

UNIVERSIDADE METODISTA DE SÃO PAULO

FACULDADE DE ODONTOLOGIA

ORTODONTIA

***AVALIAÇÃO IN VITRO DA RESISTÊNCIA DA COLAGEM DE
BRAQUETES LINGUAIS COM DIFERENTES ESPESSURAS
DE RESINA***

AFONSO EUGÊNIO WUNDERLICH JUNIOR

São Bernardo do Campo

2009

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE METODISTA DE SÃO PAULO

FACULDADE DE ODONTOLOGIA

ORTODONTIA

**AVALIAÇÃO *IN VITRO* DA RESISTÊNCIA DA COLAGEM DE
BRAQUETES LINGUAIS COM DIFERENTES ESPESSURAS
DE RESINA**

AFONSO EUGÊNIO WUNDERLICH JUNIOR

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade Metodista de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do Título de **MESTRE** pelo Programa de Pós-Graduação em **ODONTOLOGIA**, Área de Concentração em Ortodontia

Orientador: Prof. Dr. Danilo Furquim Siqueira

São Bernardo do Campo

2009

FICHA CATALOGRÁFICA

W961a	<p>Wunderlich Junior, Afonso Eugênio</p> <p>Avaliação in vitro da resistência da colagem de braquetes linguais com diferentes espessuras de resina / Afonso Eugênio Wunderlich Junior. 2009. 108 f.</p> <p>Dissertação (mestrado em Ortodontia) --Faculdade de Odontologia da Universidade Metodista de São Paulo, São Bernardo do Campo, 2009. Orientação: Danilo Furquim Siqueira</p> <p>1. Braquetes ortodônticos 2. Resinas 3. Análise do estresse dentário</p> <p>I.Título.</p> <p>D. Black D4</p>
-------	---

DEDICATÓRIA

A minha esposa Soraia Michela Stachon Wunderlich,

Pelo carinho, compreensão, amor, companheirismo, e participação constante em todas as minhas empreitadas. Sem a sua alegria, paciência e cumplicidade a minha caminhada seria penosa, senão impossível.

Ao meu filho Carlos Augusto Stachon Wunderlich,

Estar longe de ti sempre foi muito difícil, não poder ouvir tuas primeiras palavras nem te levantar dos teus tombos. Fui à busca de respostas e encontrei muitas delas no teu sorriso, aprendi o valor da paternidade.

Aos meus pais, Dinah e Afonso,

A luta para manter todos os filhos na escola parece nunca ter fim e mesmo assim não faz dos seus superiores, mas nos torna melhores e mais cômnicos dos vossos ensinamentos. Obrigado é pouco, amo vocês.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Ao meu orientador

Prof. Dr. Danilo Furquim Siqueira

A oportunidade da sua orientação me foi presenteada no decorrer do curso com as alterações ocorridas, a qual foi correta e sem meias palavras. Descrever gratidão e respeito nestas poucas linhas é uma tarefa difícil e ficará incompleta. Preciso agradecer pela paciência e entendimento das minhas limitações, e que mesmo assoberbado com os seus orientandos manteve a serenidade e o respeito. As avaliações das nossas apresentações em nenhum momento tiveram conotação pessoal, exemplo a ser seguido por todos. Tive a oportunidade de conhecer um mestre na sua essência, quero tentar ser igual.

Ao *Prof. Dr. Marco Antonio Scanavini*, Coordenador do Programa de Pós-graduação em Odontologia, área de concentração Ortodontia pela dedicação com que tem conduzido este programa, além da amizade e apoio que sempre demonstrou.

Às *Prof.^a Dra. Lylian Kanashiro e Prof.^a Dra. Fernanda Angelieri* pela amizade, ensinamentos e esforço em mostrar sempre uma direção certa para o trabalho científico.

A *Prof. Dr. Eduardo Kazuo Sannomiya* pela serenidade nos ensinamentos e apoio recebidos.

A *Prof.^a Dra. Silvana Bommarito*, pela amizade, atenção e contribuição na minha formação.

Ao *Prof. Dr. Fernando Torres* e à *Prof.^a Dra. Cláudia Toyama Hino*, pela contribuição e amizade, ainda que por um curto período de convívio.

Aos colegas, Ana Paula Morales Cobra de Carvalho, Daniel Martinez Saez, Fernanda Cepera, Livia Maria Rocha Falcão, Nelson José Carrieri Rossi, Paula Rotoli Gregolin, Ricardo Kochenborger, Rodrigo Severo Leal, Roger Teixeira Gazzinelli de Barros, pelo convívio e amizade durante o curso.

Aos funcionários do Curso de Pós-graduação: Ana Regina Trindade Paschoalin, Edílson Donizete Gomes, Ana Paula Ferreira Granado, Marilene Domingos da Silva e Célia Maria dos Santos, obrigado pela atenção, colaboração, amizade e constante disposição para auxiliarem todos os meus trabalhos.

Ao Prof. Dr. José Roberto Pereira Lauris pela paciência e suporte na análise estatística.

Aos amigos Paulo Sérgio Galletta e Murilo Rosa pelo estímulo, carinho, amizade, confiança e apoio durante mais esta caminhada.

SUMÁRIO

RESUMO	X
ABSTRACT	XI
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	XII
LISTA DE TABELAS	XV
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 Colagem Direta	5
2.1 Colagem Indireta	30
2.1 Ortodontia Lingual	41
3. PROPOSIÇÃO	48
4. MATERIAL E MÉTODO	50
4.1 Material	51
4.1.1 Amostra	51
4.2 Método.....	51
4.2.1 Preparo dos dentes	51
4.2.2 Formação dos grupos e confecção dos modelos de trabalho para colagem indireta	56
4.2.3 Confecção dos PADs	57
4.2.3.1 Fotopolimerizador	61

4.2.4 Profilaxia e condicionamento ácido do esmalte	62
4.2.5 Colagem indireta	62
4.2.6 Colagem dos Grupos I, II e III	64
4.2.7 Ensaios mecânicos	65
4.2.8 Índice de adesivo remanescente	66
4.2.9 Análise estatística	67
5. RESULTADOS	68
5.1 Resistência da colagem sob cisalhamento.....	69
5.2 Índice de adesivo remanescente (IAR)	71
6. DISCUSSÃO	75
6.1 Aspectos metodológicos.....	76
6.2 Ensaios mecânicos	84
6.3 Resultados.....	86
6.4 Considerações finais	90
7. CONCLUSÕES	92
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	94
ANEXOS	102
APÊNDICES	105

WUNDERLICH JUNIOR, A. E. Avaliação *in vitro* da resistência da colagem de braquetes linguais com diferentes espessuras de resina. 108p. Dissertação (Mestrado em Odontologia). Faculdade de Odontologia, Universidade Metodista de São Paulo, São Bernardo do Campo, 2009.

RESUMO

Este estudo avaliou a colagem de braquetes linguais nas faces linguais de pré-molares superiores com diferentes espessuras de PADs, confeccionados com a resina fotopolimerizável Transbond XT nas espessuras de 1,0 mm e 2,0 mm e comparando-os com a menor espessura possível. Foi utilizado o adesivo Sondhi Rapid Set para a colagem indireta. Avaliou-se a força de resistência sob cisalhamento cinco minutos após a colagem em uma máquina de ensaios mecânicos Kratos, com velocidade de cruzeta de 1,0 mm/min. A força média da resistência da colagem sob cisalhamento para o Grupo I foi de 9,69 MPa (DP 4,02 MPa), para o Grupo II foi de 6,15 MPa (DP 2,69 MPa) e para o Grupo III foi de 5,73 MPa (DP 1,62 MPa). O Grupo I, com menor espessura do PAD, apresentou força de resistência da colagem sob cisalhamento significativamente maior do que os Grupos II e III (PADs com 1,0 e 2,0 mm respectivamente). Estes por sua vez, não apresentaram diferença estatisticamente significante ao nível de $p < 0,05$. O índice 1 de Adesivo Remanescente predominou nos Grupos I e II, caracterizando um maior número de fraturas do tipo adesiva. No Grupo 3 predominou o Índice 2, com fraturas do tipo coesiva.

Palavras-chave: resinas, braquetes, ortodontia, análise do estresse dentário

WUNDERLICH JUNIOR, A. E. *In vitro* shear bond strenght evaluation of lingual brackets bonding with different resin thicknesses.108p. Dissertação (Mestrado em Odontologia). Faculdade de Odontologia, Universidade Metodista de São Paulo, São Bernardo do Campo, 2009.

ABSTRACT

This study evaluated lingual brackets bonding on the lingual surfaces of bicuspid with different PAD thickness, made with Transbond XT light cured resin in 1.00 mm and 2.00 mm thicknesses and compared to the lowest possible thickness. The Sondhi Rapid-Set bonding adhesive was used for indirect bonding. Shear bond strength was evaluated five minutes after bonding, using a Kratos universal testing machine, with a crosshead speed of 1.0 mm/min. The mean force of shear bond strength for Group I was 9.69 MPa (SD 4.02 MPa); 6.15 MPa (SD 2.69 MPa) for Group II; and 5.73 MPa (SD 1.62 MPa) for Group III. Group I, with lower PAD thickness, featured significantly greater shear bond strength than Groups II and III (PADs equal to 1.0 mm and 2.0 mm, respectively). The latter two groups showed no significant difference at $p < 0.05$. Score 1 of the Adhesive Remnant Index prevailed in Groups I and II, characterizing a greater number of adhesive fractures. In Group III, score 2 prevailed, with cohesive-type fractures.

Key words: resins, braces, orthodontics, dental stress analysis

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 4.1 - Preparo do dente para confecção do corpo-de-prova	52
FIGURA 4.2 - Pote PALADON	52
FIGURA 4.3 - Braquete, vista superior	53
FIGURA 4.4 - Braquete, base de colagem	53
FIGURA 4.5 - Braquete fixado no dispositivo posicionador com dobras verticais, vista gengival	53
FIGURA 4.6 - Braquete fixado no dispositivo posicionador com dobras verticais, vista superior	53
FIGURA 4.7 - Segmento de fixação do braquete com 0° de angulação	53
FIGURA 4.8 - Sulcos guias bilaterais no cilindro	54
FIGURA 4.9 - Determinação do limite gengival da face palatal	54
FIGURA 4.10 - Registro da altura da face palatal	54
FIGURA 4.11 - Medição da altura da face palatal	54
FIGURA 4.12 - Obtenção da metade da altura da face palatal	55
FIGURA 4.13 - Registro das referências para colagem	55
FIGURA 4.14 - Pistola para aquecimento do adesivo	55
FIGURA 4.15 - Braquete fixado no dente com “cola quente”	55
FIGURA 4.16 - Conjunto posicionado para inclusão, vista proximal	55
FIGURA 4.17 - Conjunto posicionado para inclusão, vista oclusal	55
FIGURA 4.18 - Dente posicionado e incluído sem a cola de fixação, vista incisal	56
FIGURA 4.19 - Dente posicionado e incluído sem a cola de fixação, vista superior	56
FIGURA 4.20 - Corpo-de-prova preparado para a colagem do braquete	56
FIGURA 4.21 - Anel de PVC inserido no molde	57
FIGURA 4.22 - Isolamento do modelo de trabalho.....	57
FIGURA 4.23 - Resina Transbond XT.....	58
FIGURA 4.24 - Fotopolimerização por mesial.....	58

FIGURA 4.25 - Fotopolimerização por distal.....	58
FIGURA 4.26 - Fotopolimerização adicional do PAD.....	58
FIGURA 4.27 - Compressão do braquete.....	59
FIGURA 4.28 - Remoção dos excessos de resina.....	59
FIGURA 4.29 - PAD com a menor espessura	59
FIGURA 4.30 - Espaçador posicionado	59
FIGURA 4.31 - PAD de 1,0 mm	59
FIGURA 4.32 - Espaçador posicionado	60
FIGURA 4.33 - PAD de 2,0 mm	60
FIGURA 4.34 - Remoção dos excessos de resina	60
FIGURA 4.35 - Limpeza do PAD com óxido de alumínio	60
FIGURA 4.36 - Fotopolimerizador Demetron A1	61
FIGURA 4.37 - Aferição do potopolimerizador com radiômetro.....	61
FIGURA 4.38 - Profilaxia.....	62
FIGURA 4.39 - Esmalte após condicionamento.....	62
FIGURA 4.40 - Sistema adesivo Sondhi Rapid Set.....	63
FIGURA 4.41 - Aplicação da resina A.....	63
FIGURA 4.42 - Aplicação da resina B.....	63
FIGURA 4.43 - Braquete colado no esmalte.....	64
FIGURA 4.44 – Corpo-de-prova do Grupo I.....	64
FIGURA 4.45 – Corpo-de-prova do Grupo II.....	65
FIGURA 4.46 – Corpo-de-prova do Grupo III.....	65
FIGURA 4.47 - Máquina de ensaios mecânicos Kratos.....	66
FIGURA 4.48 - Aplicação da carga de cisalhamento.....	66
FIGURA 4.49 - Estereomicroscópio com câmera fotográfica digital acoplada	67
FIGURA 5.1 - Média e desvio padrão da resistência da união sob cisalhamento (MPa) dos três grupos estudados	70
FIGURA 5.2 - Índice zero de adesivo remanescente	71
FIGURA 5.3 – Braquete correspondente	71
FIGURA 5.4 - Índice 1 de adesivo remanescente	72
FIGURA 5.5 – Braquete correspondente	72
FIGURA 5.6 - Índice 2 de adesivo remanescente	72

FIGURA 5.7 – Braquete correspondente	72
FIGURA 5.8 - Índice 3 de adesivo remanescente	72
FIGURA 5.9 – Braquete correspondente	72
FIGURA 5.10 - Fratura do esmalte	73
FIGURA 5.11 – Respectivo braquete	73

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Mínima, máxima, média e desvio padrão da resistência de união sob cisalhamento em MPa por grupo	69
Tabela 2 - Análise de variância para a comparação entre os três grupos estudados	70
Tabela 3 - Teste de Tukey para as comparações múltiplas da resistência sob cisalhamento entre os três grupos	71
Tabela 4 - Distribuição dos escores de IAR nos três grupos estudados	73
Tabela 5 – Teste de Dunn para as comparações múltiplas do IAR entre os três grupos	74

1. INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

A colagem dos braquetes na Ortodontia é parte da rotina de trabalho na prática clínica, e constantemente beneficiada pelos aprimoramentos na ciência dos biomateriais. As resinas acrílicas foram os primeiros adesivos para a colagem de acessórios ortodônticos⁷⁴, desenvolvidos em consequência da técnica do condicionamento ácido da superfície do esmalte⁸. Estes foram aperfeiçoados com o surgimento das resinas compostas com metacrilatos autopolimerizáveis⁵², seguido pelos fotopolimerizáveis⁷⁰. A melhora das propriedades adesivas com o auxílio dos promotores de adesão⁵⁴, a introdução das resinas hidrofílicas³⁵ e das coloridas para facilitar a visualização e a remoção dos excessos⁵⁵ são alguns dos mais recentes resultados das pesquisas.

