície e 5 = ausência de adesivo na superfície. Os resultados indicaram um valor médio de resistência adesiva de $3,7\pm 2,1MPa$ para o Grupo Rely X Unicem e de $5,9\pm 4,2MPa$ para o grupo Transbond XT, as quais foram significativamente diferentes. Após a realização do índice de adesivo remanescente, também foi verificada uma diferença estatística entre os grupos. Para o Grupo Transbond XT a maioria dos espécimes apresentou os índices 1 e 2 indicando falha na interface braquete-adesivo. Por outro lado, para o Grupo Rely X Unicem, a maioria do adesivo permaneceu no braquete (índices 4 e

5) indicando falha na interface esmalte-adesivo. De acordo com estes resultados, os autores concluíram que o sistema convencional 3 passos (Transbond XT) para a colagem de braquetes ortodônticos apresentou uma força de adesão significativamente maior quando comparado ao sistema auto-condicionante Rely X Unicem. Adicionalmente, também citam que o fabricante deveria considerar alterações na consistência e composição do adesivo Rely X Unicem para que o mesmo possa ser utilizado com sucesso na colagem de braquetes ortodônticos.

Cal-Neto et al.¹⁹ (2006), avaliaram a influência de um *primer* auto-condicionante (Transbond Plus SEP, 3M Unitek) na força de adesão de braquetes metálicos com e sem adesivo pré-aplicado da série Victory (3M Unitek). A amostra foi composta de 23 pacientes que necessitariam de exodontia de 4 pré-molares por razões ortodônticas. Fatores como sexo, idade, raça e diferenças em tipos de maloclusões foram ignorados na seleção. Previamente à exodontia, braquetes metálicos (Victory series, 3M Unitek, USA) com e sem adesivo pré-aplicado apresentando uma superfície de base $10,61\text{mm}^2$, foram colados na superfície vestibular dos dentes, totalizando 92 braquetes. Os dentes foram divididos em 4 grupos da seguinte forma: Grupo 1; condicionamento com ácido fosfórico a 37%, e braquetes convencionais colados com o sistema Transbond XT (*primer* e adesivo resinoso), Grupo 2; condicionamento com ácido fosfórico a 37%, e braquetes com adesivo pré-aplicado (APC II) colados com o sistema Transbond XT (*primer* e adesivo resinoso), Grupo 3; condicionamento com *primer* auto-condicionante (Transbond Plus SEP) e braquetes convencionais colados com o sistema Transbond XT (adesivo resinoso) e Grupo 4; *primer* auto-condicionante (Transbond Plus SEP) e braquetes com adesivo pré-

aplicado (APC II). A fotoativação foi realizada pelo tempo total de 20s para cada espécime com o sistema luz halógena Ortholux XT (3M Unitek), sendo uma irradiação de no mínimo 400mW/cm^2 , verificada com auxílio de radiômetro (Modelo 100, Demetron, USA). Os braquetes foram mantidos na cavidade bucal pelo período mínimo de 30d antes da realização da exodontia. Após este período, os dentes foram extraídos e o teste de cisalhamento realizado com o auxílio de uma máquina universal (Instron Ltd, UK) numa velocidade de 0,5 mm/min e os resultados calculados em MPa. Após a remoção dos braquetes, a superfície vestibular foi examinada através de estereomicroscópio (10X magnificação) e o índice de adesivo remanescente aplicado para cada espécime. O índice utilizado seguiu a seguinte classificação: 0, ausência de adesivo remanescente; 1, menos da metade de adesivo remanescente; 2, mais da metade de adesivo remanescente; e 3, presença de todo material adesivo. Os resultados mostraram os seguintes valores médios de resistência adesiva: Grupo 1 (11,35MPa), Grupo 2 (9,77MPa), Grupo 3 (10,89MPa) e Grupo 4 (10,16MPa). O teste ANOVA não indicou interação significativa entre o condicionamento do esmalte e o tipo de braquete. Não existiu evidência para sugerir uma diferença na força de adesão quando um condicionamento convencional (ácido fosfórico 37% e *primer*) ou quando um sistema auto-condicionante (SEP) foi utilizado. No entanto, uma diferença significativa na força de adesão foi verificada entre os braquetes com e sem adesivo pré-aplicado na base, sendo que este último apresentou valores inferiores. Com relação ao índice de adesivo remanescente, os resultados indicaram não haver diferenças significantes em relação aos 4 grupos estudados. Os autores concluíram não existirem diferenças na força de adesão de braquetes ortodônticos quando o condicionamento convencional (ácido fosfórico 37%) ou o sistema *primer* auto-condicionante (SEP) foi utilizado. Também concluíram que a força de adesão foi significativamente diferente

quando da utilização de braquetes com adesivo pré-aplicado (APC II), mas, no entanto, apresentando valores clinicamente aceitáveis.

Fjeld e Ogaard²⁵, em 2006, avaliaram os efeitos na superfície do esmalte variando-se três tipos de condicionamento na colagem de braquetes ortodônticos metálicos. A amostra foi composta por 15 pré-molares humanos extraídos por indicação ortodôntica, e divididos em três grupos de 5 cada. O grupo 1 recebeu o condicionamento do esmalte com ácido fosfórico a 37% por 30s, lavados pelo mesmo período e secos com jatos de ar. No grupo 2 os espécimes foram condicionados com ácido poliacrílico a 10% Fuji Ortho LC (GC Corporation, Japan) por 20s, lavados com água por 30s e secos com jatos de ar. O grupo 3 foi condicionado com o sistema *primer* auto-condicionante Transbond Plus SEP (3M Unitek, USA) por 3s, lavados por 30s e depois secos com jatos de ar. Em todos os grupos foram utilizados os braquetes metálicos Ormco Edgewise twin (Ormco, USA). Os grupos 1 e 3 foram colados com o sistema Transbond XT *primer* e adesivo resinoso (3M Unitek, USA), enquanto que o grupo 2 foi utilizado o sistema Fuji Ortho LC (GC Corporation, Japan). Após a remoção dos braquetes, a superfície vestibular dos dentes foi analisada com o método de microscopia eletrônica de varredura (XL30, Philips, The Netherlands). Após a análise, o grupo 1 revelou imagens onde a interface entre esmalte e adesivo apresentou-se longa e finos *tags* de resina haviam penetrado na superfície do esmalte. O comprimento dos *tags* variou de poucos microns até 20 μ m, sendo que a maioria se apresentou entre 10 a 20 μ m. No grupo 2, uma superfície delimitada entre o esmalte e o cimento de ionômero de vidro foi aparente, mas não foi verificada a presença de *tags*. Para o grupo 3, finos *tags* de resina, mas em quantidade menor do que no grupo 1 estavam presentes. A

maioria dos *tags* apresentava comprimento de 5 a 10 μ m. Os autores concluíram que a colagem de braquetes ortodônticos utilizando os sistemas auto-condicionante ou condicionamento com ácido poliacrílico podem apresentar benefícios quando comparado ao sistema convencional de condicionamento (ácido fosfórico 37%) devido a menores alterações irreversíveis na superfície do esmalte.

Turk et al.⁵³, em 2007, avaliaram o efeito de um *primer* auto-condicionante na adesão de braquetes ortodônticos após diferentes períodos de armazenamento, e para tanto utilizaram 100 pré-molares humanos superiores. Os dentes foram armazenados em água destilada após a exodontia e selecionados de acordo com características da superfície vestibular como ausência de fraturas e lesões de cárie, como também ausência de pré-tratamentos com agentes químicos como peróxido de hidrogênio. Foram utilizados os braquetes metálicos para pré-molares da série Gemini (3M Unitek) apresentando uma superfície de base de 10,62mm². Os grupos foram divididos de acordo com o tipo de condicionamento do esmalte. No grupo 1 (controle), os dentes foram condicionados com ácido fosfórico à 37% por 30s, lavados por 20s e em seguida secos por 20s. Após o condicionamento, uma camada uniforme de *primer* (Transbond XT Primer; 3M Unitek) foi aplicada. Em seguida, o adesivo resinoso (Transbond XT; 3M Unitek) foi aplicado na base do braquete e este posicionado na superfície do esmalte. Os excessos foram removidos e o adesivo foi então fotoativado pelo tempo total de 20s com auxílio do sistema luz halógena (Hilux 200; Benlioglu Dental Inc., Turkey) com uma intensidade de luz de 600mW/cm². No grupo 2 (experimental), o *primer* auto-condicionante Transbond Plus Self Etching Primer (3M Unitek) foi aplicado na

superfície do esmalte por 3s e levemente espalhado por um jato de ar a fim de se obter uma superfície fina. O procedimento de colagem com o adesivo resinoso Transbond XT foi então realizado como citado no grupo 1. Após este procedimento, os grupos foram sub-divididos em 5 (n=10), de acordo com o tempo de realização do teste de cisalhamento: 5, 15, 30 e 60min e 24h pós-colagem, o qual foi realizado com o auxílio de uma Máquina Universal (Lloyd LRX; Lloyd Instruments Ltd., UK) com uma velocidade de 1mm/min, sendo a força de cisalhamento calculada em MPa. As superfícies vestibulares, após a remoção dos braquetes, foram examinadas com estereomicroscópio (Stemi 2000-C, Carl Zeiss, Germany) com um aumento de 10X para determinar a quantidade de adesivo presente na superfície de acordo com o índice de adesivo remanescente (IAR). O IAR variou entre 0 à 3; com 0 indicando ausência de adesivo; 1, menos da metade de adesivo remanescente; 2, mais da metade de adesivo remanescente; 3, presença de todo adesivo na superfície do esmalte. Os resultados do teste de Análise de variância 2 fatores e os principais efeitos revelaram uma diferença significativa entre os tempos pós-colagem. Entretanto, a interrelação entre o tipo de condicionamento (ácido fosfórico X *primer* auto-condicionante) e o tempo pós-colagem não revelaram diferenças estatísticas significantes. Valores mais baixos de resistência adesiva foram observados no tempo de 5min para o grupo controle (9,51MPa) e para o grupo experimental (8,97MPa). Os valores de adesão aumentaram com o aumento do tempo pós-colagem. Os valores mais altos foram obtidos para o período de 24h para o grupo controle (16,82MPa) e para o grupo experimental (19,11MPa). Diferenças estatísticas também não foram verificadas para os tempos de 5, 15 30 e 60min para ambos os grupos. Entretanto, os valores de adesão obtidos após o período de 24h foram estatisticamente significantes quando comparados aos tempos de 5, 15, 30 e 60min para ambos os grupos. Com relação ao índice de adesivo remanescente, os grupos que utilizaram o ácido

fosfórico como condicionante, revelaram significativamente uma maior frequência do índice 3 (presença de todo adesivo na superfície do esmalte). Desta forma, os autores concluíram que os resultados sugeriram não haver diferenças estatísticas na adesão de braquetes ortodônticos entre o esmalte tratado com método convencional e *primer* auto-condicionante durante os primeiros 60min pós-colagem (5, 15, 30 e 60min). O *primer* auto-condicionante (Transbond Plus SEP) pode alcançar níveis de adesão adequados durante os primeiros 60min pós-colagem e que é possível a colocação de arcos em braquetes 5min após a colagem utilizando *primer* auto-condicionante (Transbond Plus) e adesivo resinoso (Transbond XT).

Davari et al.²¹, em 2007, avaliaram *in vitro*, o efeito de diferentes tipos de condicionadores do esmalte na adesão de braquetes metálicos (Dentaurum) em 36 incisivos bovinos. Para tanto, foram utilizados o sistema tradicional com ácido fosfórico a 37%, o sistema auto-condicionante Prompt L-Pop SEP (3M ESPE) por 15s, e uma combinação dos dois sistemas, sendo todos os 3 grupos associados ao adesivo resinoso Transbond XT (3M Unitek). A fotoativação dos 3 grupos foi realizada com o sistema de luz halógena por 20s em cada braquete, e o teste de cisalhamento foi realizado 24h após a colagem dos braquetes, sendo que os espécimes permaneceram em água deionizada à 37°C durante este período. Para o teste de cisalhamento foi utilizada uma carga no sentido ocluso-gengival na interface esmalte/braquete em máquina de ensaio (Zwick), numa velocidade de 5mm/min. Foi verificado também o índice de adesivo remanescente (IAR) com auxílio de estereomicroscópio com aumento de 10X. Os resultados revelaram que a força de adesão foi de $11,7\pm 4,2$ MPa para o grupo ácido fosfórico, $10,5\pm 4,4$ MPa para o grupo auto-condicionante e de $10,9\pm 4,8$ MPa para o grupo que combinou o uso de ácido fosfórico e sistema auto-condicionante. Embora o grupo do sistema auto-condicionante

tenha obtido a menor média (10,5MPa), este apresenta-se como um valor clinicamente aceitável, que de acordo com Reynolds⁵⁰ (1975) sugeriu valores entre 6,0 à 8,0MPa para a maioria dos procedimentos ortodônticos. Através da análise estatística, por meio do teste t-Student, estes valores médios não foram diferentes estatisticamente. A avaliação do IAR através do teste qui-quadrado revelou também não existirem diferenças estatísticas significantes entre os 3 grupos na interface esmalte-adesivo.

Bishara et al.¹⁴ (2007) avaliaram a utilização de um *primer* auto-condicionante associado a um cimento de ionômero de vidro modificado por resina (CIVMR) na adesão de braquetes ortodônticos. A amostra foi composta por 60 molares humanos que foram selecionados caso apresentassem a superfície vestibular intacta, não tivessem sido submetidos a tratamentos químicos (H₂O₂), não apresentassem trincas e estivessem livres de lesões cariosas. Foram utilizados braquetes metálicos para incisivos laterais da série Victory (3M Unitek, USA) com uma superfície de base calculada em 10,3mm². Os dentes foram divididos em 3 grupos (n = 20). Para o Grupo 1, os dentes receberam os braquetes com adesivo pré-aplicado (APC, 3M Unitek, USA) utilizando o sistema auto-condicionante Transbond Plus Self-etching Primer. O *primer* auto-condicionante foi aplicado na superfície do esmalte por 3 à 5s, e posteriormente um leve jato de ar foi aplicado por 2s com o objetivo de espalhar o produto. Os braquetes foram então posicionados e receberam ativação pelo sistema luz halógena pelo período de 20s. No Grupo 2, os dentes receberam o condicionamento com ácido poliacrílico 10% por 20s, e em seguida lavados com água. O excesso de água foi removido com rolo de algodão. As cápsulas contendo o CIVMR (Fuji Ortho LC) foram ativadas e inseridas na base de cada braquete. O sistema de ativação utilizado foi com luz halógena pelo período de 40s (10s

para cada uma das superfícies: mesial, distal, oclusal e gengival). Para o Grupo 3, os dentes foram condicionados com o *primer* auto-condicionante GC Self-conditioner (GC América Inc), sendo que uma fina camada foi aplicada na superfície vestibular pelo período de 10s, e em seguida a superfície foi seca por jato de ar por 5s. O CIVMR (Fuji Ortho LC) foi aplicado na base dos braquetes, estes posicionados e ativados pelo sistema luz halógena pelo período de 40s em cada braquete, como no Grupo 2. O teste de resistência ao cisalhamento foi realizado 30min pós-colagem para todos os grupos estudados sendo, para tanto, utilizada uma máquina Universal (Zwick GmbH, Germany) com uma velocidade de 5,0 mm/min. Após a remoção dos braquetes, um índice de adesivo remanescente foi aplicado a fim de quantificar a quantidade de adesivo na superfície do esmalte de acordo com a seguinte escala: 1 = presença de todo adesivo na superfície, 2 = mais de 90% de adesivo na superfície, 3 = entre 10-90% de adesivo na superfície, 4 = menos de 10% de adesivo na superfície e 5 = ausência de adesivo na superfície. Os resultados mostraram que a resistência adesiva foi de $8,6 \pm 2,6$ MPa para o Grupo 1 (Transbond Plus), $9,1 \pm 4,6$ MPa para o Grupo 2 (ácido poliacrílico e CIVMR) e de $9,1 \pm 4,6$ MPa para o Grupo 3 (GC Self etching conditioner e CIVMR), e que estes valores não foram estatisticamente significantes. Já em relação ao índice de adesivo remanescente, os resultados revelaram diferenças estatísticas entre os Grupos e que o Grupo Transbond Plus apresentou uma frequência maior de falhas na interface braquete-adesivo enquanto que nos demais grupos, a falha ocorreu mais frequentemente na interface adesivo-esmalte. Os autores concluíram que a resistência adesiva dos braquetes colados com o sistema auto-condicionante (GC) foi semelhante aos grupos que utilizaram o ácido poliacrílico ou o sistema Transbond SEP.