Com o aumento da procura por materiais estéticos e de tratamentos com aparelhos ortodônticos “invisíveis”, foram introduzidas melhorias nas técnicas de correção das más-posições dentárias por meio do uso de aparelhos colados nas faces linguais dos dentes²². Inexoravelmente foi e continua sendo necessária a investigação científica para a resolução dos muitos problemas inerentes às particularidades técnicas. Nas várias abordagens de tratamento por vestibular, a colagem já foi amplamente avaliada e é farta a literatura existente. Ela pode ser realizada com toda a segurança porque se desenvolveu precisamente para a colagem dos acessórios ortodônticos nesta face^{51,63,70,73,84}.

Qualquer erro de colagem na vestibular pode ser facilmente visualizado direta ou indiretamente e corrigido ou mesmo compensado com dobras nos arcos utilizados durante o tratamento. Entretanto, na Ortodontia lingual devido às dificuldades de acesso pela presença da língua, do controle da umidade e das limitações para se trabalhar com a visão direta, bem como pela variabilidade anatômica da superfície lingual quando comparada à vestibular, é utilizada a colagem indireta dos braquetes². Nela, os braquetes são posicionados nos modelos de trabalho e a colagem intra-oral é feita por meio de moldeiras de transferência, minimizando os erros de posicionamento^{71,72}.

A menor distância inter-braquetes reduz a flexibilidade do arco e produz um espaço reduzido para a inserção de compensações, quando comparado ao mesmo arco utilizado por vestibular. Isto justifica a utilização de fios menos calibrosos e mais

flexíveis nas técnicas de tratamento por lingual do que nas técnicas de tratamento por vestibular⁴⁸. Qualquer dobra aplicada nos arcos acarretaria no aumento das tensões nos braquetes contíguos às dobras e concomitantemente aos tecidos de suporte destes dentes.

Nas atuais técnicas de tratamento ortodôntico por lingual podem ser utilizados arcos pré-contornados às faces linguais reproduzindo o contorno dos dentes por meio de dobras ou de arcos contínuos sem dobras de primeira ordem⁹. Quando se utilizam braquetes padrão²² ou braquetes personalizados produzidos a partir de moldes individuais⁸⁹, ocorrerá a reprodução da forma do arco por meio dos braquetes. Na técnica do arco reto sem dobras de primeira ordem, os braquetes devem ser colados compensando as diferenças de tamanho vestibulo-lingual dos dentes por meio do aumento da espessura da base de resina (PAD)^{9,23,37,39,66,71,72,75}, de tal maneira que não sejam necessárias dobras¹⁷. Este acréscimo de resina nas bases dos braquetes se faz necessário principalmente nos caninos e segundos pré-molares, e cuja maior diferença encontra-se entre o canino e o primeiro pré-molar superior⁵⁰.

Em tese, quanto maior a quantidade de adesivo interposto entre a face lingual do dente e a base do braquete, menor será a resistência da colagem³³. Provavelmente devido ao aumento da superfície de adesivo exposta à impacção alimentar, bem como ao aumento das forças de torção, tração e cisalhamento. Porém, a literatura é escassa, em relação aos trabalhos de resistência da colagem de braquetes linguais. Para melhorar a compreensão deste tema, será avaliada a resistência da colagem de braquetes linguais recém-colados em dentes pré-molares humanos extraídos com diferentes espessuras de PADs.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2. REVISÃO DE LITERATURA

Para uma melhor compreensão da revisão esta será dividida em três itens:

- 2.1- Colagem Direta;
- 2.2- Colagem Indireta;
- 2.3- Ortodontia Lingual.

2.1 Colagem Direta

A colagem direta de braquetes é atualmente utilizada pela maioria dos ortodontistas em todas as partes do mundo, como consequência do pioneirismo de BUONOCORE⁸ em 1955, que sugeriu o uso do condicionamento da superfície de esmalte com ácido fosfórico a 85% durante 30 segundos para melhorar a adesão das resinas acrílicas. Previamente, realizava-se a profilaxia com pedra-pomes e a limpeza com álcool. Este procedimento envolvia a dissolução dos componentes orgânicos da matriz do esmalte, criando microporosidades nesta superfície. O condicionamento ácido aumentava o molhamento da superfície (reduzindo o ângulo de contato) e facilitava a penetração da resina dentro do esmalte, criando retenções mecânicas entre o adesivo resinoso e o dente (aumentando a área de retenção).

A técnica do condicionamento ácido do esmalte na colagem direta de acessórios ortodônticos ao esmalte dentário foi introduzida na Ortodontia por SWANSON; BECK⁷⁴, em 1960. Os autores utilizaram o ácido fosfórico a 85% durante 60 segundos sobre a superfície dentária para colagem de acessórios metálicos utilizando um adesivo acrílico autopolimerizável (Eastman 910, Eastman Chemical Products, USA) e compararam os resultados com um grupo controle, o qual não foi submetido a este procedimento. Apesar da pouca durabilidade das colagens em meio bucal devido à absorção de água, os autores chegaram às seguintes conclusões: a) a superfície do esmalte deve ser limpa, condicionada e seca; b) o contato entre o esmalte dentário e o acessório deve ser o mais próximo possível; c) o uso de adesivos à prova de umidade torna-se necessário na colagem direta.

Em 1965, NEWMANN⁵¹, indicava o uso clínico de adesivos epóxicos para a colagem direta de braquetes no esmalte nas seguintes condições, a) a combinação de uma resina epóxica de alto peso molecular (500) com uma de baixo peso molecular (190) acelerava o tempo de cura e reduz o potencial de irritação; b) os agentes de polimerização a base de poliamida, poderiam ser utilizados intraoralmente e têm baixa toxicidade e baixo potencial de irritação, bem como acrescentavam flexibilidade na formulação do adesivo; c) os dentes deveriam ser polidos (limpos) antes do condicionamento com ácido fosfórico a 40%; d) diferentes superfícies de esmalte resultariam em diferentes forças de adesão.

Com a introdução de homopolímeros e copolímeros de metil-metacrilato nas resinas acrílicas para colagem direta de acessórios plásticos, sugeriu-se que o condicionamento com ácido fosfórico a 40% aumentava a capacidade de retenção dos adesivos acrílicos por meio do aumento da tensão superficial do esmalte, e a imersão em água diminuía a força de resistência da colagem sob cisalhamento com o decorrer do tempo. NEWMAN, SNYDER; WILSON⁵², em 1968, comprovaram também que com a adição de partículas inorgânicas (pó de quartzo fundido) na resina, havia um aumento na força adesiva e diminuição da contração de polimerização.

Ao realizar uma revisão de literatura sobre colagem de braquetes em 1975, REYNOLDS⁶³ salientou que os dimetacrilatos (Bisfenol A-glicidil metacrilato - Bis-GMA) com carga, apresentavam tempo de polimerização relativamente curto, propriedades mecânicas adequadas, mas não aderiam aos braquetes poliméricos (policarbonato). A colagem poderia ser complementada com o uso de selantes, que facilitariam o molhamento e promoveriam adesão química entre as superfícies. Segundo o autor, em geral, poderia ser conseguida boa adesão sem o uso de agente de união. Os braquetes poderiam ser metálicos ou de policarbonato, sendo que os metálicos poderiam ser com base perfurada ou com tela metálica soldada e poderiam ou não sofrer tratamento de superfície; e os de policarbonato poderiam ser asperizados ou pré-tratados com ácido N-metacrílico. O condicionamento ácido do esmalte poderia ser feito com ácido fosfórico a 50% por 60 segundos ou com ácido poliacrílico a 50% durante 60s. Recomendou forças de adesão aproximadamente

entre 5,88 e 7,84 megapascals (MPa), mas que colagens clínicas com sucesso seriam alcançadas com forças de adesão de 4,9 MPa.

PUS; WAY⁶⁰, em 1980, determinaram que nos procedimentos de colagem dos braquetes ortodônticos, a perda de esmalte, resultante da profilaxia com escovas, foi de 10,7 μm , maior do que a perda de 5,0 μm quando utilizada taça de borracha. O condicionamento com ácido ortofosfórico a 37% durante 90 segundos causou uma perda média de esmalte de 6,9 μm , sem diferenças entre o líquido ou o gel. Foi possível remover a resina sem carga somente com instrumentos manuais, o que causou perda média de 7,7 μm do esmalte. Sendo necessário o uso de instrumentos rotatórios para a remoção da resina com carga. Ocorreu perda de 19,2 μm com a fresa de alta rotação n° 7902, 18,4 μm com roda de borracha verde, e 11,3 μm com fresa de baixa rotação n° 7111. A perda total de esmalte variou de 26,1 a 31,8 μm para as resinas sem carga e de 29,5 a 41,2 μm para as resinas com carga, dependendo do instrumento utilizado para a profilaxia e descolagem. Como 29% dos dentes demonstraram evidências de uma estrutura semelhante às periquimáceas após perdas de mais de 29 μm de esmalte, os autores questionaram a validade de se utilizar referências anatômicas no estudo da perda do esmalte.

THOMPSON; WAY⁷⁸, em 1981, utilizaram marcadores metálicos sobre o esmalte para avaliar a perda total durante a profilaxia, na colagem e na recolagem de acessórios ortodônticos, condicionando-se o esmalte por 30 segundos. Concluíram que a utilização de taças de borracha com uma pasta profilática contendo partículas finas e médias é consideravelmente menos destrutiva. A perda de esmalte resultante de repetidas colagens e descolagens sobre o mesmo dente é substancial, e em casos de repetidas descolagens deve-se realizar a bandagem do dente. A perda de esmalte durante a profilaxia foi de 6,9 $\mu\text{m} \pm 1,60$ (taças de borracha) a 14,38 $\mu\text{m} \pm 2,25$ (escovas). Nos procedimentos de recolagem, utilizando-se resina com carga sem acondicionamento do esmalte, a perda foi de 7,43 μm e acondicionando foi de 23,83 μm . Nos procedimentos de recolagem, utilizando resina sem carga, sem acondicionamento do esmalte foi de 5,93 μm e acondicionando o esmalte a perda foi de 15,3 μm .

READ; ORTH⁶¹ descreveram em 1984, uma técnica para a colagem direta de braquetes metálicos com resina fotopolimerizável, o dimetacrilato de uretano com carga de vidro de silicato, cuja reação de polimerização dependia da ativação do catalisador, pela luz visível com espectro entre 440 e 480 nm. De acordo com os autores, as vantagens do uso dos diacrilatos eram a formação de polímeros com maior rigidez, maior resistência, baixa absorção de água e menor contração do que as resinas acrílicas. O agente de união fora aplicado ao braquete e polimerizado por 10 segundos antes da aplicação da resina. Como vantagem da técnica, os autores salientaram tempo de trabalho ilimitado, remoção dos excessos de material antes da polimerização e a não inclusão de bolhas de ar na resina já que esta não necessitava ser espatulada.

Foram realizados dois estudos clínicos por ÅRTUN; BERGLAND⁵, em 1984, para avaliar o condicionamento do esmalte por meio da técnica do crescimento de cristais sobre o esmalte com o uso de soluções iônicas contendo sulfato. As colagens dos braquetes foram realizadas com o adesivo Concise (3M-Unitek, EUA), comparando-se o crescimento de cristais ao condicionamento por ácido fosfórico a 37%. No primeiro estudo, avaliaram se a remoção dos braquetes e os subseqüentes procedimentos de limpeza eram mais fáceis e rápidos com o crescimento dos cristais (ácido sulfúrico diluído, contendo sulfato de sódio – solução A) do que o com condicionamento ácido do esmalte. As colagens foram realizadas em incisivos centrais e laterais superiores e inferiores de voluntários, a profilaxia convencional foi realizada em todos os dentes e o esmalte condicionado por uma técnica de condicionamento no lado direito e outra no esquerdo. Após dois dias, os braquetes foram descolados por meio de alicates. No segundo estudo clínico, utilizaram o condicionamento com ácido fosfórico como controle em um dos lados e no outro utilizaram ou a solução A ou a solução B (ácido fosfórico a 10% adicionado a ácido sulfúrico diluído). Foram avaliadas as descolagens que ocorreram em pacientes submetidos ao tratamento ortodôntico pelo período de seis meses, com registros a cada quatro semanas. Os autores classificaram a quantidade de adesivo remanescente nos dentes após a descolagem, com o índice de adesivo remanescente (IAR) utilizando os seguintes critérios: Índice 0, nenhum adesivo remanescente no dente; Índice 1, menos da metade do adesivo remanescente no

dente; Índice 2, mais da metade do adesivo remanescente no dente e Índice 3, todo adesivo remanescente no dente com impressão distinta da malha da base do braquete. No primeiro estudo as falhas ocorreram principalmente na interface esmalte/adesivo com a técnica de crescimento de cristais e na interface braquete/adesivo na técnica de condicionamento ácido do esmalte, com diferenças estatisticamente significativas. As descolagens foram significativamente maiores após o condicionamento do esmalte com a solução A do que com a solução B, e após o condicionamento com a solução B do que com o condicionamento com ácido fosfórico. Praticamente todos os braquetes aonde condicionou-se o esmalte com a solução A, descolaram em duas semanas e para a solução B, descolaram posteriormente. De acordo com os autores, a facilidade na limpeza do esmalte não compensava o tempo despendido com as recolagens.

EVANS; POWERS¹⁹, em 1985, avaliaram o efeito da espessura do adesivo e o tempo de exposição do *primer* ao ambiente bucal simulado (37° e 95% de umidade relativa) na resistência da colagem à tração *in vitro* de braquetes metálicos de incisivos inferiores com bases planas, colados com três adesivos do tipo pasta-única utilizando como controle um adesivo do tipo pasta-pasta (Concise, 3M - Unitek, EUA) em discos acrílicos para avaliação da espessura e em incisivos centrais superiores humanos extraídos. Foram testadas seis espessuras de adesivos (colagem direta; 0,25 mm; 0,30 mm; 0,33 mm; 0,38 mm e 0,51 mm) assim como o efeito da exposição ao meio bucal simulado nos intervalos de um, dois e meio e de cinco minutos antes da aplicação dos três adesivos de pasta-única. Havia uma correlação entre a consistência do adesivo, a resistência à tração e a espessura do adesivo cuja falha da colagem ocorreu no adesivo para os três tipos testados. O adesivo System 1 teve a maior força de resistência à tração (0,92 kg/mm²), considerando que Unite (3M Unitek, EUA) e Mono Lok (RMO, EUA) tiveram forças de resistência semelhantes (0,69 kg/mm² e 0,66 kg/mm², respectivamente), quando nenhum espaçador foi utilizado. Em geral houve redução da força de resistência à tração com o aumento da espessura para todos os adesivos do tipo pasta-única. O local de fratura foi essencialmente na interface braquete-adesivo. As falhas no adesivo se caracterizaram por polimerização incompleta da resina. Houve uma redução na força de resistência à tração a qual variou de 11% a 24% após o *primer* aplicado sobre o esmalte ter sido mantido em um meio bucal simulado por um minuto para o adesivo

ML e por dois minutos e meio para os adesivos Unite e System 1. Esta redução na força de resistência foi acompanhada por um aumento no percentual de falhas na interface adesivo-*primer*.

BISHARA; THUNYAUDOM; CHAN⁷ investigaram em 1988, o efeito da variação da temperatura de estocagem da resina composta nas forças de resistência à tração e sob cisalhamento de braquetes metálicos colados em molares conservados em timol a 0,1%. O esmalte foi condicionado com ácido fosfórico a 37% por 60 segundos e os ensaios mecânicos realizados 24 horas após a colagem. Os autores concluíram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os resultados dos testes de resistência à tração e sob cisalhamento, quando as colagens foram realizadas com Concise ortodôntico (3M - USA) a 5°C e a 25°C. Verificaram ainda que não havia diferenças entre os dois grupos no tipo de falha da interface da colagem entre o esmalte, o compósito e o braquete.

YAMADA; SMITH; MAYJER⁹⁰ aplicaram em 1988, testes de tração e cisalhamento em botões metálicos linguais colados a incisivos bovinos com seis adesivos para colagem direta, sendo duas resinas convencionais com alta quantidade de carga, Concise Ortodôntico (3M – Unitek, EUA) com e sem aplicação do *primer* (selante) e Phase II (Reliance, EUA); dois adesivos do tipo pasta-única, Right On (TP Laboratories, EUA) e Lee Cleanse & Bond I (Lee Pharmaceutical, EUA) e os dois últimos uma resina composta a base de 4-metacriloxietil trimelitato anidrido (4-META/MMA-TBB) (Orthomite Super Bond, Sun Medical, Japão) e uma resina composta dual de micro partículas (Orthon, Orthon Dental, Canadá). Também foi avaliado o efeito da aplicação prévia do *primer* com as resinas tipo pasta-pasta com micro partículas. O tempo de aplicação das forças variou entre 15 e 30 minutos, sete e 30 dias e três meses após as colagens. Os autores concluíram que não houve diferença significativa entre a força de resistência entre 15 minutos a um mês com ou sem *primer*, entretanto ocorreu um padrão de redução com os adesivos Concise sem *primer* e Phase II após 3 meses. Sugeriram que o uso de um *primer* é favorável para a colagem direta ou ao se utilizar resinas com alto teor de carga. A maior força de adesão foi obtida com o adesivo contendo 4-META/MMA apesar da dificuldade de manipulação, e que a resina dual de micro partículas foi também satisfatória para a colagem ortodôntica. O uso de um *primer* com alta

quantidade de carga reduziu a micro infiltração. Em geral, a resistência sob cisalhamento foi maior do que a resistência à tração. Os autores concluíram que a adesão não está diretamente relacionada com o material de carga contido no adesivo, mas sim ao potencial adesivo e à facilidade de manipulação do material. Recomendaram também o uso de um material com pouca carga ou micro particulado, pela facilidade de remoção após a descolagem.

REGAN; VAN NOORT⁶², em 1989, realizaram testes de tração e cisalhamento em três tipos de braquetes metálicos (Edgeway, Rocky Mountain e Dyna-Lock). Os braquetes foram colados com dois adesivos, um do tipo pasta-pasta (Phase II, EUA) e outro do tipo pasta-única (Advantage, EUA). Deste modo foram comparados os diferentes adesivos e os diferentes tipos de braquetes. O braquete Edgeway (base fundida com ressaltos) produziu uma força de adesão superior quando comparada com o braquete Rocky Mountain (base com malha) e Dyna-Lock (base fundida com ranhuras). As diferenças não puderam ser justificadas pelas diferenças nas áreas das superfícies das bases dos braquetes, e que deveriam ser considerados fatores como o método de aplicação de carga, a geometria do equipamento de aplicação da carga e a forma da base do braquete. O uso do sistema adesivo tipo pasta-pasta teve forças de adesão mais altas do que o sistema tipo pasta única e uma maior capacidade de retenção foi verificada nos testes de cisalhamento comparados aos testes de tração.

JOSEPH; ROSSOUW³², em 1990, ao comparar a força de adesão de dois tipos de braquetes (metálico e cerâmico) colados com resina autopolimerizável e fotopolimerizável concluíram que os braquetes cerâmicos apresentaram maior resistência da colagem sob cisalhamento do que os braquetes metálicos, e observaram valores maiores do que considerados clinicamente aceitáveis para os dois tipos de resinas (maior que 24,03 MPa). Os braquetes cerâmicos colados com resina quimicamente ativada causaram fraturas no esmalte dentário em 40% das amostras deste estudo e quebraram em 6,6% dos casos.

WANG; MENG⁸⁴ mediram e compararam em 1992, por meio de testes de resistência à tração, a força de adesão de duas resinas. Uma fotopolimerizável, o Transbond, polimerizada por 60, 40 e 20 segundos, e outra autopolimerizável, o

Concise. Braquetes metálicos com base de tela foram colados em pré-molares humanos extraídos condicionados com ácido fosfórico por 15s, e imersos em água a 37°C por 24 horas, até a realização do teste. A força de adesão para o Transbond fotopolimerizado por 60 segundos foi de 1,05 Kg/mm²; para o Transbond fotopolimerizado por 40 segundos foi de 0,92Kg/mm²; para o Transbond fotopolimerizado por 20 segundos foi de 0,61 Kg/mm²; e para o Concise foi de 0,71 Kg/mm². Pela análise estatística, não houve diferença significativa entre os grupos Transbond-60 e 40, nem entre o Transbond-20 e o Concise, mas houve entre os grupos Transbond-60 e 40 e os grupos Transbond-20 e Concise, demonstrando que a resina fotopolimerizável é superior a autopolimerizável (exceto quando polimerizada por 20s). Os autores sugeriram, para uso clínico, que o Transbond seja fotopolimerizado por 40 segundos. E não foram encontradas diferenças estatísticas entre os locais de fratura, as interfaces resina/esmalte, resina/braquete ou dentro da resina.

AASRUM et al.¹ avaliaram em 1993, a resistência à tração de braquetes ortodônticos colados com uma resina fotopolimerizável liberadora de fluoretos VP 862 (Vivadent, Liechtenstein), e a compararam com os adesivos fotopolimerizáveis Transbond (3M Corp, EUA) e Heliosit-Orthodontic (Vivadent, Liechtenstein) e com os adesivos autopolimerizáveis Concise (3M, EUA) e o Sagabond (Saga Orthodontics, Noruega). Foram utilizados 100 pré-molares humanos extraídos e conservados numa solução de cloramina a 0,5% a 4° C e testados após 24 horas e após seis meses. Todos os adesivos produziram resistência adequada para se recomendar o seu uso clínico. Os adesivos fotopolimerizáveis produziram forças de adesão ligeiramente menores após 24 horas e após seis meses, exceto o Transbond, o qual demonstrou um aumento na força de adesão no período de seis meses (de 5,1 para 8,9 MPa), aproximando-se da dos adesivos autopolimerizáveis com o mesmo período (Sagabond e Concise, 7,2 e 7,4 MPa respectivamente). Concluíram que o adesivo fotopolimerizável liberador de fluoretos era adequado para a colagem ortodôntica, sendo de interesse clínico para a redução das manchas brancas ao redor dos braquetes.

Para verificar possíveis diferenças na resistência da colagem entre as faces lingual e vestibular, WANG; TARNG; CHEN⁸⁵, em 1993, utilizaram braquetes

vestibulares em 20 pré-molares jovens de adolescentes entre nove e dezesseis anos. Os pré-molares foram selecionados com um alicate Howe para uma perfeita adaptação entre as bases dos braquetes vestibulares e as faces linguais dos dentes. Para a colagem dos braquetes metálicos com Concise Ortodôntico, os dentes foram polidos com uma pasta profilática de partículas finas (Prophypol – Moyco Industries Inc. – Philadelphia, USA), e o esmalte condicionado com ácido fosfórico a 37% por 15 segundos. As descolagens foram realizadas em máquina de ensaios mecânicos com uma velocidade de cruzeta de 2,0 mm/min, após 24 horas. Os autores concluíram que não seria necessário um preparo especial das faces linguais porque as médias de resistência da colagem à tração foram de 7,2 MPa e 7,0 MPa para lingual e vestibular respectivamente, sem diferenças estatísticas.

WANG et al.⁸⁶ avaliaram em 1994, a resistência sob cisalhamento, a distribuição da interface da descolagem e o desprendimento do esmalte nas várias concentrações de solução do ácido fosfórico, de 2% a 80%, aplicadas por 15 segundos. Os dentes pré-molares extraídos foram mantidos em soro fisiológicos pelo período de um a três meses. As colagens foram realizadas utilizando a resina Concise (3M Corp., EUA). Foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre as várias concentrações testadas. Os maiores valores encontravam-se entre as concentrações de 30 e 50%. Entretanto as concentrações entre 10% e 60% produziram maiores forças de adesão do que a concentração mais fraca e a mais forte. Quanto menor a força de adesão, maior a interface de descolagem entre a resina e o esmalte. Quanto maior a força de adesão, maior a interface de descolagem entre o braquete e a resina. O desprendimento do esmalte ocorreu nas concentrações acima de 30%. Para se obter a maior força de adesão e o menor desprendimento do esmalte, sugeriram concentrações de ácido fosfórico entre 10% e 30% para condicionamento por 15 segundos para a colagem clínica.

ALMEIDA; ARAÚJO; CHEVITARESE⁴, em 1994, estudaram se a força de adesão do braquete poderia ser alterada pela variação do tempo de espera entre a aplicação do selante e a colagem em si. Foram testados *in vitro* dois compósitos com molares humanos extraídos. O selante foi aplicado 1 minuto, 2,5 minutos, 5 minutos, e 10 minutos antes de se usar o compósito. Os valores médios de forças de resistência sob cisalhamento foram maiores que 4,9 MPa (após sete dias). Nenhuma

diferença foi encontrada entre os diferentes tempos de aplicação do selante e entre os dois compósitos testados. Quase 37% das falhas ocorreram na interface esmalte-resina com o Concise, enquanto que no Alphaplast todas ocorreram na interface resina-braquete, não se encontrando razões para esta diferença.

MENEZES; CHEVITARESE⁴⁴ avaliaram em 1994, a influência da viscosidade da resina na penetração do esmalte, na presença ou ausência de um *primer*. Foram utilizadas três formulações diferentes da resina Concise (3M - Brasil): a) restauradora, b) ortodôntica, e c) restauradora diluída, que foram aplicadas com ou sem prévia aplicação de *primer*. A formação dos filamentos resinosos retentivos na superfície do esmalte foi avaliada por meio de microscópio eletrônico de varredura. Estatisticamente, os maiores filamentos resinosos ocorreram no grupo onde foi usada a resina composta mais fluida (Concise ortodôntico) em combinação com o *primer*. Embora a frequência, regularidade e a forma dos filamentos não diferiram significativamente entre as várias viscosidades.

MENG et al.⁴⁵, em 1995, mediram resistência à tração em braquetes com retenções mecânicas na base Dyna-Lock (3M-Unitek Corp., USA), colados com uma resina autopolimerizável Concise Orthodontic (3M Corp., Paul, USA) em pré-molares humanos extraídos. Os braquetes foram colados e imersos em água, e os testes foram realizados no período entre um dia e oito meses após a colagem. Os resultados demonstraram que sob a imersão de água, a força de adesão pode enfraquecer gradualmente com o tempo. A maior redução ocorreu inicialmente, seguida por um período de relativa estabilização, e então uma fraca redução após seis meses. A interface de descolagem foi entre o braquete e a resina. Concluíram que quanto maior o tempo de imersão em água, menor a resistência de união e maior a destruição da resina composta, e que a descolagem da resina pode ocorrer gradual e automaticamente sob imersão de água devido a sua absorção e da tensão provocada pela corrosão das partículas de carga na resina composta.

CARSTENSEN¹¹ avaliou *in vitro* em 1995, o efeito da redução da concentração do ácido fosfórico sobre a resistência sob cisalhamento de braquetes colados ao esmalte de dentes sadios com Concise (3M Dental Products, Minn.,

USA). Foram usadas as concentrações de 2%, 5% e 37% de ácido fosfórico pelo tempo de 30 segundos. Os resultados demonstraram que a média de resistência sob cisalhamento de 18,3 MPa, após o condicionamento com ácido a 37%, foi significativamente maior do que aquela após o condicionamento com ácido a 2% (15,28 MPa). A média de força após o condicionamento com ácido a 5% (16,49 MPa) não foi significativamente diferente das obtidas com as outras duas concentrações de ácido. O índice de adesivo remanescente no esmalte após a descolagem foi menor após o condicionamento do esmalte com solução de ácido fosfórico a 2% do que com as concentrações de 5% e 37%. Concluiu que a solução de ácido fosfórico a 5% é apropriada para a colagem de braquetes, e que o reduzido condicionamento poderia ser favorável na prevenção de danos ao esmalte durante o tratamento e no momento da remoção.