Hajrassie e Khier²⁹ (2007) conduziram um estudo com o objetivo de medir e comparar *in vitro* e *in vivo*, a adesão de braquetes ortodônticos à superfície do esmalte humano em diferentes tempos pós-colagem. Um total de 120 pré-molares não cariados e com ausência de restaurações foram utilizados no estudo e destes, 60 foram extraídos com propósitos ortodônticos. Após a exodontia, os dentes foram mantidos em água destilada à 37°C por um período não superior à 6 meses. O adesivo resinoso fotoativado Transbond XT (3M Unitek, USA) foi selecionado para a colagem de braquetes metálicos para pré-molares da série mini-twin (Optimesh XRT, Oromco Corp., USA). Para o estudo *in vitro*, 60 dentes foram divididos em 4 grupos (n=15) de acordo com o tempo pós-colagem: 10min, 24h, 1 semana e 4 semanas. O adesivo resinoso foi exposto pelo sistema luz halógena por um período de 20s (10s na face mesial e 10s na face distal) em cada braquete. Os dentes foram armazenados em água destilada durante os quatro períodos estudados. Os espécimes foram submetidos ao teste de cisalhamento com auxílio de máquina universal (Instron, USA) com uma velocidade de 0,5mm/min e os resultados registrados em megapascal (MPa). Vinte e dois estudantes de Odontologia foram voluntários para a parte *in vivo* do estudo. Desta forma, os voluntários foram divididos em 4 grupos de acordo com os tempos pós-colagem, totalizando 60 dentes que receberam a colagem dos braquetes metálicos conforme a metodologia do estudo *in vitro*. Foi confeccionado um aparato especial para a realização do teste de cisalhamento intra-bucal para os 4 grupos (n=15) *in vivo*. Os resultados indicaram que a força média de adesão *in vivo* foi significativamente menor (média de 5,61MPa) daquela observada nos grupos *in vitro* (média de 13,98MPa), contrariando a hipótese da igualdade de adesão entre a força de adesão *in vivo* e *in vitro*. Os autores concluíram, dentro das limitações do estudo, que a força média de adesão *in vitro* do adesivo resinoso Transbond XT ao esmalte aumentou durante os períodos pós-colagem, entretanto, estes

valores não foram significativamente diferentes. Da mesma forma, isso também ocorreu nos grupos *in vivo* durante os 4 períodos estudados. De uma forma geral, os valores médios de adesão foram 40% menores para os grupos *in vivo* quando comparados aos grupos *in vitro*.

Amra et al.⁰¹ (2007) avaliaram, *in vitro*, a eficácia de 6 métodos de condicionamento e sistemas adesivos na adesão de braquetes metálicos em esmalte de pré-molares humanos. Os 6 grupos foram divididos de acordo com o condicionamento e sistema adesivo da seguinte forma: grupo 1 = ácido fosfórico a 37% + Transbond XT (3M Unitek), grupo 2 = *primer* auto-condicionante Xeno III (Dentsply) + Transbond XT (3M Unitek), grupo 3 = *primer* auto-condicionante Xeno III (Dentsply) + Transbond XT (3M Unitek) sem a adição do *primer* do sistema Transbond XT, grupo 4 = ácido poliacrílico + Fuji Ortho LC (GC Corporation), grupo 5 = *primer* auto-condicionante Xeno III (Dentsply) + Fuji Ortho LC (GC Corporation) e grupo 6 = esmalte não condicionado + Fuji Ortho LC (GC Corporation). Após a colagem dos braquetes, os espécimes foram armazenados em solução de água destilada por 24h quando então foram submetidos à termociclagem (500 ciclos 5/55°C de 15s cada banho). Após este procedimento os espécimes foram submetidos ao teste de cisalhamento com uma velocidade de 0,5 mm/min. Os resultados deste teste revelaram as seguintes médias e desvios-padrão em MPa: grupo 1 (9,97±2,22), grupo 2 (9,51±2,76), grupo 3 (9,49±2,92), grupo 4 (6,53±1,54), grupo 5 (5,67±2,23) e grupo 6 (2,36± 1,73). Não foram verificadas diferenças estatisticamente significativas na adesão do grupo Transbond XT quando utilizando o ácido fosfórico (grupo 1) ou o sistema Xeno III (grupos 2 e 3). Similarmente, quanto ao grupo Fuji Ortho LC, também não houve diferenças estatísticas quando o ácido poliacrílico (grupo

4) ou o Xeno III (grupo 5) foram utilizados como condicionantes. Entretanto, estes dois grupos foram estatisticamente diferentes do grupo 6 quando nenhum condicionamento foi realizado. Também foi verificado que os grupos que utilizaram Transbond XT foram estatisticamente diferentes dos grupos Fuji Ortho LC, sendo que os grupos do Transbond XT obtiveram os maiores valores médios de adesão. Além disso, foi verificado que com relação ao índice de adesivo remanescente (IAR), que todos os grupos diferiram entre si estatisticamente. De acordo com os autores, o Xeno III poderia ser utilizado como uma alternativa para o condicionamento quando da colagem de braquetes ortodônticos com CIVMR. Mesmo que os valores médios de adesão obtidos no estudo sejam inferiores quando comparados com adesivos resinosos, estes apresentaram valores dentro dos padrões clinicamente aceitáveis.

Bishara et al.¹³, em 2007, compararam, *in vitro*, a adesão de braquetes ortodônticos variando-se o tipo de sistema adesivo após termociclagem. A amostra foi composta por 40 molares humanos extraídos, sendo que as condições de inclusão na amostra foram que a superfície vestibular se apresentasse intacta, não tivessem sido submetidos à tratamentos químicos (H₂O₂), não apresentassem trincas e estivessem livres de lesões cáries. Foram utilizados braquetes metálicos para incisivos centrais da série Victory (3M Unitek, USA) com uma superfície de base calculada em 11,8mm². A amostra foi dividida em 2 Grupos (n = 20). Para o Grupo 1, os dentes foram condicionados utilizando-se o ácido poliacrílico à 10% pelo tempo de 20s e em seguida lavados. O excesso de água foi removido com auxílio de rolo de algodão. A seguir, o sistema adesivo utilizado, cimento de ionômero de vidro modificado por resina (CIVMR – Fuji

Ortho LC, GC America), foi aplicado em cada braquete e fotoativado pelo sistema luz halógena por 40s (10s em cada uma das superfícies: mesial, distal, oclusal e gengival). No Grupo 2, o condicionamento do esmalte foi realizado com *primer* auto-condicionante Transbond Plus SEP (3M Unitek) por 15s e em seguida aplicado um leve jato de ar. A seguir, o adesivo resinoso Transbond XT (3M Unitek) foi aplicado nos braquetes e estes posicionados. A fotoativação foi realizada com o sistema luz halógena pelo tempo de 20s (10s na superfície mesial e 10s na superfície distal). Os dentes foram então armazenados em água à 37°C por 24h. Após este período, os espécimes foram termociclados entre 5°C e 55°C por 500 ciclos, sendo a imersão de 2s a intervalos de 5-10s. O teste de cisalhamento foi realizado 30min pós-colagem para todos os grupos estudados, sendo para tanto utilizada uma máquina Universal (Zwick GmbH, Germany) com uma velocidade de 5,0 mm/min. Após a remoção dos braquetes, um índice de adesivo remanescente foi realizado a fim de quantificar a quantidade de adesivo na superfície do esmalte de acordo com a seguinte escala: 1 = presença de todo adesivo na superfície, 2 = mais de 90% de adesivo na superfície, 3 = entre 10-90% de adesivo na superfície, 4 = menos de 10% de adesivo na superfície e 5 = ausência de adesivo na superfície. Os resultados indicaram que a média para o Grupo 1 (CIVMR Fuji Ortho LC) foi de $6,4 \pm 4,5$ MPa e para o Grupo 2 (Transbond Plus SEP + Transbond XT) de $6,1 \pm 3,2$ MPa, e que estes valores não foram significativamente diferentes. O mesmo ocorreu com o índice de adesivo remanescente, ou seja, não houve diferença significativa entre os mesmos. Os autores concluíram que, após a termociclagem, a adesão entre um sistema adesivo auto-condicionante e uma adesivo de CIVMR não foi significativamente diferente e apresentam-se dentro de níveis aceitáveis clinicamente.

Attar et al.⁰⁵, em 2007, comparam *in vitro*, os efeitos de diferentes adesivos (de um e de dois passos) e um adesivo convencional na colagem de braquetes ortodônticos. A amostra foi composta por 42 pré-molares humanos extraídos por razões ortodônticas e divididos em três grupos de acordo com o protocolo de colagem. O grupo 1 recebeu condicionamento do esmalte com ácido fosfórico a 40% por 20s e lavados em seguida. Kurasper F Bond (Kuraray Medical, Inc, Japan) foi então aplicado na superfície e fotoativado por 10s. O grupo 2 recebeu a aplicação do primer auto-condicionante de dois passos, Clearfil Protect Bond (Kuraray Medica, Inc, Japan). O Clearfil Protect Bond (*primer*) foi aplicado no esmalte pelo tempo de 20s e levemente seco com jato de ar, e a seguir uma camada do Clearfil Protect Bond (*bond*) foi aplicado, e fotoativado por 10s. O grupo 3 recebeu a aplicação do primer auto-condicionante passo único Clearfil tri-S Bond por 20s, seco com breve jato de ar e fotoativado por 10s. Braquetes metálicos (GAC International Inc, USA) foram utilizados em todos os grupos, apresentando uma superfície de base de 12,13mm². Todos os braquetes foram colados com o adesivo resinoso Kurasper F (Kuraray Medical Inc., Japan) e fotoativados pelo tempo de 20s com o sistema LED LCU (Elipar Free Light, 3M ESPE, USA). Todas as amostras foram armazenadas em água deionizada a 37⁰C por 48h até a realização do teste de cisalhamento, com auxílio da máquina universal Zwick (Zwick GmbH & Co, Germany) com uma velocidade de 5,0mm/min. Os valores médios de adesão encontrados foram de 9,00±3,15MPa, 9,55±2,32MPa e de 9,48±1,57MPa, para os grupos 1, 2 e 3, respectivamente. A análise estatística não revelou diferenças significantes entre os grupos estudados. Após a aplicação do índice de adesivo remanescente, a falha predominante, para os três grupos, ocorreu na interface braquete-adesivo, deixando menos de 25% de adesivo remanescente na superfície do esmalte. Os autores concluíram que a utilização de adesivos auto-condicionantes, de um ou de dois passos

apresentam propriedades mecânicas suficientes para a colagem de braquetes ortodônticos. Além disso, seus procedimentos de aplicação são simplificados e fazem destes uma boa opção para o uso rotineiro na clínica ortodôntica.

Metodologia semelhante de adesão foi utilizada por Vilchis et al.⁵⁶, em 2007, mas utilizando-se da avaliação ao microscópio eletrônico de varredura, para comparar os efeitos dos sistemas de condicionamento tradicional e auto-condicionante na superfície do esmalte após a remoção dos braquetes. Para tanto, utilizaram 4 pré-molares superiores, sendo 2 para cada tipo de condicionador. O grupo convencional foi condicionado com ácido fosfórico a 37% por 30s, lavados pelo mesmo período e secos. O sistema Transbond Plus (3M Unitek, USA), *primer* foi então aplicado. Para as outras duas amostras, o *primer* auto-condicionante Transbond SEP (3M Unitek, USA) foi aplicado, e, para todas as amostras, braquetes metálicos Dyna-Lock (3M Unitek, USA) foram colados com o adesivo resinoso Transbond XT (3M Unitek) e fotoativados por 30s. As amostras foram armazenadas em água destilada a 37^oC durante 7d e, após este período, avaliadas ao microscópio eletrônico de varredura (S-4500 e S-4700, Hitachi, Japan). As imagens revelaram que a interface esmalte-adesivo quando o ácido fosfórico foi utilizado apresentou uma maior destruição do esmalte quando comparado ao *primer* auto-condicionante. Embora ambos condicionadores tenham produzido alguma perda de esmalte, o padrão de condicionamento foi mais conservador quando o sistema auto-condicionante foi utilizado. Os autores concluem indicando a utilização desses *primers* auto-condicionantes para uma maior prevenção de eventuais perdas na superfície do esmalte.

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo desta pesquisa foi avaliar a resistência da união de braquetes ortodônticos metálicos à superfície de esmalte bovino, variando-se:

- a) tempo de armazenamento pós-colagem (imediate, 24h e 7d)
- b) fontes de luz (Halógena X LED).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Obtenção, seleção e preparo das amostras

Este projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – UNESP, sendo aprovado sob o protocolo nº 04/2007 - PA/CEP (Anexo I).

Foram utilizados 72 incisivos inferiores bovinos clinicamente hígidos, provenientes de animais da raça Nelore, com idades de 1 a 3 anos, obtidos do Frigorífico Mantiqueira (São José dos Campos/SP).

Imediatamente após a obtenção, os dentes foram extraídos e limpos com lâmina de bisturi, lavados com água destilada e polidos com pasta de pedra-pomes e água, por meio da utilização de uma escova de Robinson. A seguir, foram observados em estereomicroscópio, com aumento de 10X (Stemi 2000-C Carl Zeiss Jena) a fim de verificar a existência de trincas e/ou defeitos na superfície vestibular dos mesmos, sendo que os dentes inadequados foram desprezados. Os dentes foram então conservados em solução de Cloramina T a 0,5% à 4⁰C por um período máximo de 7d até sua manipulação (ISO³², 1994).

As raízes foram seccionadas com auxílio de disco de carborundum em torno de alta rotação (NEVONI) e desprezadas. Este procedimento foi necessário para proporcionar aos dentes dimensões compatíveis à base da máquina de teste, facilitando também a remoção da polpa dental. O tecido pulpar foi extirpado com auxílio de limas endodônticas e curetas dentinárias e a câmara pulpar irrigada com água destilada e seca com breves jatos de ar. O orifício radicular foi obliterado com cera utilidade (Horus – Herpo Produtos Dentários Ltda), para evitar a penetração de resina durante o embutimento.

4.2 Confeção dos corpos-de-prova

Para a confecção dos corpos-de-prova, os dentes foram embutidos em blocos de resina de poliéster insaturada incolor (Induspol Ind. e Com. de Polímeros Ltda, São Paulo/SP) com o auxílio de um molde confeccionado em silicona pesada (Rodhorsil - Clássicos Artigos Odontológicos – Ind. Bras.), tomando-se o cuidado de manter a face vestibular no fundo da base do molde e deixando-a o mais paralelo possível com o plano da bancada de trabalho. Após a desinclusão, todas as superfícies dos corpos-de-prova, com exceção da superfície vestibular, foram polidas em politriz com auxílio de lixas d'água (3M – Brasil) de granulações 200, 400 e 600, para um perfeito ajuste à base de fixação para o teste de cisalhamento, apresentando as seguintes dimensões finais: 25mm de comprimento por 18mm de largura.

Para a obtenção de superfícies vestibulares planas e paralelas à base do bloco, as mesmas foram submetidas ao aplainamento com lixas d'água nas granulações 200, 400, 600 e 1200 (3M – Brasil) com o auxílio de politriz, sempre na presença de água, mantendo-se uma pressão uniforme e constante. O desgaste superficial foi realizado até que uma área de pelo menos 25mm² de esmalte fosse exposta.

Desta forma, foram obtidos os corpos-de-prova com dimensões apropriadas garantindo sua fixação quando da realização do teste de cisalhamento, e as superfícies vestibulares adequadas para o procedimento de colagem dos braquetes.

4.3 Descrição dos materiais

Os materiais utilizados neste estudo, seus respectivos nomes comerciais, lotes e fabricantes, estão relacionados no Quadro 1.

Quadro 1 – Materiais utilizados, lotes, fabricantes, e datas de validade.

Material	Lote	Fabricante	Data de Validade
Braquete metálico para incisivos centrais superiores esquerdos - Série Gemini APC II	J3168TB	3M Unitek USA	Dezembro /2007
Transbond Plus Self Etch Primer	237956	3M Unitek USA	Setembro /2007

Os braquetes utilizados são compostos de aço 17/4, apresentando em sua base uma malha micro-jateada de 80µm, da série Gemini APC II (Figura 1a). Estes braquetes apresentam adesivo resinoso pré-aplicado em suas bases, similar ao Transbond XT (3M Unitek – USA), à base de sílica, Bis-GMA, silano, n-dimetilbenzocaína e hexa-flúor-fosfato.

O sistema Transbond Plus Self Etch Primer (Figura 1b) é composto por: mono e di-hema-fosfato, canforoquinona, água destilada, aminobenzoato, hexafluortitanato de potássio, butilhidroxitolueno, metilparabeno e propilparabeno.

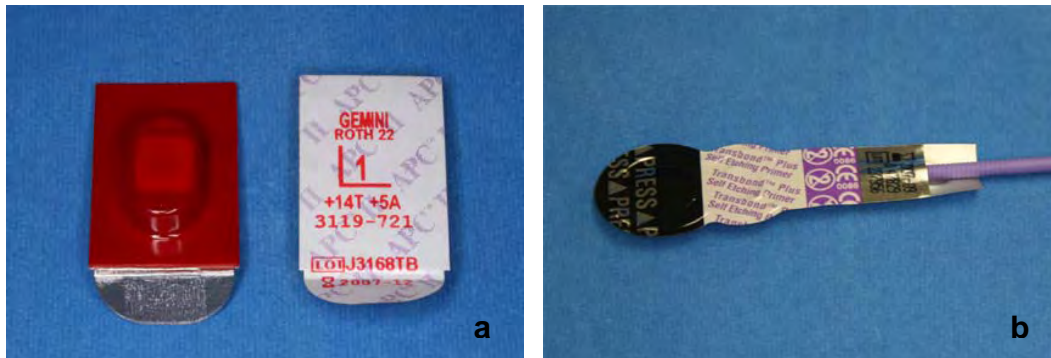


FIGURA 1- Materiais utilizados: a) braquete série Gemini APC II; b) Transbond Self-Etch Primer.

4.4 Divisão dos grupos experimentais

Os corpos-de-prova foram divididos aleatoriamente em 6 grupos ($n=12$) e devidamente identificados, de acordo com o tipo de fotoativação (Figura 2) recebido e o tempo de armazenamento (Figura 3) previamente à realização do teste de cisalhamento.

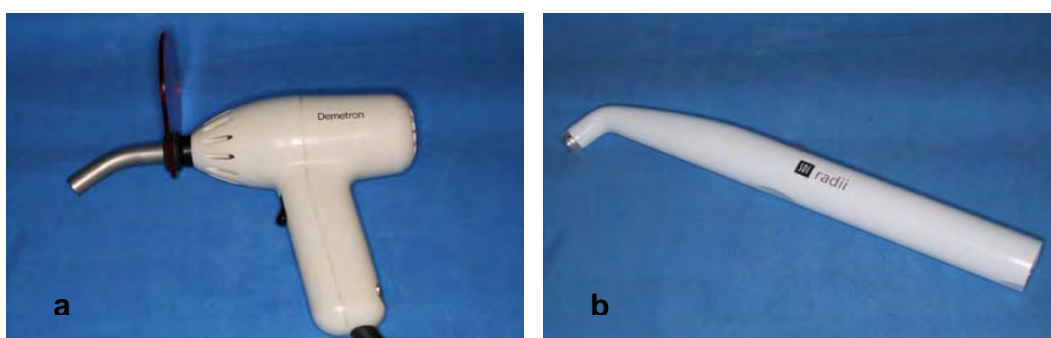


FIGURA 2 – Aparelhos Fotoativadores: a) Luz halógena Optilux; b) LED Radii

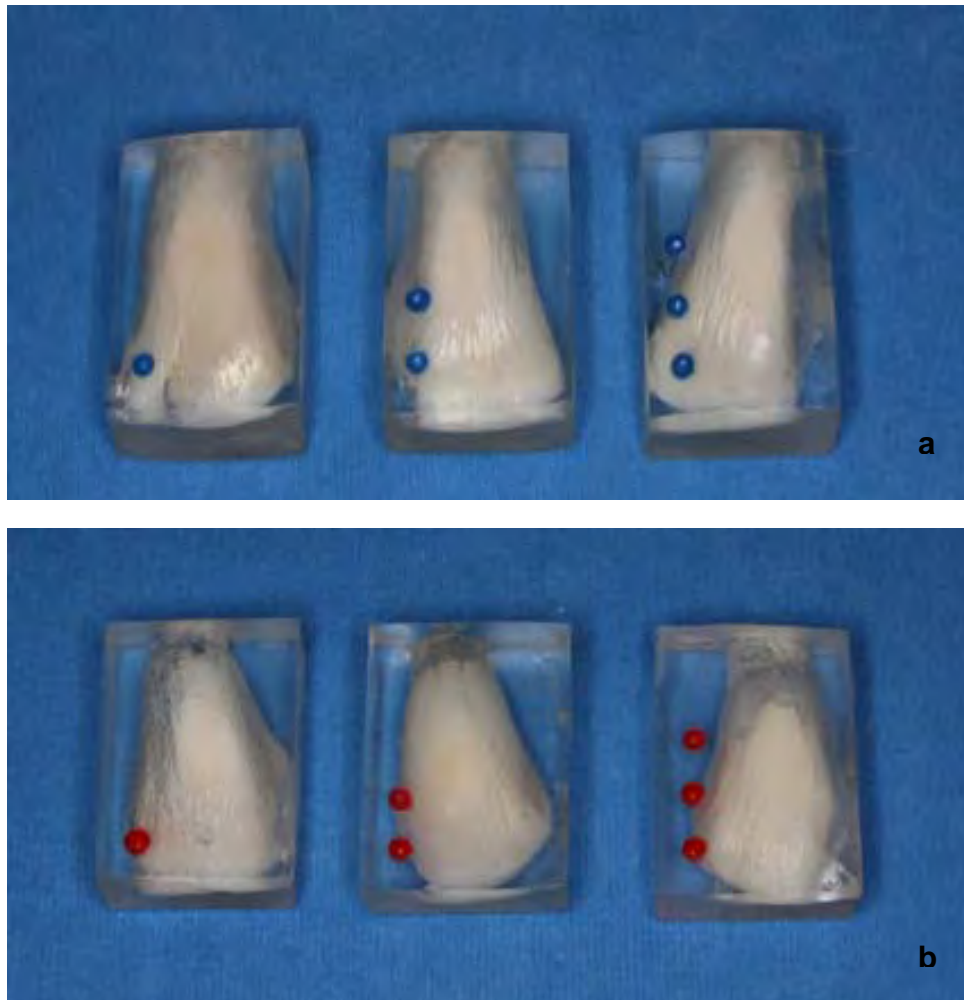


FIGURA 3 - Divisão dos grupos experimentais: a) Grupos Luz halógena; b) Grupos LED

A identificação dos corpos-de-prova foi realizada através de marcações na superfície de resina em cada um deles, por meio de brocas e pintadas com esmalte para unhas nas cores azul e vermelho (Impala). Os grupos em que a fotoativação foi realizada pelo sistema luz halógena receberam a identificação na cor azul e os grupos em que a fotoativação foi realizada pelo sistema LED receberam a identificação na cor vermelha. De

acordo com o período de armazenamento pós-colagem, os corpos-de-prova receberam uma, duas ou três marcações, para os períodos imediato, 24h e 7d, respectivamente.

O Quadro 2 apresenta o resumo da divisão dos corpos-de-prova em seus respectivos grupos de acordo com o sistema de fotoativação recebido e o tempo de armazenamento pós-colagem, previamente à realização do teste de resistência ao cisalhamento.

Quadro 2 - Divisão dos grupos experimentais.

Grupo	Sistema Fotoativador	Teste de Cisalhamento
1	Luz Halógena	Imediato
2	LED	Imediato
3	Luz Halógena	24h
4	LED	24h
5	Luz Halógena	7d
6	LED	7d

4.5 Procedimentos de colagem dos braquetes

No **Grupo 1**, as superfícies vestibulares dos espécimes receberam polimento com pasta de pedra-pomes e água, por meio da utilização de escova de Robinson, montada em micromotor de baixa velocidade, por 10s, para a remoção de possíveis detritos. Após a limpeza,

as superfícies foram lavadas com água destilada por 10s e secas com jatos de ar. Com o objetivo de delimitar a área de adesão, foi utilizada uma fita para seladora com as dimensões da base do braquete e esta foi fixada na superfície vestibular previamente ao condicionamento do esmalte. Este procedimento foi realizado com o intuito de se obter uma superfície de contato entre a base do braquete e a ponta metálica para a realização do ensaio mecânico, livre de qualquer excesso de material adesivo. A delimitação teve por finalidade indicar a área do teste, porque a resistência adesiva é dependente da área de trabalho. Após a delimitação da área da superfície do esmalte, foi realizado o condicionamento ativo através da aplicação do sistema *Transbond Plus Self Etch Primer SEP* (3M Unitek Miami/USA), ácido e *primer* incorporados, esfregando-se a superfície do esmalte pelo tempo de 5s com aplicador próprio, conforme determinado pelo fabricante e imediatamente após, as superfícies foram levemente secas com um breve jato de ar (Figura 4).

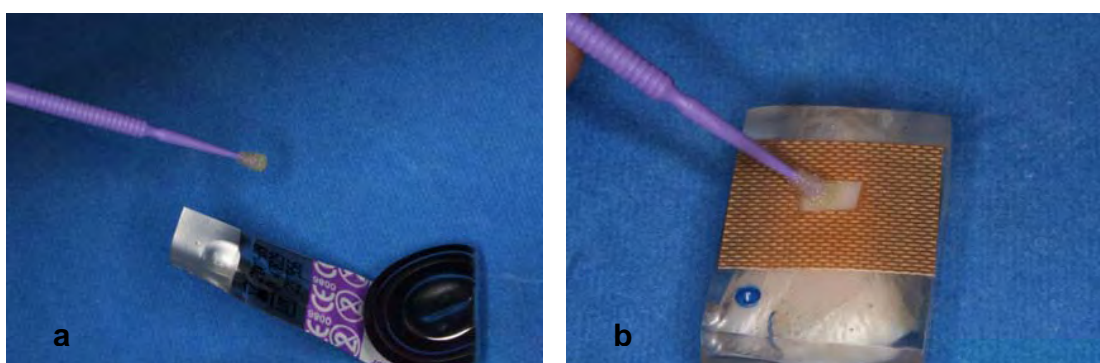


FIGURA 4- Condicionamento do esmalte: a) material manipulado; b) aplicação no esmalte

Após o condicionamento e leve secagem, os braquetes metálicos para incisivos centrais superiores da série Gemini APC II (*Adhesive Pre Coated*) (3M – Unitek CA/USA), apresentando uma área de 13,16mm² em sua superfície de base com o sistema APC (Adesivo Pré-Aplicado), foram posicionados e pressionados sobre a superfície vestibular dos dentes através de pinça para colocação de braquetes. Após o posicionamento dos braquetes, a pinça foi retirada para, a seguir, serem fotoativados (Figura 5).

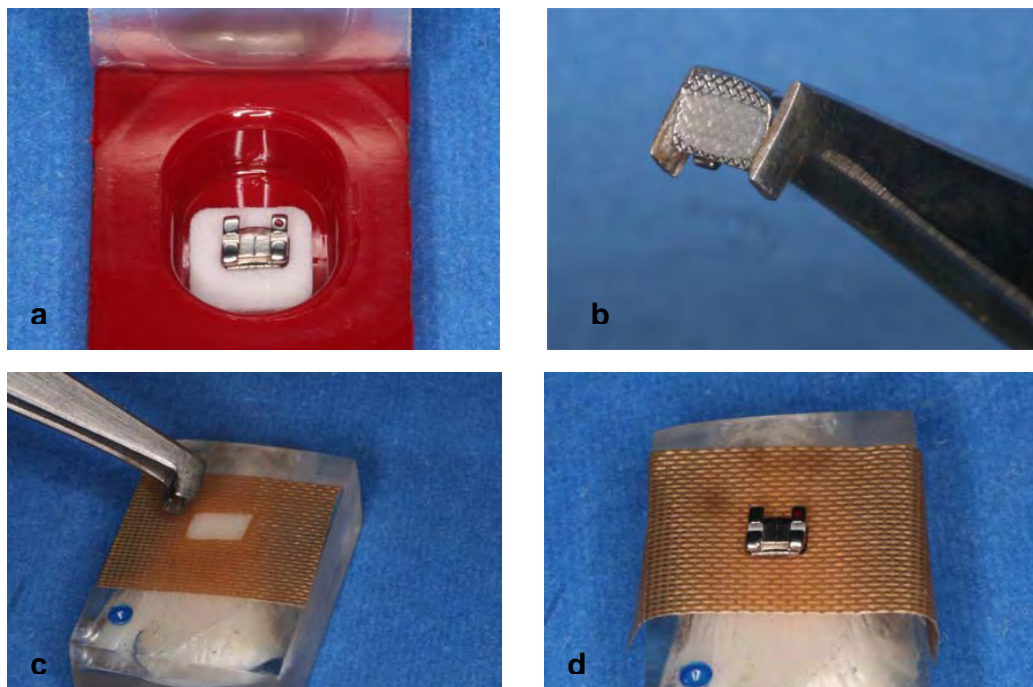


FIGURA 5- Colagem do braquete: a) braquete gemini APC II; b) adesivo pré-aplicado; c) pinça para colocação; d) braquete posicionado

A fotoativação foi realizada com o auxílio do aparelho tipo Optilux n.VCL 403 (Demetron Research Corporation/USA) por 10s na região mesial e 10s na região distal do braquete, com tempo total de 20s para cada braquete (Figura 6).

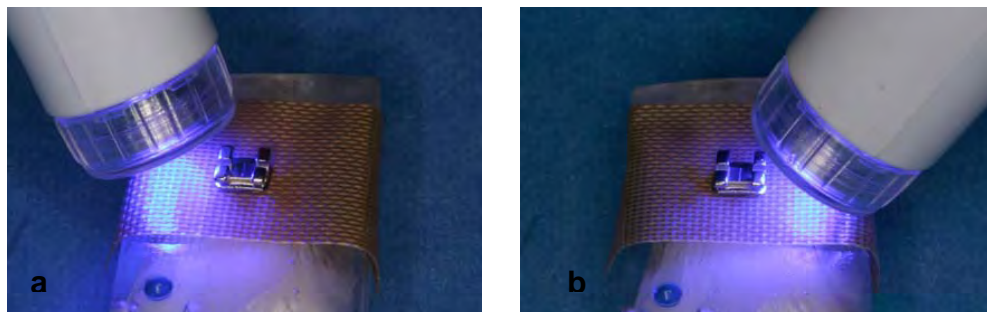


FIGURA 6- Fotoativação Grupo Luz halógena: a) 10s na mesial do braquete; b) 10s na distal do braquete

Após a fotoativação, a fita seladora foi então removida, e os espécimes foram imediatamente submetidos ao teste de cisalhamento (Figura 7).