CHAIN¹², em 1995, afirmou que a profundidade da cura é comprovadamente afetada por variações da voltagem elétrica. A voltagem elétrica flutua constantemente (de 10 a 15V) e varia de acordo com a localização (decrece proporcionalmente conforme a distância entre o transformador da rua e a tomada utilizada), com a época do ano, hora do dia ou o sistema elétrico do próprio edifício. Em vista destas freqüentes flutuações, um regulador de voltagem é considerado um dispositivo muito vantajoso, pois percebe picos e vales e ajusta a voltagem, a fim de manter a saída final de luz constante. Variações de voltagem na ordem de 10 volts podem significar uma redução de cura de até 30%, com a conseqüente redução da profundidade de polimerização.

CHAMDA; STEIN¹⁴, em 1996, compararam a força de resistência sob cisalhamento entre a resina fotopolimerizável Transbond (3M Company, EUA) e a resina autopolimerizável Concise (3M Company, EUA) no período de zero até 24 horas após a colagem de braquetes metálicos com tela na base. A força de resistência obtida com o Transbond aos dois minutos (6,5 MPa) e aos cinco minutos (7,07 MPa) foram significativamente maiores do que as produzidas pelo Concise aos dois minutos (0,93 MPa) e aos cinco minutos (4,11 MPa). A força de adesão adquirida com a resina fotopolimerizável aumentou com o tempo, tanto devido ao sistema dual de cura na formulação da resina e à polimerização da resina sob a base do braquete após a difusão dos radicais livres. A força de adesão da resina

autopolimerizável também aumentou com o tempo (10,03 MPa após 24h), devido também à polimerização continuada sob o braquete. Não houve diferença significativa entre a força de adesão produzida pela resina foto ou a autopolimerizável nos intervalos de 10 minutos até 24 horas.

KATONA³⁴ verificou em 1997, por meio de um modelo de cálculo de elementos finitos (MEF) gerados no adesivo, que o tipo de carga afeta as medições de força e que a média da força não caracteriza adequadamente a resistência da colagem. Os resultados indicaram que três modos de carga (torção, cisalhamento e tensão) produzem padrões muito distintos e não uniformes de campo de força. Além disso, os picos de força calculados e as proporções dos componentes de força dependem do método de carga. Em geral, os resultados destes testes são informados como uma tensão média que é calculada dividindo-se a força de ruptura pela área da base do braquete. Este valor médio implica numa área de tensão distribuída uniformemente. Mas, os cálculos MEF demonstraram claramente que as tensões dentro da camada de adesivo, no esmalte e no braquete não são uniformes. Estes cálculos também indicaram que o desalinhamento do tipo de força para descolagem, aumenta as irregularidades nas áreas de tensão. Deste modo, se as componentes de maior tensão determinam a falha na colagem, então a média das tensões relatada não reflete precisamente o processo de descolagem a que eles se propõem a quantificar. O teste de resistência dos sistemas de braquetes ortodônticos colados é comumente realizado com cargas de tensão, cisalhamento, ou torção. Apesar disto, os três protocolos de testes são aceitos porque os braquetes estão expostos às combinações destes tipos de carga, tanto durante o tratamento e como na remoção clínica. E, se os procedimentos para os testes são meticulosamente uniformes, seria apropriado comparar diferentes sistemas de colagens utilizando-se qualquer um destes três protocolos de testes. Mas as comparações entre os resultados das médias de tensões dos diferentes métodos de testes são inaceitáveis, porque os resultados não são compatíveis. Porque torção é expressa em unidades de Newton-metro (N-m), considerando que Newton é a unidade de tensão e cisalhamento. Quando dividida pela área da base do braquete, a primeira torna-se N/m, considerando-se que a segunda é N/m² (1N/m² = 1MPa). Assim, a análise básica dimensional demonstra que tais comparações seriam inválidas.

LINDAUER et al.⁴⁰ avaliaram em 1997, os efeitos da profilaxia com pedrapomes na colagem de braquetes ortodônticos em pré-molares humanos extraídos. Compararam a força da resistência da colagem sob cisalhamento após preparo da superfície de colagem, a qual incluía ou não a profilaxia prévia à colagem. Realizou-se a análise da superfície do esmalte por meio de microscopia eletrônica de varredura nos dentes condicionados com ou sem profilaxia prévia, e avaliou-se também o índice de descolagens em pacientes que tiveram braquetes colados com ou sem profilaxia prévia durante o tempo médio de tratamento de 18 meses. Estes estudos não forneceram nenhuma sustentação clara para a realização da profilaxia como um pré-requisito para se obter adequado condicionamento ácido do esmalte. Não foram encontradas diferenças clínicas significantes na resistência de colagem, na superfície do esmalte condicionado com ácido ou nas taxas de retenção dos braquetes. Entretanto, recomendaram que devesse ser utilizado algum mecanismo de limpeza para remover a maior parte do acúmulo de placa antes da colagem dos braquetes.

MARCUSSON; NOREVALL; PERSSON⁴³, em 1997, realizaram um estudo longitudinal e comparativo do percentual de lesões brancas formadas entre braquetes colados com um cimento de ionômero de vidro AquaCem (De Tey, UK), e com um diacrilato convencional Unite (Unitek Corp., USA). Os braquetes colados com Unite foram colados em superfícies de esmalte condicionadas com ácido fosfórico gel a 37%, e os braquetes colados com o ionômero de vidro foram colados diretamente sobre o esmalte não condicionado. Não foi prescrito nenhum tratamento com fluoretos a não ser o creme dental com flúor. Concluiu-se que o uso de um cimento de ionômero de vidro para a colagem em ortodontia resultará numa significativa redução no número de lesões brancas na remoção, comparado com o uso de uma resina convencional. Embora tenha reduzido marcadamente em ambos os grupos, o número de superfícies afetadas foi ainda maior após a remoção do que antes do tratamento.

CHAIN; BARATIERI¹³ afirmaram em 1998, que as resinas compostas possuem quatro componentes básicos mais importantes: a) uma matriz resinosa, b) iniciadores de polimerização físicos ou químicos, c) uma fase dispersa de cargas e corantes e d) um agente de cobertura das partículas de carga conhecido como

silano. Os agentes iniciadores são os que dão início ao processo de polimerização. Nos sistemas resinosos autopolimerizáveis à base de Bis-GMA, o peróxido de benzoíla é o agente iniciador que é utilizado como uma amina aromática terciária a qual segmenta o peróxido de benzoíla em radicais livres. Já nos sistemas fotopolimerizáveis, a reação de polimerização ocorre com a ativação da canforoquinona por meio da luz azul, para um estado triplo, ocasionando uma interação reativa com uma amina terciária não aromática. O resultado imediato de um sistema iniciador é a formação de um radical livre, que é um composto muito reativo por apresentar um elétron sem par. Quando este radical livre encontra um monômero resinoso com ligações duplas de carbono (C=C), ele forma um par com um dos elétrons da ligação dupla, deixando os outros membros do par livre, igualmente reativos, ávidos para continuar a reação

MACCOLL et al.⁴¹ testaram em 1998, os efeitos do jateamento com óxido de alumínio (50 µm) das bases dos braquetes, da redução da área da base e do condicionamento do esmalte com vários tipos de ácidos na força de resistência da colagem sob cisalhamento. Quatro bases de diferentes tamanhos foram coladas com a resina Phase II (Reliance Orthodontic Products Inc., EUA) em quatro grupos de 12 exemplares de esmalte bovino aplainadas com lixas de polimento. Após o condicionamento do esmalte com gel de ácido fosfórico a 37%, com solução aquosa de ácido fosfórico a 37%, com gel de ácido maléico a 10%, ou com solução aquosa de ácido maléico a 10%, as amostras foram guardadas em água destilada por sete dias em temperatura ambiente. O jateamento promoveu um aumento na força de adesão das bases com tela para todos os tamanhos de bases. Não existiu nenhuma diferença estatística entre as três maiores bases, as quais indicaram que a força de cisalhamento é independente da área da base (entre 6,82 e 12,35 mm²). Uma redução na força de adesão foi associada com a redução da área da base de 6,82 para 2,38 mm². Os autores afirmaram não haver necessidade de se aumentar a área da base para além de 6,82 mm². O condicionamento do esmalte com solução aquosa de ácido maléico a 10% aumentou a resistência sob cisalhamento, mas sem nenhuma diferença estatística entre os outros três ácidos utilizados.

TITLEY et al.⁷⁹, em 1998, avaliaram a influência de diferentes métodos e produtos para a conservação de dentes na resistência da colagem de braquetes à dentina bovina mediada pelo adesivo Scotchbond Multi Purpose. Cento e dez dentes incisivos bovinos extraídos foram utilizados cortando-se as coroas e despoldados, as coroas lavadas abundantemente e limpas de sangue e resíduos orgânicos em água corrente. As coroas foram armazenadas por 2 semanas de acordo com o método e em refrigeração a 4° C, exceto para dois grupos: o grupo que foi utilizado após 24h de coleta e armazenado em água destilada a 4° C e o grupo submetido ao congelamento a - 20° C e mantido num contentor com água destilada. Com exceção dos dentes congelados, os produtos foram trocados uma vez por semana por soluções novas. Os dentes foram removidos das suas soluções e lavados em água destilada corrente por 30 minutos e incluídos em resina autopolimerizável, tomando o cuidado para manter a superfície vestibular projetada acima e paralela à superfície da resina e os dentes mantidos úmidos. Os dentes foram também mantidos em água destilada a 4° C antes do preparo da superfície dos dentes e da aplicação da resina, a qual levou 2 h para inclusão. Os cilindros foram testados a uma velocidade de cruzeta de 0,5 mm/min com célula de carga de aproximadamente 500 N e avaliados num microscópio com ampliação de 30X. Após análise de variância (ANOVA) e múltiplas comparações do teste t de Student modificado por Bonferroni. O teste de exatidão de Fisher foi utilizado para comparar os modos de falha e as várias condições de estocagem usando os dentes frescos como controle. A maior força de resistência da colagem sob cisalhamento foi obtida com dentes frescos (23,40 MPa) e o menor valor com dentes armazenados em glutaraldeído a 2% (10,14 MPa). Os dentes armazenados em água destilada, timol, glutaraldeído, ou irradiados apresentaram padrões de falha que foram estatisticamente diferentes dos outros métodos, apesar da diferença na força de resistência entre o grupo controle com o grupo cloramina T, não houve diferenças estatisticamente significantes. Em 100% dos dentes frescos e dos congelados apresentaram-se as falhas do tipo adesivo-coesivas e em 90% dos dentes armazenados em formalina neutra tamponada ou em hipoclorito de sódio. O armazenamento dos dentes por congelamento ou em solução de formalina neutra tamponada, hipoclorito de sódio, cloramina T, Homofix, e água destilada não afetaram significativamente a força de resistência sob cisalhamento da resina à dentina apesar das diferenças nas forças de resistência da colagem.

THOMAS; RIJK; EVANS⁷⁶, em 1999, compararam dois diferentes testes de avaliação dos adesivos ortodônticos, tensão e a resistência sob cisalhamento, por meio da análise de elementos finitos utilizando um modelo tridimensional, calcularam também o efeito do desalinhamento das forças de tração e de cisalhamento. Ao se aplicar uma carga de cisalhamento, produzem-se forças compressivas e de tração significantes na camada de adesivo. Sob condições ideais de carga, a força de tração induzida é mais de cinco vezes a força de cisalhamento induzida. O modelo testado demonstrou que uma carga de tração induz predominantemente forças de tração na camada de adesivo e que o teste é insensível a pequenos erros de desalinhamento. A força de cisalhamento produz forças de tração e de compressão na interface do adesivo que são iguais ou maiores quando comparadas à força de cisalhamento. Os autores recomendaram baseados neste estudo, que o teste de tração é um método robusto com pouca sensibilidade ao desalinhamento da carga aplicada e que os resultados obtidos com testes de cisalhamento devem ser avaliados com precaução.

BISHARA et al.⁶, em 2000, avaliaram os efeitos do aumento do tempo de fotopolimerização sobre a resistência inicial sob cisalhamento do cimento ionomérico modificado por resina Fuji Ortho LC. Concluíram que os adesivos de ionômero de vidro resinosos apresentam resistência significativamente menor sob cisalhamento na primeira 1/2h após a colagem, quando comparados com os adesivos de resina composta. A resistência inicial da colagem sob cisalhamento dos adesivos de ionômero de vidro pode ser significativamente aumentada pelo aumento do tempo de fotopolimerização por uns cinco a dez segundos adicionais. Os aumentos na média da resistência da colagem entre os cinco e dez segundos adicionais de fotopolimerização não foram significantes, todavia a variabilidade foi menor com o tempo de fotopolimerização maior.

PICKETT et al.⁵⁷, em 2001, compararam as médias de forças de resistência da colagem sob cisalhamento obtidas de três formas diferentes, duas em laboratório, sendo uma por meio de uma máquina de ensaios mecânicos e outra por um dispositivo para descolagem manual, e uma terceira *in vivo* com o mesmo dispositivo manual após o tratamento ortodôntico ter sido realizado por um período

médio de 23 meses. Para a realização das colagens com Transbond (3M UNITEK – EUA), realizaram a profilaxia do esmalte com pasta profilática isenta de flúor e condicionaram o esmalte com ácido fosfórico a 37% por 30 segundos. Encontraram valores médios de 11,02 MPa, 12,82 MPa, e 5,47 MPa, respectivamente. Afirmaram que os baixos valores obtidos clinicamente se deviam ao fato de que os sistemas adesivos estão expostos a numerosos fatores tais como saliva, ácido, forças mastigatórias, vários abusos do paciente, e mecanoterapia ortodôntica. Concluíram que os resultados parecem indicar que as médias de força de resistência da colagem sob cisalhamento *in vivo* são significativamente inferiores às obtidas *in vitro*.

NEWMAN; NEWMAN; SENGUPTA⁵⁴ compararam em 2001, a força da resistência sob cisalhamento da colagem de braquetes metálicos com tela na base em incisivos humanos de adesivos ortodônticos nas seguintes preparações: A) cimento ionomérico modificado por resina (CIMR) Contacto – No Mix, condicionamento do esmalte com ácido fosfórico; B) Contacto No Mix, condicionamento do esmalte e uso de promotor de adesão; C) cimento ionomérico híbrido Expt GIC AF (General Orthodontic Supply, EUA) contendo hydroxi etil-metacrilato (HEMA), condicionamento do esmalte com ácido fosfórico, umedecimento leve do esmalte e uso de promotor de adesão; D) cimento ionomérico híbrido FUJI Ortho SC (GC America Inc., EUA), condicionamento com ácido poliacrílico e umedecimento do esmalte; E) cimento ionomérico híbrido FUJI Ortho SC (GC America Inc., EUA) e umedecimento leve do esmalte; F) Concise (3M – Unitek, EUA), condicionamento do esmalte; G) resina autopolimerizável GAC No Mix (GAC Int., EUA), condicionamento do esmalte. Avaliou-se também o microjateamento das bases dos braquetes com óxido de alumínio (90µm) e o sistema promotor de adesão ao esmalte Megabond contendo dimetacrilato glicerol-pirometílico (PMGDM) como métodos auxiliares para aumento da adesão. Todos os braquetes foram microjateados, com exceção dos grupos a e b.. O condicionamento do esmalte foi realizado após a profilaxia com pedra-pomes e água com taças de borracha, com ácido fosfórico a 37% contendo fluoretos por 30 segundos ou com ácido poliacrílico a 10% por 30 segundos, e umidificou-se levemente o esmalte quando indicado pelo fabricante. Os testes de resistência da colagem sob cisalhamento foram realizados após quinze dias de termociclagem. Os autores

concluíram que o microjateamento das bases dos braquetes tende a aumentar a força de adesão. Os promotores de adesão contendo dimetacrilato glicerol-pirometílico (PMGDM) e hidróxi etil-metacrilato (HEMA) e outros acrilatos podem melhorar a força de adesão. Um aumento na força de adesão é essencial em pacientes não-colaboradores. E pode ser obtida por meio do condicionamento do esmalte para resinas compostas ou os cimentos ionoméricos modificados por resina. Pode-se também formular um cimento ionomérico modificado por resina autopolimerizável para liberar fluoretos que apresente suficiente força de adesão para minimizar as descolagens.

FAN et al.²¹ avaliaram em 2002, a influência da potência dos fotopolimerizadores na profundidade de polimerização de resinas compostas. Foram testadas várias cores de cinco marcas de resinas compostas quanto à profundidade de polimerização, quando irradiadas com luz com comprimentos de onda de 400 a 515 nm na potência ajustada de 300 mW/cm² e de acordo com o tempo indicado pelos fabricantes. A profundidade de polimerização foi avaliada de acordo com a norma ISO TS 10650 em corpos-de-prova com profundidade de 1,5 mm. Os autores concluíram que intensidade de luz testada foi adequada para 62% da amostra no período de tempo indicado pelos fabricantes, e que o aumento na exposição para o dobro do tempo produzirá uma adequada polimerização para todas as resinas.

MURRAY; HOBSON⁴⁹ avaliaram em 2003, a influência do meio bucal na resistência da colagem sob cisalhamento de braquetes ortodônticos por meio de dispositivos intra-orais removíveis utilizados pelo período de quatro a doze semanas e compararam com testes laboratoriais de braquetes colados utilizando-se a mesma metodologia e pelo mesmo período de uso *in vivo*. Embasados na norma ISO, protocolo 11405, utilizaram para uma esterilização segura e efetiva dos dentes uma solução aquosa de cloroparatólueno sulfonamida tri-hidratada (Cloramina T), um desinfetante baseado em cloro inorgânico que é ativo contra bactérias, vírus, fungos e esporos. Os resultados obtidos com o adesivo Transbond (3M Unitek, EUA) *in vivo* (9,78 MPa) foram significativamente menores do que *in vitro* (14,34 MPa) no período de quatro semanas. Os valores *in vivo* obtidos com o adesivo Heliosit (Liechtenstein) após quatro semanas foram também significativamente inferiores do que *in vitro* (8.16 MPa X 10.96 MPa) e após oito semanas (9.96 MPa X 13.61 MPa). Concluíram

que os altos valores de resistência da colagem dos adesivos atuais não deve ser uma preocupação devido à degradação que ocorre em meio bucal, reduzindo estes valores.

CAMPISTA; CHEVITARESE; VILLELLA¹⁰ compararam em 2003, a resistência sob cisalhamento de três sistemas adesivos dentários na colagem de pré-molares humanos extraídos e verificaram a relação dos materiais utilizados para colagem quanto ao índice de adesivo remanescente (IAR). Foram usados 45 dentes divididos em três grupos de 15. Grupo A - condicionamento ácido com ácido fosfórico a 37% e Concise Ortodôntico; Grupo B - condicionamento com ácido fosfórico 37%, Transbond XT, polimerização por 40 segundos; Grupo C - sem condicionamento, Transbond Plus Self-Etching Primer (SEP). Os corpos-de-prova foram armazenados em estufa a $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por sete dias e foram submetidos ao teste de cisalhamento em máquina Emic com velocidade de 0,5 mm/min, cujas médias foram: Grupo A - 20,35 MPa; Grupo B - 22,19 MPa; Grupo C - 27,07 MPa, sem diferenças estatisticamente significantes. Os sistemas adesivos pesquisados satisfizeram os requisitos clínicos quanto à força de adesão para a colagem em esmalte. O Concise Ortodôntico foi o adesivo que teve o maior índice de adesivo remanescente enquanto que o Transbond XT o menor, não sendo observadas fraturas de esmalte.

A Organização Internacional para Padronização (ISO), com sede em Genebra, publicou no ano de 2003 a norma de especificação técnica (TS) de nº 11.405³⁰ com o objetivo de padronizar os testes laboratoriais de adesão dos materiais dentários. Fornecendo um guia na seleção dos substratos, armazenamento e manipulação, bem como características essenciais dos diferentes testes para avaliar a capacidade adesiva entre os materiais restauradores e a estrutura dental. Para os testes de resistência da colagem sob cisalhamento determinou que a força de resistência devesse ser determinada pela força necessária para romper um acessório colado, dividida pela área da colagem e com a falha ocorrendo na, ou próxima da interface do adesivo. A força aplicada para a descolagem, em Newtons, deveria ser dividida pela área da base do acessório (braquete) para se obter o valor em megapascals (MPa), com área e local da aplicação de forças claramente definidos nos corpos-de-prova. Como substrato dever-se-ia utilizar pré-molares ou molares humanos ou incisivos inferiores bovinos de animais com não mais do que cinco anos de idade. O período pós-extração

indicado deveria ser o menor possível, variando entre um mês e o máximo de seis meses, não sendo indicado o uso de dentes com mais de seis meses pós-extração para testes em dentina. Os dentes devem ser livres de cáries e preferencialmente sem restaurações e sem tratamento endodôntico. Podendo haver restaurações pequenas ou superficiais, mas não nas superfícies de testes. O armazenamento dos dentes deveria ocorrer imediatamente após as extrações, com limpeza completa em água corrente e remoção completa do tecido periodontal para dentes humanos. Os dentes poderiam ser conservados em água destilada (grau 3, ISO 36960) ou numa solução de cloramina T (tri-hidratada) a 0,5% por no máximo uma semana e posteriormente armazenados em água destilada sob refrigeração a 4° C ou congelado a -5° C. Para minimizar a deterioração, a solução deveria ser trocada periodicamente. As superfícies dos dentes deveriam ser planas, padronizadas e reproduzíveis, os corpos-de-prova montados firmemente em suportes presos por meio de gesso ou resina de cura fria. O polimento destas superfícies deveria ser feito de tal forma que não ocorresse a contaminação com o material de fixação dos dentes, e tão logo quanto possível imersos em água a $23 \pm 2^\circ \text{C}$ com a presa da resina ocorrendo sob a água. A aplicação do adesivo deveria seguir as instruções do fabricante, a $23 \pm 2^\circ \text{C}$ com umidade relativa do ar em $50 \pm 5\%$. A análise de variância (ANOVA) foi sugerida, e devido à distribuição variável dos resultados, dever-se-ia utilizar a análise de distribuição de Weibull, sendo para isto necessários grupos com no mínimo 15 corpos-de-prova. A velocidade de cruzeta deveria ser de $0,75 \pm 0,30 \text{ mm/min}$, ou uma carga de $50 \pm 2 \text{ N/min}$. Para os testes de resistência sob cisalhamento a área de colagem deveria ser delimitada, e o posicionamento da força de cisalhamento reproduzível o mais próximo da interface de adesão. O local de aplicação de força não poderia se afastar mais do que um milímetro da superfície do material de suporte dos dentes para evitar momento de torção. Finalmente o teste de resistência da colagem sob cisalhamento deveria ocorrer com a aplicação da força alinhada perpendicularmente sobre a superfície de colagem.

IANNI FILHO et al.²⁹, avaliaram *in vitro* em 2004, a força de adesão de diversos materiais de colagem de braquetes metálicos por meio de ensaios mecânicos de cisalhamento conforme norma ISO/TS 11405. Foram utilizados 72 pré-molares humanos extraídos que foram divididos em seis grupos de 12. Utilizaram os adesivos Transbond (3M – Unitek, Brasil), Fill Magic Ortodontico

(Vigodente, Brasil), Enlight (Ormco, EUA), Ortho Solo com Enlight (Ormco, EUA), Super Bond (Ortho Source, Brasil), Super Bond (Aditek, Brasil) respectivamente para os grupos 1, 2, 3, 4, 5 e 6. Após 48 horas submersos em água deionizada a 37° C, realizaram-se os testes de cisalhamento numa máquina de ensaios MEM 2000, a uma velocidade de carga de 0,5 mm/min, até a ruptura da união braquete/dente. Os resultados mostraram que o Fill Magic Ortodôntico teve a menor carga de ruptura (11,7 MPa) e o adesivo hidrofílico Ortho Solo proporcionou um aumento significativo da força de adesão (27,7 MPa) quando comparado aos demais. Todos os materiais testados apresentaram força de adesão adequada para o uso clínico.

SPONCHIADO et al.⁷³, em 2005, compararam o uso do Self Etching Primer em ambiente seco e úmido na colagem de braquetes ortodônticos em dentes bovinos por vestibular, com um sistema adesivo convencional. Dividiram 48 incisivos inferiores em três grupos: grupo 1 (controle), onde os dentes foram submetidos à profilaxia com taças de borracha e pedra-pomes com granulação fina e sem flúor por 10 segundos e condicionados com ácido fosfórico a 37% + *primer* + resina Transbond XT; grupo 2, com Transbond Plus Self Etching Primer em ambiente seco + resina Transbond XT e no grupo 3 o Transbond Plus Self Etching Primer foi aplicado em ambiente úmido com água + Transbond XT. Após preparo dos corpos-de-prova com o polimento da face vestibular para obtenção de uma superfície uniforme e padronizada procedeu-se às colagens, observando-se o cuidado com o controle da espessura do adesivo por meio da compressão dos braquetes com uma agulha de Gillmore. O grupo 1 obteve média de resistência de união sob cisalhamento de 9,29 MPa; 10,57 MPa para o grupo 2 e 7,45 MPa para o grupo 3, sem diferenças estatisticamente significantes entre os três grupos. Houve redução significativa na resistência de união sob cisalhamento para o SEP em ambiente úmido quando comparado ao SEP em ambiente seco. Concluíram que o Transbond Plus Self Etching Primer é indicado para uso clínico.

Ao avaliarem a influência da variação da curvatura da base de quatro braquetes *pré-ajustados* (Morelli, Unitek, A-Company e Abzil-Lancer) na resistência da colagem às forças de cisalhamento e de torção, correlacionando essa resistência à maior adaptação das bases à superfície vestibular dentária, VIANA; MAZZIERO; LANDRE JÚNIOR⁸³ observaram em 2005, por meio da análise do método dos

elementos finitos, que forças aplicadas no centro da base do braquete causaram deformações nos braquetes inversamente proporcionais à adaptação à superfície dentária. Os maiores picos de tensão localizaram-se nas proximidades do ponto de aplicação da força. A interface adesivo/esmalte foi mais sujeita à falha na adesão que a interface braquete/adesivo. A força de cisalhamento demonstrou ser mais provável de causar falha na adesão quando comparada à força de torção.

SILTA; DUNN; PETERS⁶⁹, em 2005, avaliaram a influência da redução da exposição à luz de fotopolimerizadores com LED ou com lâmpadas halógenas na resistência da colagem sob cisalhamento de braquetes metálicos em molares humanos. Os braquetes foram colados em molares humanos extraídos, conservados em solução de cloramina T a 0,5% pelo período menor do que seis meses, utilizando os tempos de exposição à luz de 20 segundos, 10 segundos e seis segundos e após 30 minutos foram testados na máquina de ensaios. A resistência da colagem com seis segundos foi significativamente inferior à colagem com 20 segundos. Os maiores valores foram obtidos tanto para LED quanto para lâmpada halógena com o tempo de 20 segundos e potência mínima de 400 mW/cm². O estudo sugeriu que mesmo obtendo forças de adesão adequadas com 10 segundos de exposição, se utilize o tempo de cura de 20 segundos recomendados pelos fabricantes. E que um maior tempo de exposição da luz está relacionado com maior força de resistência da colagem.

MACEDO⁴² avaliou em 2005, a resistência de união sob cisalhamento de braquetes metálicos tratados com jato de óxido de alumínio e colados com a resina Transbond XT em 60 dentes incisivos inferiores permanentes bovinos. Os corpos-de-prova foram confeccionados por meio da inclusão dos dentes em anéis de PVC parcialmente preenchidos com resina acrílica já polimerizada. Para o posicionamento dos braquetes em local padronizado nos dentes, foi utilizado um dispositivo metálico posicionador ao qual se prendiam os braquetes. Este conjunto era fixado aos dentes por meio de “cola quente”, um polímero de etileno-vinil acetato termoplástico, sendo removido após a polimerização da resina utilizada para a inclusão dos dentes nos anéis. As colagens foram realizadas no esmalte polido para planificar as superfícies de colagem. Utilizou-se uma agulha de Gillmore para compressão dos braquetes com o adesivo e padronizar desta forma a espessura do adesivo. No grupo 1

(controle) os braquetes foram colados e levados a teste de cisalhamento; no grupo 2 os braquetes receberam jateamento de óxido de alumínio em suas bases antes de serem colados, e no grupo 3 os braquetes descolados do grupo 1 foram reciclados através da queima da resina remanescente e receberam jateamento com óxido de alumínio em suas bases antes da colagem. Os testes mecânicos foram realizados em uma máquina de ensaio Test Start II, modelo MTS-810. O valor médio de resistência de união sob cisalhamento do grupo 1 foi de 12,94 MPa, do grupo 2 foi de 14,67 MPa e do grupo 3 foi de 11,20 MPa. A análise estatística mostrou que não há diferença significativa entre os 3 grupos.