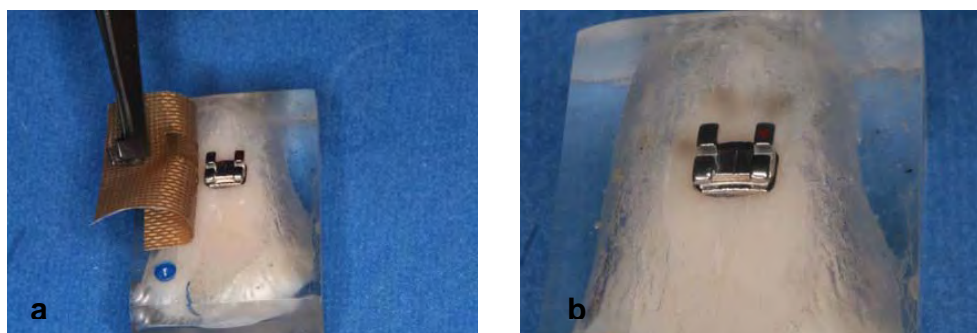


FIGURA 7- Corpo-de-prova: a) Remoção da fita seladora; b) corpo-de-prova finalizado

A intensidade de luz do aparelho fotopolimerizador foi medida com auxílio de um radiômetro (Curing Radiometer Model 100 Demetron Research Corporation – USA) previamente ao início da colagem nos grupos 1, 3 e 5, sendo obtidos os valores médios de 550mW/cm^2 .

Para o **Grupo 2**, os corpos-de-prova foram confeccionados da mesma forma que no Grupo 1, contudo, a fotoativação do material foi realizada com o auxílio do aparelho tipo LED (*Light Emitting Diode*), modelo Radian (SDI Limited Victoria/Austrália), por 5s na região mesial e 5s na região distal do braquete, com tempo total de 10s para cada braquete. Após a fotoativação, a fita seladora foi então removida, e os espécimes foram imediatamente submetidos ao teste de cisalhamento.

A intensidade de luz do aparelho fotopolimerizador também foi medida com auxílio de um radiômetro (Curing Radiometer Model 100 Demetron Research Corporation – USA) previamente ao início da colagem nos grupos 2, 4 e 6, sendo obtidos os valores de 1.000mW/cm^2 .

Para os **Grupos 3 e 5** foram realizados todos os procedimentos de preparo da superfície do esmalte, posicionamento dos braquetes e fotoativação de forma idêntica ao Grupo 1, contudo o teste de cisalhamento foi realizado após 24h e 7d, respectivamente.

Para os **Grupos 4 e 6** foram realizados todos os procedimentos de preparo da superfície do esmalte, posicionamento dos braquetes e fotoativação de forma idêntica ao Grupo 2, porém o teste de cisalhamento foi realizado após 24h e 7d, respectivamente.

Durante o período de armazenamento dos **Grupos 3, 4, 5 e 6**, os corpos-de-prova foram mantidos em recipientes contendo água destilada a 37°C em estufa bacteriológica pelos períodos de 24h e 7d, até a realização do teste de cisalhamento.

Ressaltamos que todos os procedimentos foram realizados por um único operador com o objetivo de evitar possíveis variações da técnica utilizada.

4.6 Teste de resistência ao cisalhamento

Os corpos-de-prova de cada grupo foram submetidos aos testes de resistência ao cisalhamento, respeitando-se o tempo pré-determinado pós-colagem, para se determinar os valores de resistência ao cisalhamento, obtidos com o auxílio de uma máquina de ensaios universal EMIC DL2000 (EMIC Equipamentos e Sistemas de Ensaio Ltda., Paraná - Brasil), com uma célula de 50Kg de carga, a uma velocidade de 1,0mm/min.

Com o objetivo de se evitar qualquer movimentação dos corpos-de-prova, os mesmos foram fixados individualmente em uma base metálica, e desta forma, o conjunto corpo-de-prova/base metálica foi posicionado na porção inferior da base da máquina de ensaios. Na porção superior móvel da máquina, foi fixada uma ponta metálica cuja extremidade possuía um formato de lâmina de faca biselada que incidia na interface braquete e superfície do esmalte dental, conforme pode ser observado nas Figuras 8 e 9.

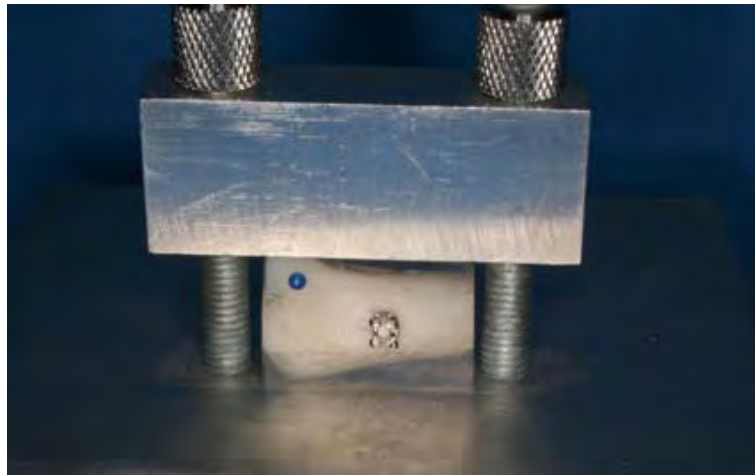


FIGURA 8- Fixação do corpo-de-prova

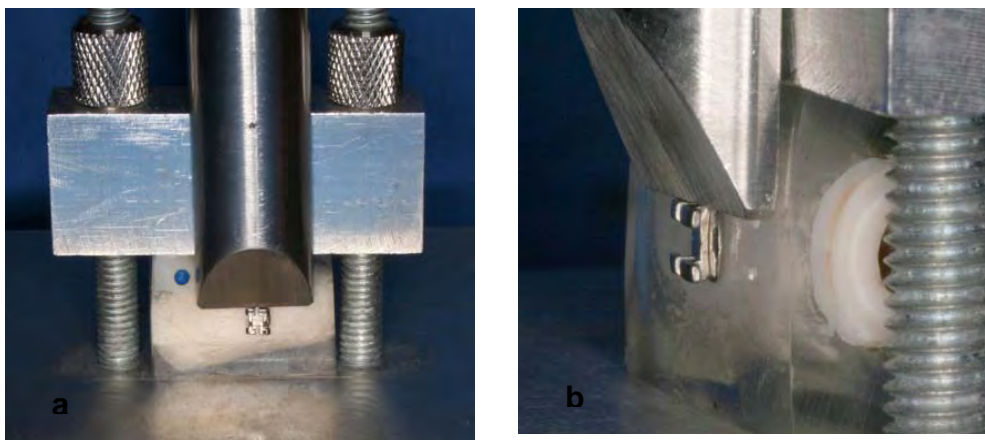


FIGURA 9- Ponta metálica em forma de faca biselada em posição para o teste de cisalhamento: a) vista frontal e b) vista lateral.

A carga necessária para descolar ou iniciar a fratura foi registrada em quilograma força por milímetro quadrado (Kgf/mm^2), por meio de um computador conectado à máquina universal de ensaio EMIC, em um

programa gerenciado pelo Windows 2002, e o valor obtido baseado na superfície da base do braquete, foi convertido em MPa.

4.7 Índice de adesivo remanescente (IAR)

O *ARI (Adhesive Remanescant Index) / IAR* (Índice de Adesivo Remanescente) proposto por Artun e Bergland⁰⁴ (1984) foi avaliado para cada corpo-de-prova com auxílio de estereomicroscópio com aumento de 4,0X10 (40X) após o teste de cisalhamento com o objetivo de verificar a presença e/ou ausência de adesivo na superfície vestibular do esmalte dos dentes após a remoção dos braquetes.

O IAR apresenta uma escala de 0 à 3, sendo:

Índice 0 = ausência de adesivo na superfície do esmalte

Índice 1 = menos da metade de adesivo remanescente na superfície do esmalte

Índice 2 = mais da metade de adesivo remanescente na superfície do esmalte

Índice 3 = todo o adesivo remanescente na superfície do esmalte com a impressão da base do braquete

A forma esquemática da apresentação dos índices de adesivo remanescente pode ser verificada na Figura 10.

Na Figura 11 apresentamos o delineamento experimental onde o leitor poderá observar esquematicamente todas as fases da metodologia empregada.

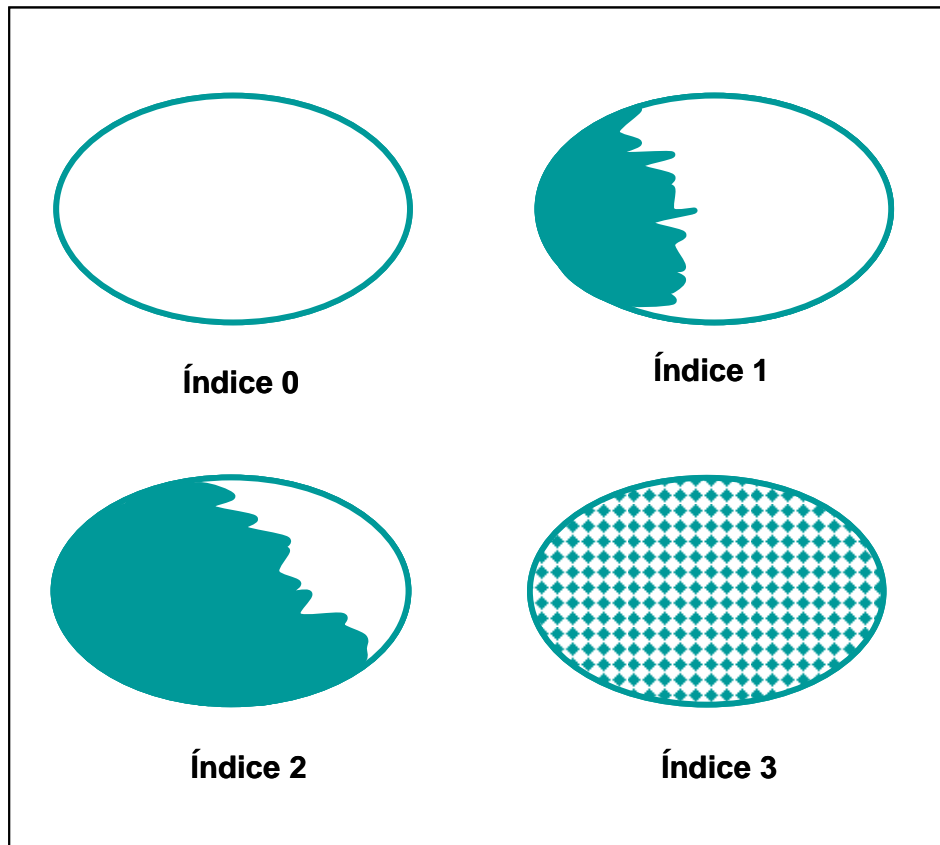


FIGURA 10 – Índice de adesivo remanescente.

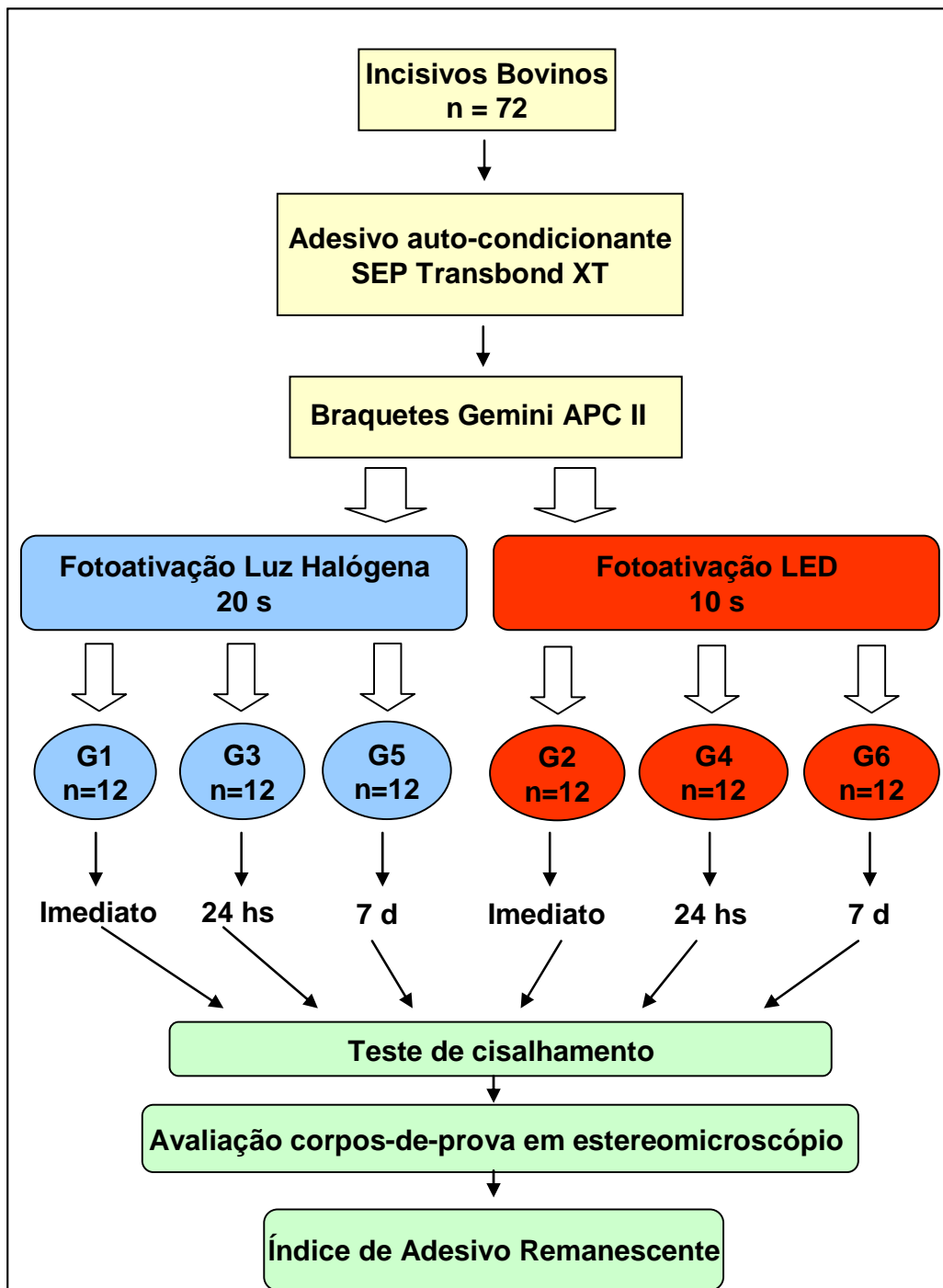


FIGURA 11 – Delineamento experimental

4.8 Planejamento experimental

O experimento segue um esquema fatorial do tipo 2 x 3. As variáveis experimentais, ou fatores em estudo, foram o Tipo de aparelho fotoativador (Luz Halógena e LED) e o Tempo de armazenamento (imediate, 24h e 7 d).

A variável resposta foi o valor de resistência adesiva obtido no ensaio de cisalhamento.

A unidade experimental foi o dente bovino e os corpos-de-prova foram designados aleatoriamente às seis condições experimentais, sob 12 repetições.

4.9 Análise estatística

Obteve-se 72 dados que foram submetidos à análise estatística por meio dos programas computacionais: MINITAB (Minitab, version 14.0, 2004) e Prism (GraphPad, version 4.0, 2003).

A estatística descritiva consistiu no cálculo de médias e desvios padrão.

A estatística inferencial consistiu no teste de Análise de Variância (ANOVA) dois fatores, efeito fixo.

O estudo do efeito interação foi conduzido por meio do gráfico de médias e pelo teste de comparação múltipla de Tukey.

O nível de significância escolhido foi o valor convencional de 5%.

5 RESULTADOS

Neste capítulo, apresentamos os resultados obtidos no ensaio de cisalhamento, conforme proposição e metodologia pré-determinados, quanto à análise estatística descritiva e análise estatística inferencial.

Desta forma, o presente capítulo será apresentado em 2 itens: análise estatística descritiva e análise estatística inferencial.

Os dados originais de valores de resistência adesiva (MPa) obtidos por cada espécime estão apresentados nos Anexos II e III.

5.1 Análise estatística descritiva

A estatística descritiva é apresentada na Tabela 1 e Figuras 12 e 13.