YAMAMOTO et al.⁹¹ estudaram em 2006, o desempenho da força de resistência da colagem sob cisalhamento entre os intervalos de tempo de 5 minutos e 24 horas após a colagem em condições laboratoriais. Braquetes metálicos foram colados em incisivos bovinos utilizando-se quatro adesivos ortodônticos diferentes. Os dentes foram mantidos refrigerados a -20°C no mínimo por duas semanas antes das extrações e as superfícies vestibulares foram regularizadas com lixas d'água. As colagens foram realizadas de acordo com as instruções dos fabricantes e os dentes armazenados em água à 37°C. As descolagens ocorreram após 5, 10 e 60 minutos e em 24 horas. Todos os materiais testados apresentaram as maiores forças de resistência após 24 horas, com valores de 12,1 MPa (Beauty Ortho Bond – Shofu, Japão), 10,4 MPa (Transbond Plus – 3M Unitek, EUA) 11,2 MPa (Kurasper F – Kuraray Medical, Japão), 17,0 MPa (Superbond Orthomite – Sun Medical, Japão). O período de tempo inicial a partir do qual não houve diferença significativa na força de resistência da colagem (estabilidade inicial) quando comparada à de 24 horas, foi o de 60 minutos para Beauty Ortho Bond e Transbond Plus (*primer* autocondicionante + fotopolimerização). Já o adesivo Kurasper F (condicionamento ácido + fotopolimerização) e Superbond Orthomite (condicionamento ácido + autopolimerização) apresentaram força de resistência da colagem significativamente maior com 24 horas com valores continuamente crescentes para ambos.

TOSUN; SENER; SENGUN⁸¹, em 2007, investigaram a influência do tempo de armazenagem, e de três diferentes soluções para conservação de dentes extraídos na microresistência da colagem sob cisalhamento. Sessenta terceiros molares foram divididos mesiodistalmente em duas partes, sendo que a primeira

dividida em três grupos de vinte e imersa em soluções de timol a 0,1%, formalina a 10% e água destilada por 24 horas. A segunda parte foi mantida pelo período de dois meses nas mesmas condições, e assim como na primeira submetida à colagem e avaliação da resistência sob cisalhamento. A área da colagem foi reduzida a 1mm² para distribuir mais uniformemente o estresse ao substrato e minimizar as falhas coesivas. A solução de timol (7,35 MPa e 8,08 MPa) apresentou menor valor do que a água destilada para ambos os períodos de armazenamento (9,24 MPa e 9,70 MPa) respectivamente 24 horas e dois meses. A formalina não foi estatisticamente diferente do timol a 1% ou da água destilada em qualquer período. Não houve diferença estatística na resistência da colagem entre os dois períodos de armazenamento entre os três meios de conservação. Concluíram que a solução de timol reduziu o valor da resistência da colagem sob cisalhamento quando comparado com a formalina e a água destilada após 24 horas ou dois meses de armazenamento. E que o armazenamento não afetou a resistência da colagem sob cisalhamento.

HAJRASSIE; KHIER²⁷ estudaram em 2007, a influência *in vivo* e *in vitro* do tempo na resistência da colagem sob cisalhamento de braquetes ao esmalte humano. Foram colados braquetes metálicos em 60 pré-molares extraídos e estocados em água destilada a 37° C e em 60 dentes de 22 voluntários, e realizadas as descolagens após 10 minutos, 24 horas, uma semana e quatro semanas. Os autores concluíram que a média da resistência da colagem do Transbond XT (3M Unitek, EUA) *in vitro* aumentou ligeiramente durante o período avaliado, sem diferenças estatísticas. A média de resistência da colagem *in vivo* não apresentou diferenças significantes entre os tempos avaliados, com uma média de aproximadamente 40% inferior àquelas *in vitro* para todos os tempos. Os valores de resistência da colagem verificados nos 10 primeiros minutos permitem ao ortodontista exercer uma força de ativação mínima.

TÜFEKÇI et al.⁸², em 2007, avaliaram se havia diferenças na resistência da colagem sob cisalhamento entre dentes maturados e recém-irrompidos utilizando as técnicas de condicionamento convencional e a de *primers* autocondicionantes para a colagem de aparelhos ortodônticos em pré-molares superiores e inferiores. Utilizaram dentes extraídos de pacientes na faixa de 13 e 14 anos para o grupo de

dentes recém-irrompidos e de pacientes maiores de 23 anos para o grupo de dentes maturados e as colagens foram realizadas nas faces vestibulares e linguais. Os dentes foram conservados em uma solução tamponada de formalina a 10%. O tipo da falha da colagem entre os grupos também foi comparada utilizando-se o índice de adesivo remanescente (IAR). Após as colagens utilizando ambas as técnicas de condicionamento, os braquetes foram descolados numa máquina de ensaios mecânicos com um dispositivo de ruptura. Foram utilizados os testes de ANOVA e análise de Weibull. Não houve diferenças estatisticamente significantes entre as faces vestibular (13,1 MPa) ou lingual (11,4 MPa) para os valores de força de resistência da colagem sob cisalhamento, nem entre os dois métodos de condicionamento ou entre os dentes maturados e os recém irrompidos. O IAR diferiu apenas entre os dentes maduros e os recém-irrompidos, com mais falhas adesivas nos dentes recém-irrompidos e falhas do tipo coesivas na interface esmalte-resina composta dos dentes maturados. Os autores concluíram que a força de adesão não parece ser afetada pelo processo pós-irruptivo de maturação do esmalte e sugeriram que devido à dificuldade de obtenção de dentes para estudos, se utilizem as faces vestibulares e linguais para obtenção do número adequado de amostras.

FALTERMEIER et al.²⁰ avaliaram em 2007, a influência da quantidade de carga (SiO₂) em adesivos ortodônticos baseados em UDMA (uretano dimetacrilato) na resistência da colagem sob cisalhamento de braquetes metálicos em terceiros molares humanos. Os dentes recém-extraídos foram armazenados em cloramina T a 0,5%, e para as colagens foram usados os adesivos nas concentrações de 0%, 30%, 50% e 70% do volume de carga. Após condicionamento com ácido fosfórico a 20% por 30 segundos, e fotopolimerização com ORTHOLUX LED (3M - USA) por 20 segundos e armazenagem por 72 horas em água destilada, realizaram as descolagens com uma velocidade de cruzeta de 1,0 mm/min. O maior valor médio obtido foi com o adesivo contendo 70% de carga (7,41 MPa). Ao comparar o adesivo com de 30% do volume de carga com o sem carga, não houve melhora na força de resistência sob cisalhamento. Os adesivos com 50% e 70% do volume de carga demonstraram um aumento significativo em comparação com o grupo controle (sem carga). Ao avaliar o índice de remanescente de adesivo (IAR), observou-se maior quantidade de adesivo remanescente no esmalte com maior quantidade de fraturas do tipo coesiva, sem diferenças estatisticamente significantes entre todos adesivos

testados. Os autores concluíram que os adesivos baseados em UDMA com alto percentual de carga oferecem maior força de resistência da colagem do que os com baixa ou sem carga.

OESTERLE; SHELLHART⁵⁶ avaliaram em 2008, o efeito do envelhecimento do compósito na força de resistência sob cisalhamento de braquetes metálicos durante o período de um tratamento ortodôntico normal de 24 meses. Os braquetes foram colados ao esmalte bovino com TRANSBOND APC II (3M Unitek, USA) e com Quick Cure Adhesive (Reliance Orthod., USA). As descolagens ocorreram nos períodos de 30 minutos, 24 horas, um mês, 12 meses, 18 meses e 24 meses após a fotopolimerização. Os autores observaram que ambos adesivos demonstraram o mesmo padrão de aumento da força de resistência nas primeiras 24 horas, seguida de uma redução entre o primeiro mês e o 24º mês. Para o Transbond, não houve diferenças estatisticamente significantes entre o valor obtido após 24 horas e os valores de 30 minutos, 12 meses e 24 meses. A resistência da colagem aos 24 meses foi significativamente menor do que os valores de 24 horas e de um mês. Para o Quick Cure, a força de resistência da colagem após 24 horas foi significativamente maior do que a de 30 minutos, um mês e 24 meses. A força de resistência da colagem aos 24 meses foi significativamente menor do que os valores obtidos em todas as outras medições. Os autores observaram um aumento na força de resistência durante as primeiras 24 horas, uma redução ou nenhuma alteração em um mês e então um padrão marcante de redução na força de resistência da colagem a partir de 24 horas até 24 meses. E o maior fator causal para esta redução é o envelhecimento do adesivo em ambiente úmido.

2.2 Colagem Indireta

A técnica para colagem indireta descrita por SILVERMAN et al.⁷⁰, em 1972, facilitou o trabalho do ortodontista e reduziu o tempo de cadeira do paciente para apenas 10 a 15 minutos e também o estresse do profissional. Anteriormente, por dificuldades técnicas somente os dentes ântero-superiores eram regularmente colados com algum grau de sucesso. Primeiramente fazia-se a colagem nos modelos com um novo adesivo experimental da GAC e aplicava-se uma moldeira de

transferência de plástico incolor. Em seguida, realizava-se a profilaxia das coroas e o condicionamento do esmalte com ácido fosfórico a 50% durante 60 a 70 segundos em toda a superfície vestibular, e após obter uma superfície esbranquiçada do esmalte e seca aplicava-se um selante de fissuras (Caulk NuvaLight) antes de inserir a moldeira de transferência com os braquetes e mantê-la por cinco minutos. De acordo com os autores, a grande vantagem desta técnica era o conforto do paciente, que não mais necessitaria submeter-se à experiência cruel da adaptação dos anéis.

De acordo com o relato de SCHOLZ; SWARTZ⁶⁵, em 1982, enquanto a escolha da colagem indireta por vestibular é eletiva, na técnica lingual ela é a preferida. Entre os fatores estão: a morfologia lingual irregular do dente, exigindo um contorno individual das bases dos braquetes e medidas individualizadas para selecionar a espessura da base do braquete e do torque; a falta de familiaridade do ortodontista com a morfologia lingual dos dentes torna difícil para ele visualizar angulações e alturas dos braquetes, e estas angulações e alturas devem se relacionar com as superfícies vestibulares mais uniformes. Como a visão direta para colagem nas superfícies linguais é mais difícil, o posicionamento dos braquetes deve ser feito de maneira precisa, porque as dobras de compensação nos arcos linguais são mais difíceis e demoradas de se fazer.

CREEKMORE¹⁷ descreveu em 1989, o uso de um dispositivo para posicionamento dos braquetes linguais denominado de *Slot Machine*, para suprir as dificuldades da colagem. Devido às irregularidades dos incisivos inferiores e às variações de espessura dos dentes no sentido vestibulo-lingual, muitos erros de torque e de nivelamento acabam sendo incorporadas aos dentes, sendo necessário o uso de um dispositivo mecânico de uso laboratorial para o correto posicionamento dos braquetes. Este por sua vez sustenta os braquetes em posição de colagem por do meio do seu *slot*, o qual é orientado à superfície lingual de cada dente de acordo com o seu torque, altura, rotação e espessura vestibulo-lingual. Seguindo-se às colagens aos dentes com o adesivo preenchendo o espaço remanescente entre a base do braquete e o dente, mantendo desta forma a orientação do encaixe do arco lingual à superfície vestibular quando os braquetes forem transferidos à boca.

Para avaliar o efeito da espessura do adesivo na força de adesão de braquetes metálicos com malha na base colados na vestibular de incisivos bovinos,

JOST-BRINKMANN, SCHIFFER; MIETHKE³³, em 1992, utilizaram uma combinação de adesivos autopolimerizáveis do tipo pasta-a-pasta e do tipo pasta única sem mistura autopolimerizáveis e fotopolimerizáveis, incluindo uma combinação entre si para simular uma colagem indireta. Para os procedimentos de colagem, utilizaram um dispositivo com regulagem tridimensional para o correto posicionamento dos braquetes em relação aos dentes, o qual permitiu a aplicação de incrementos com décimos de milímetro. Determinaram que a força de adesão dependeria mais do tipo de adesivo, do que se um ou mais adesivos fossem usados. E que espessuras de adesivo fotopolimerizáveis maiores que 0,2 mm não polimerizavam completamente. Indicaram o uso de um adesivo de macropartículas, autopolimerizável do tipo pasta-pasta para espessuras maiores do que 0,2 mm.

O sistema de serviço de *set up* personalizada, Custom Labial/Lingual Appliance Set Up Service (CLASS), para o aparelho lingual descrita por HUGE²⁸ em 1998 oferece um método de posicionamento de braquetes linguais que considera as discrepâncias anatômicas das superfícies linguais dos dentes. Isto é realizado primeiramente pela confecção de um *set up* ideal de diagnóstico a partir de um par de modelos duplicados da má-oclusão original do paciente os quais deveriam ser obtidos por meio de moldagens com alginatos de alta qualidade ou com materiais borrachóides. Esta reconstrução da oclusão ideal ou *template* deve ser utilizada como um guia físico para o posicionamento dos braquetes linguais numa configuração ideal. Os braquetes são colados neste *set up* com resina composta, a qual age como um espaçador entre a base do braquete e as faces linguais dos dentes. Depositam-se porções adequadas de resina acrílica fotopolimerizável por sobre cada conjunto braquete/dente para servir de guia de posicionamento nos modelos. Concluída esta etapa, estas moldeiras individuais com os braquetes corretamente posicionados são transferidas para os modelos da má-oclusão e colados para a construção das moldeiras de transferência para a colagem indireta. O sistema CLASS exige a máxima precisão dos modelos iniciais e das instruções fornecidas pelo clínico para o posicionamento laboratorial dos dentes de acordo com as metas do tratamento individualizado. Em adição a isto, o técnico de laboratório deve possuir um completo conhecimento da anatomia dental, das técnicas de *set up*, metas do tratamento e posicionamento geral dos braquetes. Deve ainda ter uma

atenção muito grande aos detalhes em todas as etapas para evitar erros de posicionamento dos braquetes e conseqüentes resultados clínicos aquém do ideal.

Foi proposto por WHITE⁸⁸ em 1999, o uso do polímero de etileno vinil acetato ou “cola quente” como moldeira individual para uso na colagem indireta de braquetes ortodônticos. De acordo com o autor, este material rígido é atóxico e não-carcinogênico, aprovado pela FDA (Food and Drug Administration, EUA). Ainda apresentava flexibilidade e elasticidade suficientes, permitindo a remoção da moldeira após a polimerização do adesivo sem descolar o braquete. A manipulação deste material termoplástico, amplamente utilizado na indústria e nos lares, era facilitada com o uso de mini-bastões. Estes eram inseridos em uma pistola utilizada para o aquecimento e deposição da cola no local desejado, formando uma moldeira individual para a colagem indireta.