Tabela 1 - Média (\pm desvio padrão) dos valores de cisalhamento (MPa) obtidos, segundo as condições experimentais.

Halógena			LED		
Imediato	24h	7d	Imediato	24h	7d
17,62 \pm 4,54	17,95 \pm 2,84	24,47 \pm 5,12	16,11 \pm 3,82	15,89 \pm 5,49	20,06 \pm 5,01
20,01 \pm 5,24			17,35 \pm 5,07		

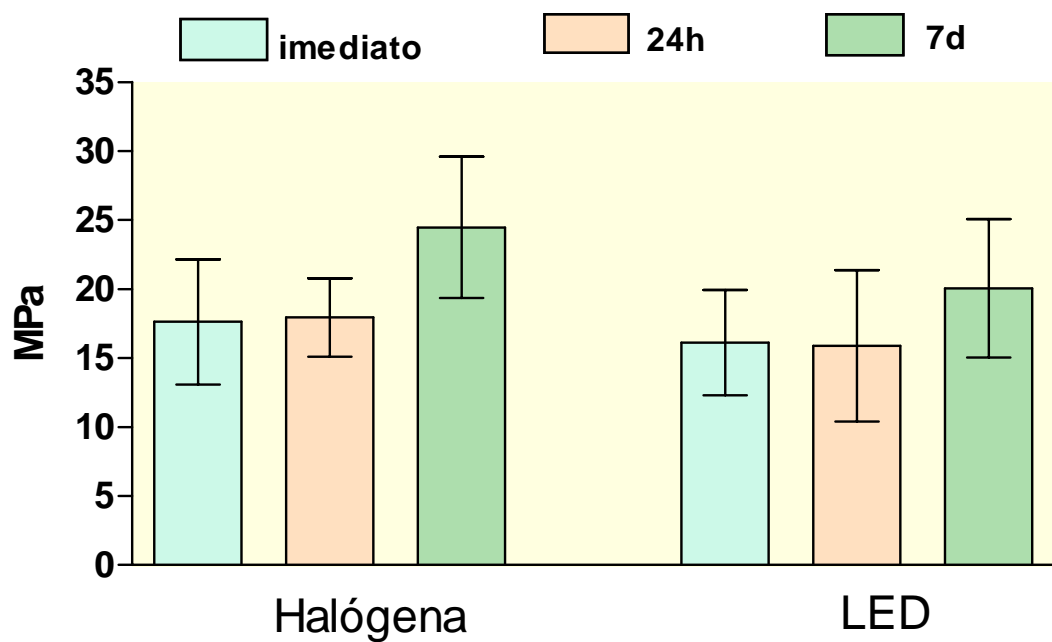


FIGURA 12 - Gráfico de colunas (média±desvio padrão) dos valores de resistência adesiva obtidos em 12 braquetes no ensaio de cisalhamento segundo o tipo de fonte de luz e três diferentes períodos de armazenamento.

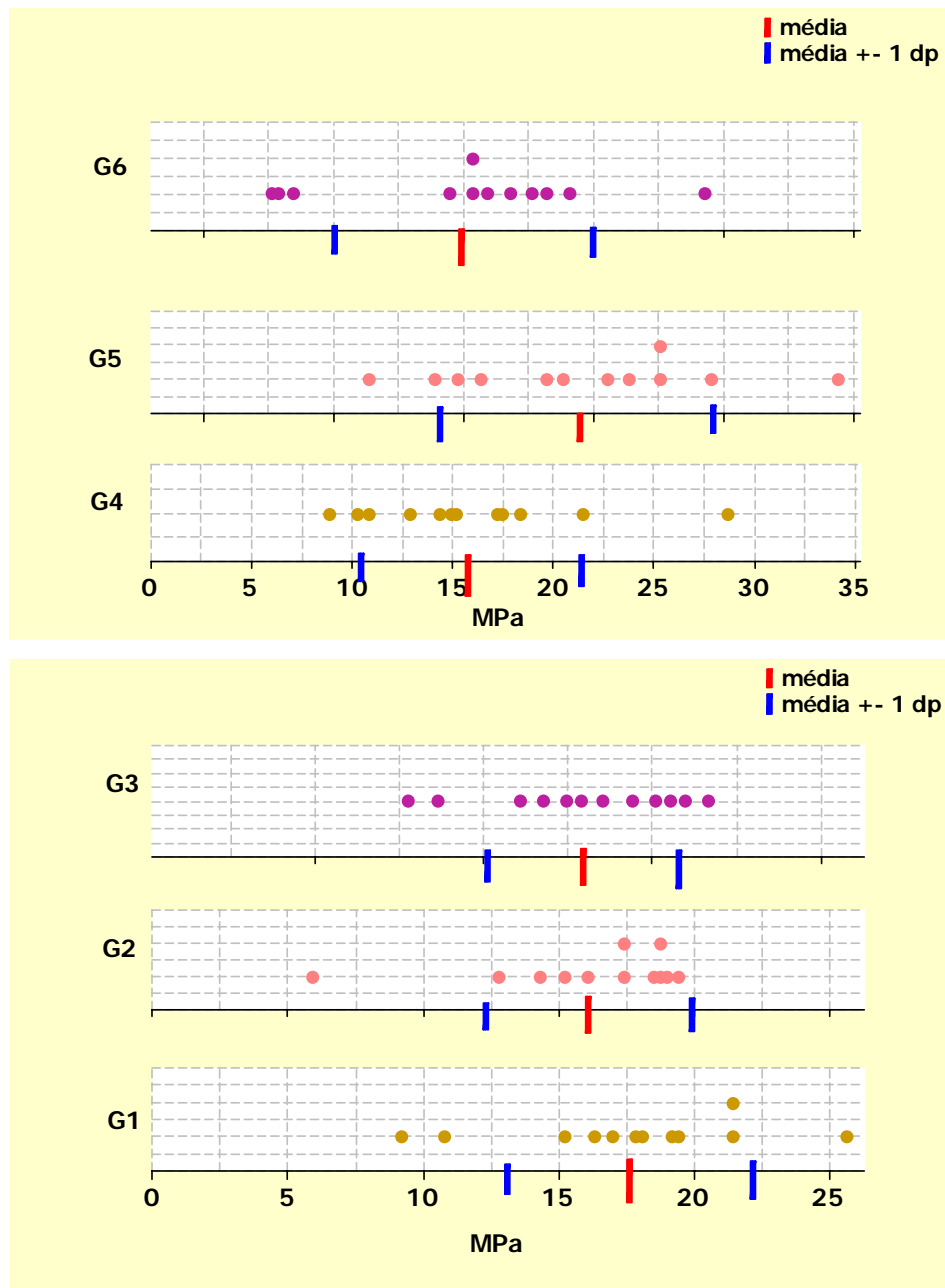


FIGURA 13 - Gráfico de diagrama de pontos (*Dot Plot*) de médias (\pm desvio padrão) dos valores de resistência adesiva obtidos em 12 braquetes no ensaio de cisalhamento segundo o tipo de fonte de luz e três diferentes períodos de armazenamento.

Diante do apresentado acima verificamos que para os grupos do sistema luz Halógena (G1, G3 e G5), a resistência adesiva aumentou com o aumento do período de armazenamento, de forma crescente. Quando se consideram os grupos do sistema LED (G2, G4 e G6), observamos uma diminuição quando considerado o período de 24h para posteriormente aumentar no período de 7 d. Quando consideramos a média dos 3 grupos de um mesmo sistema de forma conjunta, observamos uma média de 20,01 ($\pm 5,24$) para os grupos luz halógena, e de 17,35 ($\pm 5,07$) para os grupos LED.

5.2 Análise estatística inferencial

Tendo em vista a proposição deste estudo que foi a verificação da influência do tempo de armazenamento (imediate, 24h e 7d) e do tipo de fonte de luz (Halógena X LED) na adesão de braquetes ortodônticos metálicos na superfície do esmalte de dentes bovinos, foi efetuado o teste ANOVA – dois fatores.

Para tanto, os dados obtidos (Figuras 14 e 15) foram submetidos ao teste estatístico ANOVA, após serem avaliadas as suposições do modelo de análise de variância. Os valores resíduos, decorrentes do ajuste do modelo adotado, foram examinados para avaliar a adequabilidade do modelo para válidas inferências estatísticas. Os dados originais propiciaram um adequado ajuste, porque os valores residuais se ajustam a uma distribuição normal de probabilidade, e, ainda foi verificada a uniformidade dos resíduos por meio do gráfico de valores resíduo em relação aos valores ajustados.

Tabela 2 – ANOVA (2 fatores) para os dados (MPa) obtidos no ensaio de cisalhamento

Efeito	GI	SQ	QM	Razão F	p-valor
Aparelho	1	127,57	127,574	6,14	0,0158*
Período	2	461,96	230,980	11,11	0,0001*
Aparelho*Período	2	28,42	4,209	0,68	0,5084
Resíduo	66	1372,05	20,789		
Total	71	1990,00			

*p<0,05

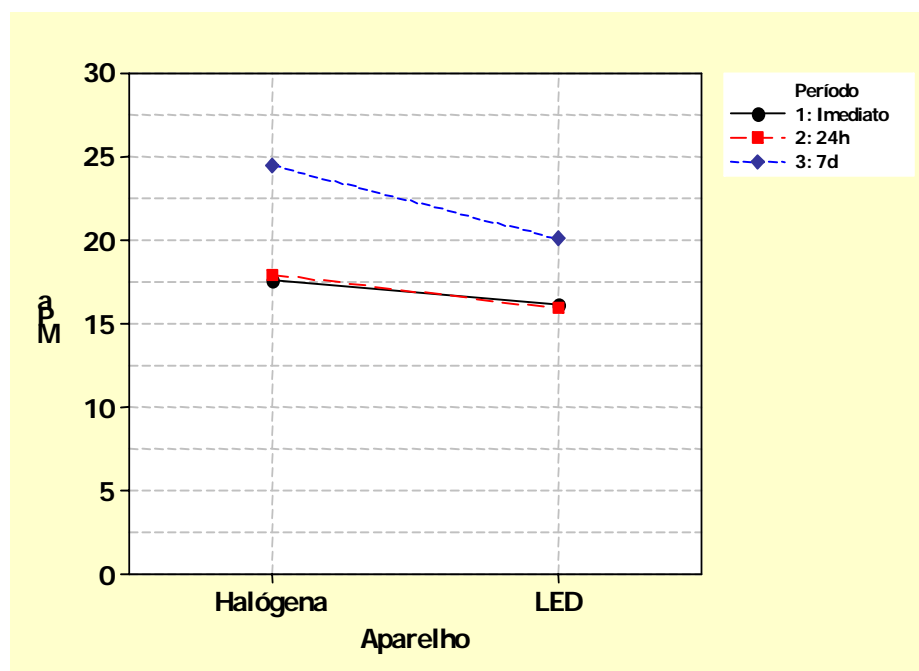


FIGURA 14 - Gráfico de médias dos valores de resistência obtidos nos braquetes durante o ensaio de cisalhamento (MPa), segundo o efeito Tempo de armazenamento.

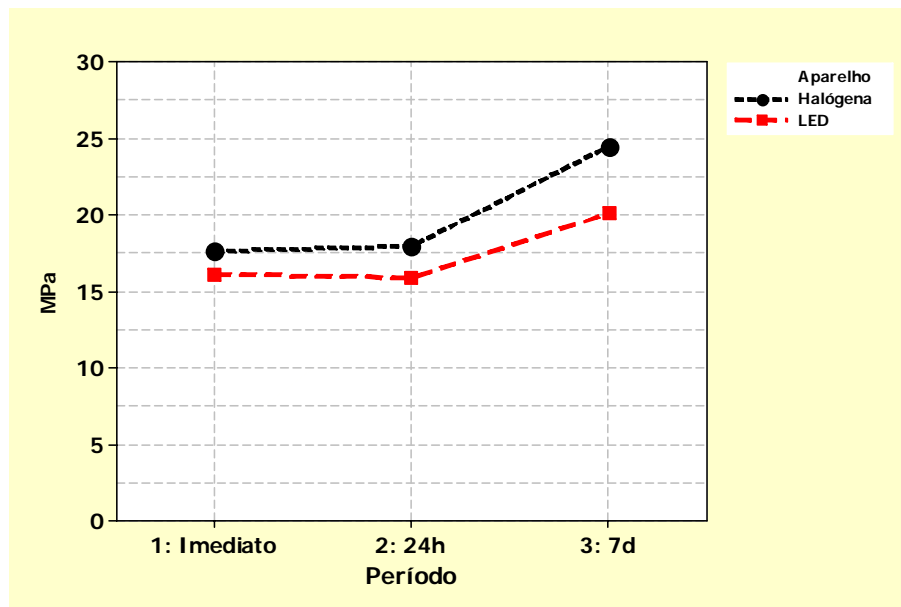


FIGURA 15 - Gráfico de médias dos valores de resistência obtidos nos braquetes durante o ensaio de cisalhamento (MPa), segundo o efeito do Tipo de Aparelho.

Diante do exposto, o teste ANOVA - 2 fatores (Tabela 2) indica que o efeito interação é estatisticamente não significativo; indicando, assim, que o efeito do armazenamento para o sistema luz Halógena é o mesmo efeito para o sistema LED. Pode-se estabelecer, portanto, que o aumento dos valores médios de resistência, obtidos no tempo de imediato para 7d no sistema luz halógena é o mesmo aumento obtido para o sistema LED.

O teste ANOVA, indica também que os efeitos principais: fonte de luz e armazenamento são estatisticamente significantes.

Quando se desconsidera o efeito do tempo, a fotoativação com o sistema luz Halógena (20,013) apresenta uma maior resistência adesiva dos braquetes quando comparado ao sistema LED (17,351).

Quando não se considera o efeito do sistema de fotoativação, a resistência adesiva obtida no ensaio de cisalhamento, sob período de 7d, apresenta uma maior resistência dos braquetes que os demais períodos estudados (imediate e de 24h).

Quando se comparam os valores médios referentes às seis condições experimentais, por meio do teste de comparação múltipla de Tukey (5%), são formados dois grupos de mesmo desempenho, Tabela 3.

Tabela 3. Formação de grupos de mesmo desempenho, após a aplicação do teste de Comparação Múltipla de Tukey (5%)

Fotoativação	Período	Média	Grupos Homogêneos*
Halógena	Imediato	17,622	B
Halógena	24h	17,948	B
Halógena	7d	24,469	A
LED	Imediato	16,108	B
LED	24h	15,886	B
LED	7d	20,058	AB

* Conjuntos que apresentam letras iguais indicam diferença estatisticamente não significativa

Por meio da Tabela 3, pode-se concluir que: 1º) a condição (Halógena / 7d) difere das condições (Halógena /imediate) e (Halógena 24h); 2º) a condição (LED / 7d) não difere das condições (LED /imediate) e (LED / 24h); 3º) as quatro condições estabelecidas nos períodos imediato e 24h apresentam valores de resistência médias similares que não diferem estatisticamente entre si, porém, diferem apenas no período de 7d com o

sistema luz Halógena; 4º) a condição LED sob 7d apresenta um comportamento intermediário frente às demais condições.

Com relação ao índice de adesivo remanescente, a Tabela 4 apresenta a frequência de distribuição apresentada pelos grupos Luz Halógena e LED.

Tabela 4 - Frequência de distribuição do IAR para os grupos Luz Halógena e LED

Grupos/ Índices	0	1	2	3
Halógena Imediato	1	8	0	3
Halógena 24h	0	7	0	5
Halógena 7d	0	7	0	5
LED Imediato	1	7	0	4
LED 24h	0	4	0	8
LED 7d	0	4	0	8

O teste qui-quadrado não revelou diferenças estatísticas entre as distribuições das frequências entre os grupos luz halógena e LED (p -valor = 0.098 > 0,05).

A figura 16 representa a distribuição dos índices de adesivo remanescente quando os grupos Luz Halógena e LED são agrupados entre si.

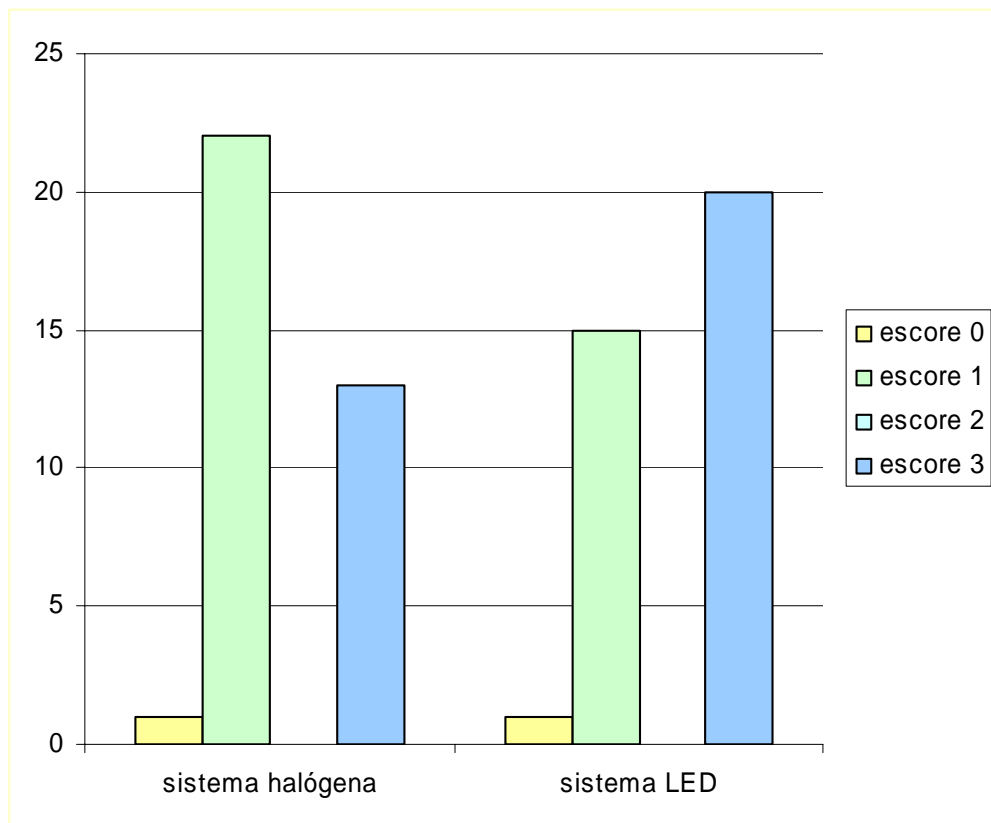


FIGURA 16 – Distribuição da frequência dos índices de adesivo remanescente para os grupos Luz Halógena e LED

6 DISCUSSÃO

O presente estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar a resistência adesiva de braquetes ortodônticos metálicos, na superfície do esmalte bovino, variando-se o tipo de fotoativação e períodos pós-colagem.

O procedimento de colagem direta de braquetes ortodônticos, em substituição ao procedimento de bandagem dos elementos dentários, propiciou significativo avanço nos procedimentos clínicos na prática ortodôntica. Com a introdução da utilização sistemática do condicionamento ácido do esmalte proposto por Buonocore¹⁷ (1955), a busca por procedimentos clínicos simplificados, eficazes e que, ao mesmo tempo, minimizem agressões às estruturas dentais, tornam-se bastante comuns na clínica ortodôntica atual e com referências na literatura pertinente.

A revisão da literatura sobre o tema adesão de braquetes ortodônticos, revela um grande número de trabalhos que buscam esta simplificação da técnica e minimização de efeitos indesejáveis ao substrato dental e que, para tanto, o teste de cisalhamento é considerado um método aceito pela grande maioria dos pesquisadores, sendo realizado em sua grande maioria, *in vitro*, seja em dentes humanos (Bishara et al.⁰⁸, 1999, Owens e Miller⁴⁵, 2000, Buyukyilmaz et al.¹⁸, 2003, Usumez et al.⁵⁵, 2004, Turkkahraman e Kuçukesmen⁵⁴, 2005, Fjeld e Ogaard²⁵, 2006 e Amra et al.⁰¹, 2007), seja em dentes bovinos (Yamada, et al.⁵⁷, 2002, Bertoz⁰⁷, 2004, Silta et al.⁵¹, 2005, Mavropoulos et al.³⁵, 2005, Gronberg et al.²⁶, 2006, Cozza et al.²⁰, 2006, Yamamoto et al.⁵⁸, 2006 e Davari et al.²¹, 2007).

Cal-Neto et al.¹⁹, em 2006, citam a dificuldade da realização de estudos de resistência adesiva de braquetes ortodônticos *in vivo*, devido à inexistência de aparatologia que possibilite a mensuração da força de cisalhamento durante o procedimento de remoção dos braquetes. Os autores, em seu estudo, realizaram a colagem de braquetes *in vivo*, e a posterior avaliação da resistência adesiva através do teste de cisalhamento, após a exodontia dos dentes.

Com relação à escolha de dentes bovinos para este estudo, nos baseamos nos estudos de Yamada, et al.⁵⁷, 2002, Bertoz⁰⁷, 2004, Silta et al.⁵¹, 2005, Mavropoulos et al.³⁵, 2005, Gronberg et al.²⁶, 2006, Cozza et al.²⁰, 2006, Yamamoto et al.⁵⁸, 2006 e Davari et al.²¹, 2007, que consideram estes, semelhantes aos dentes humanos para testes de cisalhamento em esmalte. A vantagem da utilização do dente bovino é a possibilidade de padronização da amostra e a similaridade com a microestrutura do esmalte humano (Oesterle et al.⁴⁴, 1998). Os dentes utilizados em nosso estudo foram obtidos de animais que apresentavam idades pré-definidas (de 1 a 3 anos de idade) e que eram submetidos ao abate no mesmo momento, e desta forma, com padronização da idade do substrato e obtenção de toda a amostra ao mesmo tempo, de modo que o fator armazenamento e produtos empregados não interferissem com as propriedades do substrato a ser testado. Fatores locais como a exposição fisiológica ao meio bucal podem também interferir com a padronização do substrato, e podem, de certa forma, serem controlados com a utilização de dentes bovinos, em razão de que a alimentação dos humanos é mais diversificada e podendo, assim, interferir com o substrato.

Durante a revisão da literatura, em relação aos testes de adesão de braquetes em que foram utilizados dentes humanos, de uma forma geral, observamos que fatores como sexo e idade dos pacientes não

foram considerados na inclusão ou exclusão na amostra. Outro fator também verificado quando da utilização de dentes molares é se estes dentes já estariam erupcionados ou estariam inclusos antes da realização da exodontia (Owes e Miller⁴⁵, 2000, Rajagopal et al.⁴⁹, 2004, Fjeld e Ogaard²⁵, 2006, Bishara et al.¹⁴, 2007, Cal-Neto¹⁹, 2007). Tais fatores poderiam refletir aspectos como maturidade do esmalte dental e sua exposição ao meio bucal por períodos diferentes que, eventualmente, poderiam afetar alguns resultados. Em outro estudo, também observamos a diversidade com relação aos grupos de dentes presentes na amostra (Bishara et al.¹², 2006).

Outro aspecto é com relação ao tamanho da amostra, e levando-se em consideração que muitos dentes são requeridos para testes de cisalhamento, os dentes bovinos apresentam a vantagem de sua fácil obtenção quando comparados aos dentes humanos (Oesterle et al.⁴⁴, 1998, Gronberg et al.²⁶, 2006 e Yamamoto et al.⁵⁸, 2007). Desta forma, considerando-se as vantagens do substrato bovino, optamos por empregá-los nesta pesquisa, apesar de cientes que a utilização de dentes humanos proporciona maior fidelidade de resultados. Entretanto, a dificuldade de obtenção de dentes humanos nos dias atuais e a grande quantidade de pesquisas que são realizadas na busca de comprovação científica, justificase o uso deste substrato.

Os braquetes ortodônticos estão sujeitos às forças de adesão, tração ou tensão, ou mesmo uma combinação destas, durante a função e, estas forças são difíceis de serem mensuradas *in vivo* (Turck et al.⁵³, 2007). A força de adesão de braquetes ortodônticos metálicos deveriam apresentar valores variando entre 6 à 8MPa para serem considerados clinicamente aceitáveis (Reynolds⁵⁰, 1975). Tradicionalmente, os sistemas de adesão de braquetes ortodônticos são avaliados pelos estudos de cisalhamento *in vitro*,

com auxílio de uma máquina universal de ensaios. Mesmo sendo a máquina de ensaios considerada padrão para acessar esses valores de adesão, os resultados são baseados em ensaios *in vitro*, e podem não corresponder exatamente às situações clínicas. Ao mesmo tempo, não existem instrumentos já validados para medir, de uma forma acurada, a força de adesão *in vivo* (Hajrassie e Khier²⁹ (2007)). Desta forma, nosso estudo foi realizado *in vitro*, apresentando correspondência na literatura pertinente e os resultados podem, de forma parcial, contribuir para a aplicação clínica.

Com relação ao tipo de condicionamento do esmalte previamente à colagem de braquetes, utilizando o sistema convencional (ácido fosfórico e *primer*) e o sistema auto-condicionante (Transbond SEP), Buyukyilmaz et al.¹⁸, em 2003, concluíram que o sistema Transbond SEP apresentou maiores valores de resistência adesiva ($16,0 \pm 4,5$ MPa) quando comparado ao sistema ácido fosfórico/Transbond XT que obtiveram uma média de $13,1 \pm 3,1$ MPa. O sistema Transbond SEP (*self etching primer*) consiste em um adesivo auto-condicionante com ácido incorporado, que atuando na superfície do esmalte, possui a característica na qual condiciona o mesmo, modificando sua superfície, e ao mesmo tempo permite a penetração do adesivo resinoso. Os adesivos ortodônticos podem ser então aplicados, no caso o Transbond XT, com o objetivo de se estabelecer uma ligação estável entre o esmalte e a superfície da base dos braquetes ortodônticos. O sistema Transbond SEP é apresentado em uma embalagem de três compartimentos, os quais são misturados e aplicados em um único passo (*one step*).

Resultados semelhantes foram observados por Amra et al.⁰¹, 2007, que também não verificaram diferenças estatísticas na resistência adesiva de braquetes quando compararam o condicionamento convencional

com ácido fosfórico e o sistema auto-condicionante Xeno III. O sistema Xeno III é semelhante ao sistema Transbond SEP, e é apresentado sob a forma de 2 líquidos que após a mistura, são aplicados na superfície do esmalte, também sob a forma de passo único (*one step*).

Turk et al.⁵³ (2007) também compararam o efeito do condicionamento convencional e a utilização do adesivo auto-condicionante (Transbond SEP) com resultados semelhantes. Neste estudo *in vitro*, sendo a amostra composta por pré-molares humanos com a utilização de braquetes metálicos, e fotoativação realizada por luz halógena (20s), verificaram que para os tempos de até 60min pós-colagem, incluindo os tempos de 5, 15, 30 e 60min, os resultados não mostraram diferenças estatísticas significantes. Além disso, apresentaram valores de adesão (MPa) dentro de valores clinicamente aceitáveis. Resultados semelhantes também foram verificados por Cal-Neto et al.¹⁹ (2006) quando da utilização de condicionamento convencional com ácido fosfórico 37% e o adesivo auto-condicionante (Transbond SEP), não verificando diferença na força de adesão de braquetes metálicos à superfície de esmalte, da mesma forma que Yamamoto et al.⁵⁸, em 2006, utilizando o sistema convencional com ácido fosfórico e adesivo Beauty Ortho e o sistema auto-condicionante Transbond SEP também não encontraram diferenças.

Diferentemente, Bishara et al.⁰⁸, 1999, Bishara et al.⁰⁹, 2001, Bishara et al.¹⁰, 2002, Buyukyilmaz et al.¹⁸, 2003, Bertoz⁰⁷, 2004, Bishara et al.¹², 2006 e Davari et al.²¹, 2007 encontraram resultados indicando que a resistência adesiva de braquetes ortodônticos condicionados com os sistemas auto-condicionantes, apresentaram valores de adesão inferiores quando comparados ao sistema convencional com ácido fosfórico. No entanto, vale ressaltar que, apesar dos resultados de adesão terem sido

inferiores ao sistema convencional, os valores médios obtidos pelos sistemas auto-condicionantes, e dentre eles, o Transbond SEP e Prompt L-POP, os valores se apresentaram dentro do esperado clinicamente (6 a 8MPa). A avaliação realizada por Bishara et al.¹⁰, em 2002, revelou valores de 12,2MPa para o sistema convencional e de 8,8MPa para o sistema auto-condicionante Transbond SEP com diferenças estatisticamente significantes. Já para Davari et al.²¹, 2007, comparando a adesão quando utilizados os sistemas convencional e o sistema auto-condicionante Prompt L-POP, apesar do valor médio de adesão ter sido superior para o grupo convencional (11,7MPa) quando comparado ao grupo auto-condicionante (10,5MPa), esta diferença não foi estatisticamente significativa.

Como citado, vários autores confirmam a superioridade do condicionamento com ácido fosfórico nos testes de resistência adesiva de braquetes ortodônticos em comparação ao sistema auto-condicionante. Estudos interessantes com relação à utilização de adesivos auto-condicionantes na colagem de braquetes ortodônticos foram realizados por Fjield e Ogaard²⁵ (2006) e Vilchis et al.⁵⁶ (2007) com avaliações ao MEV. Fjield e Ogaard²⁵(2006) compararam amostras condicionadas com ácido fosfórico a 35% por 30s, lavadas por 30s e secas com jatos de ar, com amostras condicionadas com o Transbond SEP por 3s, e ambas utilizando o adesivo ortodôntico Transbond XT. As imagens ao MEV revelaram que as amostras tratadas da forma convencional mostraram uma interface entre esmalte e adesivo com *tags* que haviam penetrado no esmalte, e este foi um achado consistente em todas as superfícies estudadas, sendo que o comprimento dos *tags*, em sua maioria, variou de 10 μ a 20 μ . A estrutura típica dos prismas havia se perdido nas superfícies mais profundas onde os *tags* resinosos não haviam penetrado. As amostras que receberam o adesivo auto-condicionante, revelaram finos *tags* resinosos, em menor número e

mais curtos quando comparados ao ácido fosfórico. A maioria dos *tags* apresentava entre 5 a 10 μ de comprimento. Os autores concluem que apesar dos valores de adesão com a utilização de ácido fosfórico a 37% serem geralmente superiores quando comparados aos adesivos auto-condicionantes, quando da indicação entre ambos, deveria ser levado em consideração também os efeitos irreversíveis à estrutura do esmalte, quando o sistema convencional é utilizado. Vilchis et al.⁵⁶ (2007) também compararam os efeitos dos mesmos condicionadores dos autores supra citados. Na avaliação ao MEV, o condicionamento com ácido fosfórico revelou uma maior alteração do esmalte quando comparado ao sistema Transbond SEP. Embora ambos os sistemas tenham produzido alguma perda do esmalte, o padrão de condicionamento do sistema auto-condicionante foi muito mais conservador, e a penetração com o ácido fosfórico apresentou-se mais profunda.

Diante destas observações, a utilização de adesivos auto-condicionantes na colagem de braquetes metálicos, nos indica que estes adesivos poderiam ser utilizados na prática ortodôntica, apresentando as vantagens de aplicação de um condicionamento com ácidos mais fracos, diminuindo possíveis efeitos desnecessários à superfície do esmalte e ao mesmo tempo diminuindo o tempo clínico necessário para a colagem dos mesmos, além de minimizar possíveis efeitos de sensibilidade da técnica, como a contaminação salivar. Frente a estas considerações, optamos pela utilização do sistema adesivo auto-condicionante (Transbond SEP) em nosso estudo. Nosso estudo não incluiu a comparação entre sistemas condicionadores e os valores de adesão obtidos foram bastante altos com a utilização de adesivos auto-condicionantes, apresentando uma média de 18,68MPa quando consideradas todas as amostras estudadas.