SONDHI⁷¹ descreveu em 1999, uma técnica de colagem indireta passo a passo, onde o autor desenvolveu uma resina específica para a colagem indireta e citou como vantagens: 1- melhor precisão no posicionamento do braquete; 2- otimiza o tempo clínico; 3- evita a colocação de bandas nos molares; 4- elimina a necessidade de separação; 5- melhor posicionamento na colagem dos dentes posteriores; 6- conforto do paciente e higiene. Como desvantagens citou: 1- técnica sensível a erros; 2- necessidade de um par de modelos adicionais e, 3- facilidade de descolamento dos acessórios posteriores se o paciente mastigar gelo. A seqüência da colagem deve seguir as seguintes etapas: 1- isolamento dos modelos de trabalho; 2- confecção de uma base de resina individualizada fotopolimerizável (PAD) no braquete por meio da colocação de adesivo (Transbond XT) na base do braquete ou por meio do uso de braquete com adesivo pré-colocado na base e posicionamento deste no modelo; 3- remoção dos excessos; 4- fotopolimerização da resina; 5- isolamento de ganchos e retenções com cera; 6- conformação das moldeiras de transferência com duas camadas, a primeira (Bioplast) com 1,0 mm e a segunda (Biocryl) também com 1,0 mm, seguida de acabamento das margens ou então confeccionar as moldeiras com silicona de adição; 7- remoção das moldeiras e corte na linha média para dividir em duas partes, acabamento dos excessos de material e fotopolimerização final das resinas; 8- limpeza da resina em cuba ultrassônica; 9- profilaxia dos dentes; 10- enxágüe e secagem; 11- microjateamento

das bases dos braquetes; 12- isolamento e secagem dos dentes; 13- condicionamento ácido do esmalte por 30 segundos; 14- enxágüe por 15 segundos e lavação com jato de ar-água por 30 segundos; 15- secagem do esmalte, o qual deve apresentar um aspecto esbranquiçado; 16- aplicação resina A nos dentes e B nos PADs; 17- remover os excessos com jatos de ar e pressionar a moldeira por 30 segundos, e mantê-las por dois minutos para cura completa; 18- remoção das moldeiras.

GERON²⁵ descreveu em 1999 a utilização de um sistema posicionador de braquetes linguais, o *Lingual Bracket Jig* (LBJ), constituído de uma coleção de posicionadores desenhados para manter os braquetes linguais por seu *slot* e posicioná-los na superfície lingual dos dentes, tanto para a colagem direta quanto para a indireta. Cada posicionador possuía um braço vestibular, semelhante a um braquete de “arco reto” vestibular, com diferentes valores de torque e angulação de acordo com o que se deseja para a face vestibular dos dentes, assim como um apoio oclusal para a regulagem da altura. Deste modo o LBJ transferia as prescrições dos braquetes vestibulares aos braquetes linguais, ao se posicionar corretamente o braço vestibular de acordo com o plano de Andrews, o braquete lingual automaticamente se posicionava corretamente. De acordo com o autor, o LBJ melhorava o controle da altura e a posição vestibulo-lingual (*in-out*), com a desvantagem de ter um número limitado de posicionadores.

SCUZZO; TAKEMOTO⁶⁶ apresentaram em 2003, duas técnicas laboratoriais de colagem indireta, os sistemas *HIRO* e o *RAY SET BIAGGINI BRACKET POSITIONER*. O sistema *HIRO*, utiliza um arco 0,018” X 0,025” de aço pré contornado ao *set up* de tratamento com guias acrílicos de posicionamento na região de molares. Após a confecção do *set up*, deve-se contornar um arco ideal lingual no modelo para a fixação dos braquetes, cuidando para mantê-los o mais próximo das faces linguais. Dois apoios oclusais posteriores devem ser confeccionados para servirem de guia de reposicionamento do arco em caso de recolagem de algum braquete. Realizada esta etapa, confeccionam-se moldeiras individuais rígidas para cada dente. Após a polimerização removem-se os amarrilhos de fixação ao arco ideal e os excessos de adesivo. Uma vez numeradas as moldeiras individuais rígidas, pode-se realizar a colagem. O sistema *RAY SET* é baseado em um

dispositivo de controle tridimensional do posicionamento final dos dentes, constituído de uma base de suporte de controle de rotação, de inclinação e torque. Possui um guia de controle do plano de rotação, essencial para uma análise preliminar das posições de primeira ordem dos dentes. Este dispositivo permite avaliar a quantidade de movimento ortodôntico no modelo de *set up*, verificando a inclinação da coroa e raiz, o que permite a comparação com os modelos iniciais. De posse destas medições pode-se confeccionar o *set up* com as angulações necessárias para cada caso, e posicionar adequadamente os braquetes para a confecção das moldeiras individuais rígidas de transferência.

KLOCHE et al.³⁶, em 2004, avaliaram resistência da colagem de braquetes para incisivos centrais colados indiretamente ao esmalte bovino comparando a combinação dos seguintes compósitos: Phase II (resina para base individualizada) e Custom I. Q. (resina para a colagem indireta); Phase II e Maximum Cure (resina para colagem indireta); Transbond XT (resina para base individualizada) e Sondhi Rapid Set (resina para colagem indireta). Um dos adesivos para a colagem indireta foi manipulado antes da colocação na moldeira (Maximum Cure) com o intuito de promover uma melhor mistura dos componentes e obter um maior grau de polimerização inicial do material. Os dentes foram conservados em uma solução de cloramina T a 0,5%. Os testes de resistência sob cisalhamento foram realizados por meio da tração de um fio posicionado na resina de colagem próximo à borda incisal, de tal forma que simulasse uma força de cisalhamento com uma velocidade de cruzeta de 5,0 mm/min. Os intervalos de descolagem foram: imediatamente após a remoção da moldeira de transferência; 30 minutos após a colagem dos adesivos, e 24 horas após a colagem dos adesivos. O índice de adesivo remanescente foi determinado por meio da verificação das superfícies de descolagem com um microscópio óptico com ampliação de 10 vezes. Nos grupos colados com a resina Maximum Cure e com o Sondhi Rapid Set não houve influência do tempo de descolagem na força de resistência da colagem. A resina Custom I. Q. demonstrou valores de resistência sob cisalhamento significativamente inferiores quando descolada no tempo recomendado para a remoção da moldeira. A resistência da colagem indireta utilizando Transbond XT (3M UNITEK, EUA) e Sondhi Rapid Set (3M UNITEK, EUA) após dois minutos e meio foi de 14,18 MPa e desvio padrão de 3,24 MPa. A análise de Weibull indicou um risco maior de falhas da colagem em

níveis clinicamente relevantes de tensão. Todas as combinações de resinas com os adesivos demonstraram forças de adesão aceitáveis aos 30 minutos e após 24 horas da colagem.

CAL-NETO et al.⁹ descreveram em 2005, os procedimentos laboratoriais para a colagem indireta de braquetes linguais utilizando-se do dispositivo de posicionamento de braquetes com angulações pré-determinadas Plain Wire-Mushroom Bracket Positioner (PW-MBP), permitindo um posicionamento preciso dos braquetes em relação à altura, angulação e inclinação por meio de uma lâmina parabólica à qual devem ser posicionados os braquetes para colagem no *set up* previamente confeccionado, eliminando a necessidade de dobras entre os caninos e pré-molares. O sistema utiliza seis tamanhos de lâminas, três para montagem inferior e três superior. A lâmina selecionada será aquela que proporcionar a menor distância entre as bases dos braquetes e as faces linguais dos dentes, feito isto deve-se fixar os braquetes na lâmina com amarrilhos elásticos, posicionando-os no centro da face lingual de cada dente. Com o auxílio de uma espátula para resina os PADs deverão ser modelados e o excesso de compósito removido, individualizando cada um e maximizando a adaptação à superfície lingual. Polimerizada a resina do PAD, confeccionam-se as moldeiras individuais rígidas com recobrimento oclusal ou incisal dos dentes, concluída esta etapa realizam-se as colagens no paciente.

PRIETO et al.⁵⁸ apresentaram em 2005, uma modificação na técnica de colagem indireta por meio do sistema de transferência por canaletas (STC), com uma alteração na etapa de transferência dos braquetes do modelo de *set up* para o modelo inicial na montagem do aparelho. Demonstraram algumas vantagens desta técnica em relação à técnica convencional do sistema de serviço de *set up* personalizada CLASS System (Custom Labial/Lingual Appliance Set Up Service). Este sistema consistia principalmente na confecção dos modelos de *set up* (montados em oclusão ideal) para o posicionamento dos braquetes. Depois os mesmos eram transferidos para o modelo inicial para a confecção da moldeira de transferência para colagem indireta na boca, permitindo que esta fosse feita de forma setorizada, o que acarretaria menor tempo clínico. Já na técnica modificada, faz-se uma canaleta horizontal nos modelos iniciais na face palatal ou lingual no local de colagem dos braquetes, a qual permanecerá reproduzida no modelo de *set*

up. Esta era preenchida com resina acrílica Duralay vermelha e servia de suporte de posicionamento e melhor fixação da base do braquete na posição adequada no modelo. Posicionavam-se os braquetes no local desejado utilizando como referência um arco ideal pré-contornado 0,018" x 0,025" estabilizado na oclusal dos molares com resina acrílica, e estes, com o adesivo estendendo-se além da área da base para melhorar a retenção, eram fotopolimerizados. Removiam-se os amarrilhos para a retirada do arco ideal e faziam-se os acabamentos das bases dos braquetes para reposicionar um a um no modelo inicial. Após a confecção das moldeiras de transferência, as canaletas de acrílico vermelho eram removidas com brocas de alta rotação, completando a limpeza com jatos de óxido de zinco. Deste modo os braquetes estariam prontos para a colagem indireta com o Sondhi Rapid Set (3M - Unitek, EUA).

GALVÃO; MALTAGLIATI; BOMMARITO²³ apresentaram em 2006, uma modificação na técnica de confecção de matrizes individuais de transferência pelo emprego de polímero de etileno-vinil acetato termoplástico (cola quente). Recomendam que o período decorrido entre a moldagem, a montagem e a colagem não seja superior a 15 dias para evitar distorções dos materiais ou por modificações na oclusão. Após a confecção do *set up* e colagem dos braquetes no modelo de estudo de acordo com a técnica de escolha do profissional, aplica-se uma camada de cola quente sobre cada braquete e procede-se a modelagem deste material com o dedo umedecido. Com o endurecimento do material, o modelo deve ser submerso em água fria por 30 minutos para soltar os braquetes. Neste momento faz-se o acabamento dos *PADs* de resina, aproveitando-se para corrigir falhas ou excessos e finalmente identificando o guia. As bases devem ser jateadas com óxido de alumínio para remover resíduos de isolante ou gesso. Dependendo do grau de apinhamento esta moldeira pode ser produzida em grupos de dentes para facilitar a inserção na boca do paciente. De acordo com os autores, as vantagens deste tipo de moldeira são: transferência direta dos braquetes do modelo de *set up* para o paciente beneficiando a exatidão da colagem e com estabilidade dimensional, possibilidade de reutilização destas moldeiras em caso de recolagem. O grande inconveniente é o sensível aumento do tempo de cadeira devido à colagem ser individualizada.

CIUFFOLO et al.¹⁶, em 2006, apresentaram um método para o preparo de moldeiras projetadas por computador e produzidas por prototipagem rápida, para o uso na colagem indireta de braquetes. As moldagens iniciais devem ser obtidas por meio de moldagem com silicona. Os modelos produzidos são digitalizados por um escaneador óptico tridimensional de alta resolução (Structura S.R.L., Ancona, Itália), criando um modelo tridimensional completo com uma resolução mínima de 0,02 mm. O operador do equipamento posiciona digitalmente os braquetes a serem utilizados na altura desejada com um programa específico. Quando os braquetes estiverem devidamente posicionados, faz-se a cobertura virtual com material acrílico o qual representa o material da moldeira. Esta por sua vez, recebe um “acabamento” virtual dos excessos e pode então ser produzida por meio de prototipagem rápida numa peça única ou dividida de acordo com o caso a ser colado.

Dentre as melhorias apresentadas em sua técnica de colagem indireta, SONDHI⁷² introduziu em 2007 os braquetes com adesivo na base (APC) como alternativa à aplicação direta de adesivo na base do braquete que têm como vantagens: ser fotopolimerizável, livre de contaminação, tempo de laboratório é reduzido em relação às outras técnicas, e pouca viscosidade para evitar que o braquete escorregue no modelo. Além disto, também a possibilidade do uso do *primer* insensível à saliva (MIP), que de modo diferente do *primer* convencional não há necessidade de secar completamente o esmalte, aplica-se o *primer* e deve-se secá-lo com jatos de ar por 2 segundos.

TORTAMANO et al.⁸⁰, em 2007, avaliaram a resistência à tração de braquetes ortodônticos metálicos colados pela técnica indireta e pela técnica direta convencional em pré-molares humanos extraídos. As resinas compostas ortodônticas Concise e Transbond XT (3M-Unitek, EUA) foram utilizadas para colagens diretas e indiretas, assim como a associação Transbond + Sondhi (3M-Unitek, EUA) para colagem indireta. Após profilaxia com pedra-pomes e água os dentes foram condicionados com ácido fosfórico a 35% por 15 segundos antes de receberem os braquetes. Nos dentes submetidos à colagem indireta foram aplicadas duas camadas de selante Cel-Lac (SSWhite, Brasil), removida por meio de umedecimento e escovação após a colagem indireta. A força de resistência à tração para o Transbond foi de 12,00 MPa, para o Concise 11,61 MPa, para o Concise-

indireta 6,51 MPa, para o Transbond-indireta 8,49 MPa e para o Sondhi-indireta 4,97 MPa. Os autores não relataram claramente o tempo entre as colagens e a realização dos testes de tração, porém relataram que após as colagens os dentes foram removidos de uma base de colagem a qual simulava uma arcada dentária para incluí-los em blocos de resina como corpos-de-prova. As resinas Concise-indireta e Sondhi-indireta revelaram resultados significativamente menores que o Concise e Transbond XT na técnica direta. Os autores afirmaram que a colagem indireta reduz em 40% o tempo do paciente na cadeira, todavia o tempo total (clínico e laboratorial) é maior que o da técnica direta. A força de adesão na colagem indireta com a resina Transbond XT não diferiu da força obtida na colagem direta com as resinas Concise e Transbond XT. E a resina ortodôntica Concise e a resina Sondhi usadas na colagem indireta proporcionaram menor força de adesão que as resinas Transbond XT e Concise na colagem direta talvez pela formação de uma interface de colagem entre o adesivo polimerizado no braquete e o adesivo aplicado no momento da colagem.