Com relação aos braquetes do tipo APC (*Adhesive Pre Coated*) que apresentam o adesivo resinoso pré-aplicado na base dos mesmos, estudos revelam que a resistência adesiva dos mesmos é inferior quando comparados aos braquetes convencionais (Owens e Miller⁴⁵, 2000, Bishara et al.¹⁰, 2002, Bishara et al.¹¹, 2003, Silta et al.⁵¹, 2005 e Cal-Neto et al.¹⁹, 2006). Cal-Neto et al.¹⁹, em 2006, utilizaram braquetes com o sistema APC II, os quais foram colados *in vivo* e extraídos após 30 dias, e observaram que os valores de resistência adesiva foram menores quando comparados ao grupo que utilizou os braquetes convencionais (11,35MPa), e que estes valores foram de 9,77MPa (quando o condicionamento foi realizado da forma convencional) e de 10,16MPa (quando o condicionamento foi realizado com o sistema transbond SEP) para os braquetes APC. A utilização de braquetes do tipo APC apresenta algumas vantagens e dentre elas podemos citar: quantidade padronizada de adesivo, maior facilidade para a remoção de excessos, melhora na assepsia e redução de eventuais perdas do material por colocação desnecessária na base do braquete. Em nosso estudo, optamos pela utilização de braquetes com adesivo pré-aplicado (APC) e, embora tratando-se de um estudo *in vitro*, de acordo com a Tabela 1 e Figuras 12 e 13, os valores médios de adesão obtidos foram bastante superiores aos valores clinicamente requeridos (6 a 8MPa), independentemente do tipo de fotoativação e do tempo pós-colagem. O valor médio de adesão para os grupos luz halógena foi de 20,01MPa ($\pm 5,24$) e de 17,35MPa ($\pm 5,07$) para os grupos LED.

Outro item a ser considerado é com relação à superfície de base dos braquetes. Cozza et al.²⁰, em 2006, avaliaram a resistência adesiva de braquetes variando-se sua superfície de base de 5,9mm², 8,97mm², 9,25mm², 10,4mm² e 12,0mm². Os resultados revelaram que a resistência adesiva, após o teste de cisalhamento foi de 33,0MPa, 30,48MPa,

15,70MPa, 29,07MPa, e de 17,92MPa, respectivamente. Em nosso estudo, os braquetes utilizados apresentam uma superfície de base de 13,16mm², com resultados de 18,68MPa de resistência adesiva para o total da amostra, apresentando resultados semelhantes aos encontrados pelos autores, quando utilizaram braquetes de 12,0mm².

A literatura revela, pelos estudos de vários autores (Bishara et al.⁰⁸, 1999, Owens e Miller⁴⁵, 2000, Bishara et al.¹⁰, 2002, Amra et al.⁰¹, 2007), a superioridade com relação à resistência adesiva dos adesivos resinosos para a colagem de braquetes ortodônticos quando comparados aos CIVMR. Esta superioridade é verificada independentemente se o condicionamento foi realizado pelo método convencional com ácido fosfórico ou com a utilização de adesivos auto-condicionantes. Uma das vantagens quando da utilização dos CIVMR para a colagem de braquetes, é que este material apresenta a liberação de flúor e poderia ser utilizado em condições de umidade durante os procedimentos de colagem, segundo Bishara et al.¹³ (2007). Outra vantagem, segundo Amra et al.⁰¹, 2007, na utilização do CIVMR seria que, quando da remoção dos braquetes, uma menor quantidade de material remanescente estaria presente na superfície do esmalte, e desta maneira, a remoção com a utilização de brocas poderia causar menores danos à superfície do esmalte.

Relatos contraditórios foram encontrados por Bishara et al.¹⁴ (2007), que em seus resultados não encontraram diferenças significantes quanto aos valores médios de adesão (MPa) entre a utilização de um adesivo auto-condicionante (GC) e cimento de ionômero de vidro modificado por resina (Fuji Ortho LC) ou a utilização do sistema Transbond SEP ou a utilização do sistema ácido poliacrílico e cimento de ionômero de vidro modificado por resina. Vale considerar, no entanto, que neste estudo em

particular, dois tipos de braquetes foram utilizados na confecção dos corpos-de-prova. Para o grupo Transbond SEP foi utilizado o braquete com adesivo pré-aplicado (APC Victory Series 3M Unitek), e para os demais grupos o braquete sem adesivo pré-aplicado (Victory Series 3M Unitek) que segundo relatos da literatura, tendem a apresentar valores de adesão inferiores àqueles obtidos com os braquetes tradicionais.

No entanto, outro fator a ser considerado quando da utilização de CIVMR nos procedimentos de colagem de braquetes, independentemente do tipo de condicionamento ácido, o tempo de fotoativação quando da utilização de CIVMR é bastante superior quando comparado à utilização de adesivos resinosos. Enquanto que para os adesivos resinosos a fotoativação requerida para o sistema luz halógena é de 20s, para o CIVMR é de 40s (Bishara¹⁴ et al., 2007, Amra et al.⁰¹, 2006). Ainda com relação ao tempo dos procedimentos, o CIVMR requer também um tempo maior quando da sua manipulação, quando comparado ao adesivo resinoso. Enquanto os adesivos resinosos apresentam-se sob a forma de pasta adesiva, o CIVMR necessita ser manipulado e uma correta proporção pó-líquido é imprescindível para evitar falhas técnicas do material.

Com relação ao tempo de armazenamento pós-colagem para a realização dos testes de cisalhamento, a maioria dos autores utiliza o tempo de 24h pós-colagem (Bishara et al.⁰⁹, 2001, Bishara et al.¹⁰, 2002, Yamada et al.⁵⁷, 2002, Buyukyilmaz et al.¹⁸, 2003, Rajagopal et al.⁴⁹, 2004, Usumez et al.⁵⁵, 2004, Mavropoulos et al.³⁵, 2005, Turkkaharam e Kuçukesmen⁵⁴, 2005, Gronberg et al.²⁶, 2006, Davari et al.²¹, 2007 e Amra et al.⁰¹, 2007). No entanto, a literatura revela que os adesivos ortodônticos exibem um aumento da resistência adesiva com o aumento do tempo pós-colagem. E por outro lado, a prática ortodôntica requer que, após o

procedimento de colagem dos braquetes, os arcos sejam instalados imediatamente. Estudos então são dirigidos para avaliar a correlação entre a resistência adesiva em função do tempo pós-colagem. Nesse sentido, nosso estudo foi dirigido na avaliação da resistência adesiva em função de três diferentes tempos pós-colagem: imediato, 24h e 7d.

Bertoz⁰⁷ (2004) avaliou, *in vitro*, a resistência adesiva de braquetes ortodônticos com metodologia semelhante ao nosso estudo. Os sistemas adesivos utilizados foram o Transbond XT (3M Unitek), Transbond XT Plus SEP e Transbond XT Plus Tyrian SPE One Step Plus nos tempos imediato e 24h pós-colagem. Os sistemas Transbond XT, Transbond SEP e Transbond XT Plus Tyrian apresentaram, respectivamente, valores médios de resistência ao cisalhamento de 7,43MPa, 7,09MPa e 3,41MPa imediatamente após a colagem, e de 7,42MPa, 8,81MPa e 5,35MPa no tempo de 24h pós-colagem, sendo que existiram diferenças estatísticas (5%) entre os grupos Tyrian e Transbond XT (independente do condicionamento ácido) para ambos os tempos de estudo.

Os relatos de Hajrassie e Khier²⁹ (2007) indicaram que a força de adesão do esmalte condicionado da forma convencional (ácido fosfórico a 37%) e a utilização do adesivo resinoso (Transbond XT) à braquetes ortodônticos metálicos realmente aumenta conforme os períodos pós-colagem. Os autores avaliaram os períodos de 10min, 24h, 1 semana e 4 semanas pós-colagem. No entanto, estas diferenças na força de adesão não se mostraram estatisticamente significantes, tanto quando avaliada de forma *in vivo* quanto *in vitro*. Os resultados indicaram que a força média de adesão *in vivo* foi significativamente menor (média de 5,61MPa) daquela observada nos grupos *in vitro* (média de 13,98MPa), contrariando a hipótese da igualdade de adesão entre a força de adesão *in vivo* e *in vitro*. A força de

adesão obtida poderia permitir com segurança que o ortodontista iniciasse a colocação de arcos ortodônticos iniciais durante os primeiros 10min pós-colagem.

Yamamoto et al.⁵⁸ (2006) utilizando diferentes adesivos ortodônticos também avaliaram o efeito do tempo pós-colagem (5, 10 e 60min e 24h). Os adesivos ortodônticos utilizados foram Beauty Ortho Bond, Transbond XT e Transbond SEP, Kurasper F e SuperBond Orthomite. Todos os materiais testados apresentaram os maiores valores médios de adesão nos grupos do período de 24h após a colagem, com valores de $12,1 \pm 1,8$ MPa, $10,4 \pm 3,7$ MPa, $11,2 \pm 3,2$ MPa e $17,0 \pm 4,5$ MPa para os grupos Beauty Ortho Bond, Transbond XT Plus, Kurasper F e Superbond Orthomite, respectivamente. Numericamente, os valores médios de adesão de todos os sistemas adesivos aumentaram com o período de armazenamento, embora o grau deste aumento tenha variado entre os diferentes materiais. Os autores concluíram que, a força de adesão de todos os adesivos testados aumentou com o tempo de armazenamento, e que os tempos de estabilidade inicial quando comparados ao período de 24h diferiram entre si. Estas diferenças no alcance da estabilidade inicial poderiam apresentar implicações clínicas caso os braquetes ortodônticos fossem submetidos à grandes estresses imediatamente após a colagem dos mesmos.

Nossos resultados revelaram através do teste ANOVA (Tabela 2) que existiram diferenças significantes com relação ao tempo pós-colagem, e que a resistência adesiva obtida no ensaio de cisalhamento, sob o período de 7d, apresenta uma maior resistência dos braquetes que os demais períodos estudados (imediate e 24h), independentemente do tipo de fotoativação realizado. Os valores médios para o tempo imediato foram de 17,62MPa para o grupo luz halógena e de 16.10MPa para o grupo LED,

enquanto que para o período de 7d , os valores obtidos foram de 24,46MPa e de 20,05MPa, para os grupos halógena e LED, respectivamente. No entanto, observamos que os valores médios obtidos, incluindo o período imediato, foram superiores aos valores clínicos requeridos de 8MPa, mesmo se considerarmos que segundo Hajrassie e Khier²⁹ (2007) os valores de resistência adesiva obtidos em estudos *in vitro* são 40% inferiores com relação aos estudos *in vivo*.

Outro aspecto a considerar é com relação ao tipo de luz utilizado para fotoativação dos adesivos ortodônticos. O sistema luz halógena é consagrado no que diz respeito a sua efetividade com relação à colagem de braquetes metálicos, sendo utilizado na maioria dos estudos desta natureza (Bishara et al.⁰⁸, 1999, Owens e Miller⁴⁵, 2000, Bishara et al.⁰⁹, 2001, Bishara et al.¹⁰, 2002, Yamada et al.⁵⁷, 2002, Buyukyilmaz et al.¹⁸, 2003, Bertoz⁰⁷, 2004, Rajagopal et al.⁴⁹, 2004, Cozza et al.²⁰, 2006, Bishara et al.¹², 2006, Cal-Neto et al.¹⁹, 2006, Fjeld e Ogaard²⁵, 2006, Turk et al.⁵³, 2007, Davari et al.²¹, 2007, Bishara et al.¹³, 2007, Amra et al.⁰¹, 2007 e Vilchis et al.⁵⁶, 2007).

Os aparelhos fotoativadores devem ser capazes de fornecer energia suficiente sob a forma de fótons que alcancem o comprimento de onda do fotoiniciador do material para polimerizar ou fotoiniciar o adesivo resinoso. A polimerização é afetada pela intensidade de luz, composição do material e o tempo de exposição. A potência de luz é influenciada pela própria unidade do aparelho e pode diminuir pela distância da ponta ativa do mesmo. Uma polimerização adequada algumas vezes pode ser difícil de ser alcançada nos procedimentos de dentística restauradora devido à

profundidade dos preparos cavitários e acesso limitado à determinada área destes preparos. Além disso, comumente os profissionais depositam incrementos de resina composta superiores a 2mm de espessura nestes preparos (Anusavice⁰², 1998). Mas, estes aspectos de polimerização não se apresentam na clínica ortodôntica, visto que a camada de adesivo resinoso utilizada para a colagem de braquetes ortodônticos é inferior a 2mm e com acesso facilitado entre a ponta ativa e base do braquete.

Nossos resultados, sob o aspecto do tipo de fonte de luz, revelaram através do teste de Tukey (Tabela 3) que a fotoativação pelo sistema LED pelo tempo de 10s, produziu uma resistência adesiva semelhante àquela realizada pelo sistema tradicional luz halógena (20s), para os períodos imediato e 24h pós-colagem, formando grupos de mesmo desempenho. O sistema luz halógena, para o período 24h revelou resultados superiores e o grupo LED 24h apresentou desempenho intermediário. E este fato encontra concordância na literatura quando o tempo mínimo de 10s é respeitado. Tempos de fotoativação inferiores à 10s parecem comprometer a adesão de acessórios ortodônticos metálicos quando o sistema LED é utilizado (Silta et al.⁵¹, 2005, Mavropoulos et al.³⁵, 2005 e Gronberg et al.²⁶, 2006) e tempos superiores à 10s parecem ser desnecessários (Gronberg et al.²⁶, 2006).

Com relação à intensidade de luz dos aparelhos, Mavropoulos et al.³⁵, 2005, avaliaram a utilização de 2 aparelhos distintos do sistema LED, onde a intensidade de luz era de 800mW/cm² e 1000mW/cm², e compararam ao aparelho luz halógena que apresentava uma intensidade de 900mW/cm².

Seus resultados revelaram a distribuição de grupos homogêneos para os tempos de 40s (luz halógena) e 10s para os dois aparelhos LEDs. Quando a fotoativação foi realizada pelo tempo de 5s (LED), o desempenho de ambos aparelhos LEDs revelaram resultados inferiores de resistência adesiva. Com relação à obtenção da potência máxima de luz dos aparelhos, Turkkahram e Kuçukesmen⁵⁴ (2005) compararam os sistemas *fast-mode* e *soft-start* na colagem de braquetes ortodônticos, e justificaram o tempo de fotoativação do sistema LED *soft-start* de 20s, pois acreditam que para esse sistema especificamente, um tempo maior é requerido para que a potência máxima de luz seja atingida, apesar da recomendação do fabricante ter sido designada de 10s.

A literatura nos mostra que o sistema LED quando comparado ao sistema luz halógena na colagem de braquetes ortodônticos apresenta algumas vantagens como uma menor geração de calor, o que representa um maior tempo de vida útil da lâmpada com uma significativa redução de sua degradação, são resistentes às vibrações e choques, não necessitam de ventiladores, operam de forma silenciosa, e conseguem resultados de adesão comparáveis aqueles quando o sistema tradicional luz halógena é utilizado, e também, requerendo um tempo 50% menor de fotoativação (Silta et al.⁵¹, 2005, Mavropoulos et al.³⁵, 2005 e Gronberg et al.²⁶, 2006).

Atualmente, a preocupação com relação à utilização dos aparelhos do tipo LED não mais recai sobre a questão do poder de fotoiniciar. Devido ao fato de que o espectro de luz efetivo do LED é especificamente estreita para a luz azul por volta de 470nm, outros fotoiniciadores além da canforoquinona, podem não ser adequadamente polimerizados. Um iniciador como a propanediona não polimerizará com o

sistema LED porque é ativada na faixa de 410nm (Park et al.⁴⁶, 1999). Desta forma, os clínicos devem estar atentos para o conhecimento de qual fotoiniciador está presente no material a ser empregado, quando um sistema LED for utilizado.

Com relação ao índice de Adesivo Remanescente, nossos resultados não revelaram diferenças significantes entre todos os grupos estudados. Estes resultados são concordantes com os estudos de Mavropoulos et al.³⁵, 2005; Cal-Neto et al.¹⁹, 2006; Davari et al.²¹, 2007; e Attar et al.⁰⁵, 2007. Diferenças significantes foram encontradas em estudos nos quais houve a comparação principalmente entre adesivos resinosos e adesivos a base de ionômero de vidro, como o trabalho de Amra et al.⁰¹ (2007), ou quando o condicionamento do esmalte foi realizado com ácido fosfórico a 37% comparado com adesivos auto-condicionantes (Turk et al.⁵³, 2007).

Nossos resultados mostraram que em apenas duas amostras havia a ausência total de adesivo remanescente na superfície do esmalte após o teste de cisalhamento. O uso de adesivo auto-condicionante parece favorecer esta condição, independentemente da fonte de luz utilizada (LED x Halógena), o que, na prática, poderia significar um menor risco de perda definitiva da superfície do esmalte quando da remoção de braquetes pelo profissional.

Concluimos em nosso estudo, que os resultados de adesão de braquetes ortodônticos fotoativados (10s) pelo sistema LED são comparáveis ao sistema tradicional Luz Halógena (20s) com a utilização de adesivo auto-condicionante, proporcionando desta forma, um menor tempo

de trabalho. Em todos os espécimes, a utilização dos sistemas de fotoativação luz halógena e LED de alta intensidade para a colagem de braquetes ortodônticos apresentaram valores médios de adesão superiores aos valores clinicamente requeridos, indicando portanto, o uso de ambos os sistemas para esta finalidade, com maior vantagem para a luz halógena.

7 CONCLUSÃO

Diante da metodologia empregada, concluímos que:

- a) O período de armazenamento de 7 dias, conferiu os maiores valores de resistência adesiva de braquetes ortodônticos;
- b) A fotoativação pelo sistema luz halógena proporcionou maiores valores de resistência adesiva quando comparado ao sistema LED.

8 REFERÊNCIAS*

01. Amra, I et al. Xeno III self-etching adhesive in orthodontic bonding: The next generation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;131(2):160e11-15.
02. Anusavice, KJ. *Philips materiais dentários.* Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1998. 412p.
03. Araújo, RM et al. Influência da intensidade de luz de fotopolimerizadores na infiltração marginal. *Rev Assoc Paul Cir Dent.* 1996;50(5) 408-413.
04. Artun, J e Bergland, S. Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid-etch enamel pretreatment. *Am J Orthod.* 1984;85(4):333-340.
05. Attar, N et al. Shear bond strength of orthodontic brackets bonded using conventional vs one and two step self-etching/adhesive systems. *Angle Orthod.* 2007;77(3):518-523.
06. Barghi, N et al. Bonding to enamel/dentin etched with phosphoric and hydrofluoric acids. *Pract Proced Aesthet Dent.* 2004;16(9):653-659.

*Baseado em:

International Committee of Medical Journal Editors. Bibliographic Services Division. Uniform requirements for manuscripts submitted to biomedical journals: simple references [homepage na Internet]. Bethesda: US National Library; c2003 [disponibilidade em 2006 fev; citado em 20 mar.]. Disponível em: http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html

07. Bertoz, ECAS. Estudo da resistência às forças de cisalhamento de três sistemas condicionantes indicados para a colagem de acessórios ortodônticos. [Dissertação mestrado]. Araçatuba: Faculdade de Odontologia de Araçatuba, Universidade Estadual Paulista; 2004. 105 f.
08. Bishara, SE et al. Shear bond strength of composite, glass ionomer, and acidic primer adhesive systems. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999; 116(1):24-28.
09. Bishara, SE, et al. Evaluation of nonrinse conditioning solution and a compomer as an alternative method of bonding orthodontic bracket. *Angle Orthod.* 2001;71(6):461-465.
10. Bishara, SE, et al. The effect of saliva contamination on shear bond strength of orthodontic brackets when using a self-etch primer. *Angle Orthod.* 2002; 72(6):554-557.
11. Bishara, SE, et al. Evaluation of a new curing light on the shear bond strength of orthodontic brackets. *Angle Orthod.* 2003;73(4):431-435.
12. Bishara, SE, et al. Early shear bond strength of a one-step self-adhesive on orthodontic brackets. *Angle Orthod.* 2006;76(4):689-693.
13. Bishara, SE, et al. Shear bond strength comparison of two adhesive systems following thermocycling. *Angle Orthod.* 2007;77(2):337-341.
14. Bishara, SE, et al. A self-conditioner for resin-modified glass ionomers on bonding orthodontic brackets. *Angle Orthod.* 2007;77(4):711-715.

15. Bowen, RL. Properties of a silica-reinforced polymer for dental restorations. *J Am Dent Assoc.* 1963;66(1):57-69.
16. Bowen, RL. Adhesive bonding of various materials to hard tissues. I Method of determining bond strength. *J Dent Res.* 1963;44:690-695.
17. Buonocore, MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res.* 1955;34(6):849-853.
18. Buyukyilmaz, T. et al. Effect of self-etching primers on bond strength- are they reliable ? *Angle Orthod.* 2003;73(1):64-70.
19. Cal-Neto, JP et al. Effect of a self-etching primer on shear bond strength of adhesive precoated brackets in vivo. *Angle Orthod.* 2006;76(1):127-131.
20. Cozza P, et al. Shear bond strength of metal brackets on enamel. *Angle Orthod.* 2006;76(5):851-856.
21. Davari AR et al. Effect of different types of enamel conditioners on the bond strength of orthodontic brackets. *J Contemp Dent Pract.* 2007;8(1):1-7.
22. Della Bona, AC. Eficácia dos fotopolimerizadores utilizados em clínicas odontológicas. *Rev Fac Odontol UPF.* 1997;2(1):41-50.
23. Dunn, WJ e Bush, AC. A comparison of polymerization by light-emitting diode and halogen-based light-curing units. *J Am Dent Assoc.* 2002;133:335-341.

24. Felix, CA et al. Effect of reduced exposure times on the microhardness of 10 resin composites cured by High Power LED and QTH curing lights. *J Can Dent Assoc.* 2006;72(2):147a-147f.
25. Fjeld, M e Ogaard, B. Scanning electron microscopic evaluation of enamel surfaces exposed to 3 orthodontic bonding systems. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;130(5):575-581.
26. Gronberg, K, et al. Distance and time effect on shear bond strength of brackets cured with a second-generation Light-emitting Diode Unit. *Angle Orthod.* 2006;76(4):682-688.
27. Gwinnett AJ e Buonocore, MG. Adhesives and caries prevention. *Brit Dent J.* 1965;119(2):77-80.
28. Gwinnett AJ e Buonocore, MG. A scanning electron microscope study of pit and fissure surfaces conditioned for adhesive sealing. *Arch Oral Biol.* 1972;17(3):415-423.
29. Hajrassie, MKA e Khier, SE. 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.* 2007;131(3):384-390.
30. Hammesfahr, PD et al. Light-curing technology: past, present and future. *Compend Contin Educ Dent.* 2002;23(9):18-24.
31. Hildebrand, NKS et al. Argon laser vs conventional visible light-cured orthodontic bracket bonding: An in-vivo and in-vitro study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;131(4):530-536.

32. International Organization for Standardization (TR 11405): Dental materials: Guidance on testing of adhesion to tooth structure. Genève; 1994. 14p.
33. Jandt, KD et al. Depth of cure and compressive strength of dental composites cured with blue light emitting diodes (LEDs). *Dent Mater.* 2000;16(1): 41-47.
34. Mandall NA et al. Orthodontic adhesives: a systematic review. *J Orthod.* 2002;29:205-210.
35. Mavropoulos, A et al. Light curing time reduction: in vitro evaluation of new intensive light-emitting diode curing units. *European J Orthod.* 2005;27:408-412.
36. Martin, FE. A survey of the efficiency of visible light-curing units. *J Dent.* 1998;26(3):239-243.
37. Mills, RW. Blue light emitting diodes – an other method of light curing ? *Br Dent J.* 1995;178(5):169.
38. Mills, RW, et al. Dental composite depth of cure with halogen and blue light emitting diode technology. *Br Dent J.* 1999;186(8):388-391.
39. Miura, F et al. New direct bonding system for plastic brackets. *Amer J Orthod.* 1971;59(4):350-361.
40. Montenegro, et al. Descobrimo seu fotopolimerizador. *Rev A ssoc Paul Cir Dent.* 2003;57(1):66-71.

41. Neugebauer, S et al. Plasma versus halogen light: the effect of different light sources on the shear bond strength of brackets. *J Orofac. Orthop.* 2004;65: 223-236.
42. Newman GV et al. Epoxy adhesives for orthodontic attachments: progress report. *Am J Orthod.* 1965;51(12):901-912.
43. Newman GV et al. Adhesives for bonding attachments to tooth surfaces. *Angle Orthod.* 1968;38(1):12-18.
44. Oesterle LJ et al. The use of bovine enamel in bonding studies. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998;114(5):514-519.
45. Owens, SE e Miller, BH. A comparison of bond strenghts of three visible Light-cured orthodontic adhesives. *Angle Orthod.* 2000;70(5):352-356.
46. Park, YJ et al. Development of a new phoinitiation system for dental light-cure composite resins. *Dent Mater.* 1999; 15(2):120-127.
47. Pashley, DH. The effects of acid etching on the pulpodentin complex. *Oper Dent.* 1992;17(6):229-242.
48. Pereira, SK et al. Análise de aparelhos fotopolimerizadores – aspectos clínicos relacionados à manutenção, eficiência e emissão de intensidade de luz. *Rev Gaúcha Odontol.* 1996;3(44):143-145.
49. Rajagopal, R et al. A comparison of shear bond strength and debonding characteristics of conventional, moisture-insensitive, and self-etching primers in vitro. *Angle Orthod.* 2004;74(2):264-268.

50. Reynolds IR. A review of direct orthodontic bonding. *Br Dent J.* 1975;2:171-178.
51. Silta, YT et al. Effect of shorter polymerization times when using the latest generation of light-emitting diodes. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2005; 128(6):744-748.
52. Swanson, T et al. Shear bond strength of orthodontic brackets bonded with light-emitting diode curing units at various polymerization times. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004;125(3):337-341.
53. Turk, T et al. Effects of self-etching primer on shear bond strength of orthodontic brackets at different debond times. *Angle Orthod.* 2007;77(1): 108-112.
54. Turkkahraman, H e Kuçukesmen, HC. Orthodontic bracket shear bond strengths produced by two high-power light-emitting diode modes and halogen light. *Angle Orthod.* 2005;75(5):854-857.
55. Usumez, S et al. Effect of light-emitting diode on bond strength of orthodontic brackets. *Angle Orthod.* 2004;74(2):259-263.
56. Vilchis, RJ, et al. Examination of enamel-adhesive interface with focused ion beam and scanning electron microscopy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;131(5):646-650.
57. Yamada, R. et al. Effect of using self-etching primer for bonding orthodontic brackets. *Angle Orthod.* 2002; 72(6):558-564.

58. Yamamoto et al. Orthodontic bracket bonding: Enamel bond strength vs time. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 2006;130(4):435.e1-435.e6.

Anexo I

  UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
Av. Eng. Francisco José Longo, 777 - Jd. São Dimas
CEP 12201-970 - F. (12) 3947-9028 / 9037
Fax (12) 3947-9010 / aigotti@fosjc.unesp.br / Guedes@fosjc.unesp.br

**CERTIFICADO****Comitê de Ética em Pesquisa
Envolvendo Animais**

CERTIFICAMOS, que o protocolo nº 04/2007-PA/CEP, sobre “Avaliação da resistência adesiva de braquetes ortodônticos submetidos a diferentes períodos de armazenagem e fontes de luz, sob responsabilidade de REBECA DI NICOLÓ, está de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal adotado pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA) e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa.

São José dos Campos, 20 de março de 2007.



Profa. Dra. ADRIANA AIGOTTI HABERBECK BRANDÃO
Coordenadora do CEP/ANIMAIS/FOSJC

Anexo II

Valores em MPa obtidos com o aparelho Luz Halógena, segundo o Tempo de armazenamento

Aparelho	MPa	Tempo
Halógena	17.87	Imediato
Halógena	17.05	Imediato
Halógena	19.23	Imediato
Halógena	21.37	Imediato
Halógena	19.36	Imediato
Halógena	15.25	Imediato
Halógena	16.21	Imediato
Halógena	9.20	Imediato
Halógena	18.14	Imediato
Halógena	21.47	Imediato
Halógena	25.65	Imediato
Halógena	10.66	Imediato
Halógena	13.58	24h
Halógena	21.04	24h
Halógena	17.85	24h
Halógena	18.52	24h
Halógena	20.02	24h
Halógena	16.81	24h
Halógena	20.60	24h
Halógena	12.61	24h
Halógena	17.31	24h
Halógena	21.56	24h
Halógena	19.33	24h
Halógena	16.14	24h
Halógena	23.28	7d
Halógena	19.70	7d
Halógena	27.66	7d
Halógena	16.19	7d
Halógena	19.00	7d
Halógena	20.58	7d
Halógena	25.49	7d
Halógena	34.46	7d
Halógena	29.54	7d
Halógena	23.68	7d
Halógena	26.47	7d
Halógena	27.58	7d

Anexo III

Valores em MPa obtidos com o aparelho LED, segundo o Tempo de armazenamento

Aparelho	MPa	Tempo
LED	17.39	Imediato
LED	14.32	Imediato
LED	16.15	Imediato
LED	19.38	Imediato
LED	12.78	Imediato
LED	15.17	Imediato
LED	18.48	Imediato
LED	5.89	Imediato
LED	18.69	Imediato
LED	17.43	Imediato
LED	18.71	Imediato
LED	18.90	Imediato
LED	12.91	24h
LED	8.79	24h
LED	10.13	24h
LED	15.08	24h
LED	14.99	24h
LED	17.15	24h
LED	18.45	24h
LED	17.55	24h
LED	14.24	24h
LED	21.60	24h
LED	10.95	24h
LED	28.79	24h
LED	21.87	7d
LED	22.70	7d
LED	13.40	7d
LED	12.52	7d
LED	24.00	7d
LED	20.78	7d
LED	12.81	7d
LED	20.36	7d
LED	29.29	7d
LED	20.21	7d
LED	23.33	7d
LED	19.43	7d

Di Nicolo, R. *Effects of polymerization using halogen and Light-emitting Diode system on shear bond strength of orthodontic brackets at different debond times, an in vitro study.* [Tese Livre Docência] São José dos Campos: Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, UNESP; 2007.

ABSTRACT

The objective of this in vitro study was to compare the effects of polymerization using halogen and LED system on shear bond strengths (SBS) at different debond times of immediately, 24 hours and 7 days after bonding. Pre-coated brackets (Gemini series; 3M Unitek, USA) were bonded to bovine incisors in all specimens. Teeth were conditioned with a self-etching primer (Transbond SEP, 3M Unitek, USA) as recommended by the manufacturer for all groups. Seventy two bovine teeth were divided in 2 groups (n=36) according to the polymerization system (halogen or LED) and subdivided (n=12) according to the debond time. For the halogen groups light-cure time was 20 seconds and for the LED groups light-cure time was 10 seconds. The shear bond test was performed with a universal testing machine at the different times of immediately, 24 hours and 7 days after bonding. Mean values of SBS for the halogen groups was (20,01±5,24 MPa) and (17,35±5,07MPa) for the LED groups with statistical difference between the groups. When comparing the different debond times, results revealed that SBS were significantly greater for the 7 days period. Two-way ANOVA test showed no statistical difference between the co-relation of light source and debond times. Results of Tukey test revealed that the four experimental conditions established for the immediately and 24 hours times did not differ statistically, but differed for the seven day period with the halogen system. The LED seven day condition performed as an intermediately result. The Adhesive Remanescence Index revealed no significative differences among all groups. As a conclusion it is reliable that although halogen groups differed from LED groups, the SBS mean values are greater than those clinically accepted.

KEYWORDS: Orthodontic brackets; LED; Shear bond strength; Self-etching primer