SHPACK et al.⁶⁸, em 2007, avaliaram a precisão de posicionamento de braquetes linguais e vestibulares na técnica direta ou indireta com o dispositivo LBJ (Lingual Bracket Jig). Foram analisados 20 modelos pré-tratamento ortodôntico e separados de acordo com a técnica de tratamento e de colagem. Para simular as colagens diretas, os modelos foram montados numa cabeça de manequim para simular as condições clínicas, e utilizou-se a guia de posicionamento lingual dos braquetes para as colagens linguais e uma estrela de Boone para as colagens vestibulares. Após as medições dos erros de posicionamento de torque e de giroversões para as colagens vestibular/direta, lingual/direta, vestibular/indireta e lingual indireta obtiveram os seguintes resultados: o maior erro de torque absoluto ocorreu nos dentes 12 ($10.2^\circ \pm 3,1^\circ$) no grupo lingual/direto e nos dentes 25 ($9,6^\circ \pm 8,8^\circ$) no vestibular/direto. Diferenças absolutas significativas de erros de torque foram encontradas entre a técnica direta e indireta dentro das técnicas e entre elas. Não foram encontradas diferenças absolutas significativas de erros de torque entre as técnicas vestibular/direta e a lingual/direta ou entre a técnica vestibular/indireta e a lingual/indireta. A média absoluta de erros de torque reduziu na seguinte ordem: lingual/direta, vestibular/direta, lingual/indireta e vestibular/indireta. Nos grupos vestibular, em geral, foram observados mais erros de torque algébricos positivos de

torque (torque lingual de raiz) do que erros de torque negativos (torque vestibular de raiz). Feitas as comparações dos dados estatísticos os autores concluíram que a técnica de colagem indireta foi significativamente mais precisa (duplamente) do que a técnica direta para todos os dentes para a ortodontia vestibular e lingual. Isto é válido para ambos os erros de torque e de giroversões. Também concluíram que em ambos os erros de torque e de giroversões, não houve diferenças estatisticamente significativas entre o sistema vestibular e lingual para a técnica direta ou indireta. Isto indicou que o sistema de posicionamento LBJ é um método viável para posicionamento dos braquetes linguais.

PRIETO; ISHIKAWA; PRIETO⁵⁹ apresentaram em 2007 uma variação do sistema de transferência dos modelos de *set up* por canaletas apresentado em 2005. Nesta evolução da técnica, as canaletas de transferência são posicionadas no terço incisal nos dentes anteriores e nos dentes posteriores elas são confeccionadas na porção cervical. Estas modificações de acordo com os autores liberam os braquetes de potenciais interferências, permitindo um posicionamento mais seguro e preciso da colagem indireta.

WENDL; DROSCHL; MUCHITSCH⁸⁷ avaliaram em 2008, o uso do *Aptus ABD*, um dispositivo para colagem indireta (*Aptus, papendrecht* - Holanda). Este instrumento em forma de ferradura e com sete pistões a ar comprimido para fixação dos braquetes por vestibular é posicionado no plano oclusal, primeiramente por um registro da mordida. A seguir, os braquetes já colados no modelo de trabalho são ligados aos pistões por meio de fios metálicos dobrados e então fixados com a aplicação de silicone sobre o fio e o braquete. O aparelho é posicionado intraoralmente tendo como referência o registro da mordida, e os pistões são acionados por ar comprimido, pressionando continuamente os braquetes contra os dentes. Após a polimerização do adesivo, os fios de fixação são removidos e o ABD removido da boca. Ao comparar a força de resistência da colagem sob cisalhamento obtida laboratorialmente com o uso deste dispositivo e por meio da colagem direta, não houve diferenças estatisticamente significantes entre os dois métodos. Os autores concluíram que este dispositivo é adequado para a colagem indireta, o qual permite a colagem de ambos os arcos ao mesmo tempo.

THOMPSON; DRUMMOND; BEGOLE⁷⁷ estudaram em 2008, a influência das bases de resina individualizadas para colagem indireta na força de resistência da colagem sob cisalhamento de braquetes metálicos colados em incisivo inferiores bovinos. Os PADs foram confeccionados por meio da adaptação de braquetes com resina pré-aplicada na base (APC) nos dentes e sua fotopolimerização. O modelo de estudo de 240 braquetes tinha 120 corpos-de-prova com resina *flow* como adesivo, divididos em quatro grupos de 30 exemplares os quais diferiram no modo de preparo do PAD: a resina sem carga Orthosolo foi aplicada para umedecer o PAD; abrasão do PAD; abrasão e aplicação da resina sem carga Orthosolo aplicada para umedecer o PAD e um grupo controle com o agente de colagem Orthosolo sem nenhum passo adicional de umedecimento ou de abrasão. Uma amostra semelhante de 120 braquetes sem resina *flow* foi utilizada nas mesmas condições. Os modos de preparo dos PADs foram selecionados por representar as várias técnicas em uso na colagem indireta. Os corpos-de-prova foram ligeiramente asperizados com partículas de óxido de alumínio de 50µm por um segundo e limpos. Como a análise estatística demonstrou diferenças significativas na força de resistência da colagem sob cisalhamento entre os diferentes preparos das superfícies, mas não entre o uso ou não de resina *flow*. E a força da colagem das superfícies preparadas por abrasão foi significativamente maior do que todas as outras formas de preparo, os autores concluíram que a abrasão dos PADs na colagem indireta aumenta a força da resistência da colagem sob cisalhamento e que o uso de uma resina *flow* não afeta estes valores.

2.3 Ortodontia Lingual

O primeiro autor a publicar um artigo científico sobre Ortodontia lingual foi FUJITA²², em 1979, tendo sido por ele desenvolvida, cujo objetivo era a estética e a prevenção de traumas na mucosa oral durante as práticas esportivas, que eram difíceis de serem resolvidos com os braquetes convencionais. Ele descreveu os braquetes a serem utilizados com seus respectivos encaixes e os arcos utilizados eram em forma de cogumelo, considerados indispensáveis. Relatou o tratamento de três casos clínicos mostrando a eficiência deste aparelho, com dificuldades na pronúncia de algumas palavras, um desconforto temporário na boca e irritação na língua durante o período de adaptação com o aparelho. Citou como vantagens desta

técnica, a ausência de braquetes na vestibular, proporcionando uma postura labial real e fornecendo uma idéia verdadeira sobre o posicionamento dos dentes, além da redução do risco de descalcificação do esmalte na vestibular devido às falhas na higiene. Como desvantagem, citou a dificuldade de inserção, remoção e amarração dos arcos, a distância inter-braquetes reduzida, os casos de grandes apinhamentos, onde muitas vezes os braquetes não podem ser colados na consulta inicial, a diminuição do diâmetro méso-distal dos braquetes dificultando o controle de torque e a necessidade de verticalização de caninos e pré-molares, após o fechamento dos espaços das extrações. As irregularidades na anatomia da superfície lingual, também criam dificuldades ao posicionamento incorreto do braquete ocluso-gengivalmente, afetando o controle do nivelamento. A solução para esses problemas seria a colagem indireta.

Entre os anos 1980 e 1983 foi formado um grupo de desenvolvimento da Ortodontia lingual, o *Lingual Task Force*. Este grupo, formado pelos engenheiros da Ormco e capitaneado pelo Dr. Kraven Kurz³⁷, tinha por objetivos desenvolver e refinar o desenho dos braquetes, desenvolver a mecanoterapia, criar o desenho dos arcos, discutir a seqüência de tratamento e determinar o critério de seleção dos casos². Foram descartados os primeiros desenhos de braquetes com encaixe vertical porque aumentavam o tamanho e comprometiam o controle da inclinação. Assim como os braquetes siameses foram também descartados em favor de uma largura mesiodistal reduzida devido ao conforto do paciente alcançado por um braquete de aleta simples e a convicção de que o controle rotacional poderia ser compensado por meio do uso de arcos com fios resilientes. O plano de inserção dos arcos está posicionado no ponto LA, situado no ponto médio do longo eixo da coroa clínica por vestibular descrito por Lawrence Andrews³⁸. Na Ortodontia convencional por vestibular a colagem indireta pode ser uma opção. Já na lingual, é obrigatória devido à morfologia irregular dos dentes, pela necessidade de bases de colagem individualizadas para uma seleção apropriada da espessura da base do braquete e do torque. Também devido à falta de familiaridade com a morfologia lingual, a qual dificulta a visualização da angulação e altura dos braquetes, pela dificuldade de se obter visão direta das superfícies de colagem e pela dificuldade de se fazer dobras de compensação para os erros de colagem⁶⁵. O sucesso da terapia lingual depende em muito da criteriosa seleção dos pacientes a serem tratados, e as contra-

indicações deste tipo de tratamento eram: os casos de disfunção aguda da ATM; os que apresentavam oclusão posterior mutilada; os pacientes com faces excessivamente verticais; aqueles que possuíam próteses anteriores extensas; aqueles com coroas clínicas curtas e os casos de ancoragem crítica. Também os pacientes que apresentavam severas discrepâncias de classe II; pobre higiene oral ou envolvimento periodontal não-tratado e personalidade extremamente exigente ou intransigente²⁶. A mecanoterapia desenvolvida para a Ortodontia lingual *Edgewise* fora dividida em quatro etapas. A primeira envolvia o nivelamento, o alinhamento, o controle rotacional e a correção da sobremordida. Na segunda etapa realizava-se o controle do torque e na terceira a retração e a estabilização. Na quarta e última etapa deveria ser obtido o detalhamento e a finalização³.

O tratamento ortodôntico com braquetes linguais exige modificações na mecanoterapia convencional, utilizada para braquetes vestibulares. Quando os braquetes são colados por lingual, a distância inter-braquetes na região anterior diminui significativamente. MORAN⁴⁸ desenvolveu em 1987, tabelas de equivalência de dureza dos fios ortodônticos linguais e vestibulares, e demonstrou que na técnica lingual a dureza do arco é aproximadamente três vezes maior quando comparada com a técnica vestibular para as dobras de primeira e segunda ordem e de aproximadamente uma vez e meia para as dobras de terceira ordem.

CHUMAK et al.¹⁵, em 1989, avaliaram laboratorialmente a colagem de braquetes ortodônticos sobre superfícies linguais e vestibulares de 53 pré-molares superiores, 37 pré-molares inferiores e 37 incisivos inferiores, sendo que metade dos braquetes de cada grupo tiveram suas bases adaptadas às faces linguais. As colagens foram realizadas com uma resina autopolimerizável com alto teor de carga (67%), e aguardou-se 20 minutos após as colagens para armazenar os corpos-de-prova em água à temperatura ambiente por 24 horas. Os resultados indicaram forças médias de resistência da colagem sob cisalhamento comparáveis em superfícies linguais (149,2 kg/cm²) e vestibulares (162,9 kg/cm²). A adaptação das bases dos braquetes às faces linguais resultou em forças de adesão significativamente mais altas para pré-molares superiores (166,9 kg/cm²) e pré-molares inferiores (180,4 kg/cm²), mas não para incisivos inferiores (149,2 kg/cm²). Na descolagem, as porcentagens de superfícies linguais que exibiram linhas de

fratura em forma de meia lua e fraturas de porções do esmalte foram significativamente mais altas que as porcentagens correspondentes para as superfícies vestibulares. Além disso, foi observado um aumento nas linhas de fratura de esmalte verticais (trincas) por vestibular e lingual subsequente às descolagens. Os autores concluíram que os procedimentos de colagem para as superfícies linguais deveriam ser idênticos aos das superfícies vestibulares. E que deveria se tomar cuidado para eliminar possíveis danos ao esmalte nas descolagens.

Ao seccionarem as coroas clínicas de dentes em modelos plásticos, TAKEMOTO; SCUZZO⁷⁵ verificaram em 2001, que as diferenças de tamanho vestibulo-lingual não variavam substancialmente na altura da margem gengival e concluíram que poderiam ser utilizados “arcos retos” na Ortodontia Lingual se os braquetes fossem posicionados o mais próximo possível deste local. Com a premissa do afastamento médio de 0,5 mm dos *slots* dos braquetes das faces linguais, desenvolveu-se um sistema de braquetes linguais para a técnica do “arco reto”, com direção de inserção do arco vestibulo-lingual. De acordo com os autores as principais vantagens deste sistema com braquetes e ganchos de tamanho reduzido, com posicionamento afastado dos arcos são: facilidade no uso do fio-dental e limpeza das margens gengivais, e aumento da distância inter-braquetes,

Foi proposto e desenvolvido por KYUNG; PARK; SUNG³⁹, em 2002, um sistema de montagem de braquetes linguais, chamado PW-MBP (Plain Wire – Mushroom Bracket Positioner) com objetivo de eliminação de dobras nos arcos e facilitar o tratamento por lingual onde os arcos utilizados são contínuos, com a ausência de dobras, da mesma maneira que na técnica do “arco reto”. Deste modo, são utilizados arcos com as formas pré-determinadas das arcadas, propostas pelos autores, com tamanhos e formas específicas. Para isto, é necessária a aquisição deste equipamento para a montagem dos braquetes linguais e dos arcos pré-fabricados, aumentando os custos finais do tratamento.

GANDINI; GANDINI²⁴ descreveram em 2002, alguns aspectos laboratoriais e clínicos envolvidos na Ortodontia lingual utilizando os braquetes KURZ-ORMCO (ORMCO, USA). Descreveram como características dos braquetes dos incisivos superiores o batente oclusal, no qual o *slot* para encaixe do arco está deslocado do

seu centro para a base lateral, esta superfície lisa serve de plano de apoio para a correção dos casos de sobremordida profunda. Os incisivos inferiores tocam em um plano batente anterior formado pela colagem dos braquetes superiores, como no caso clínico apresentado, promovendo a desocclusão posterior.

WIECHMANN et al.⁸⁹ descreveram em 2003, a confecção de braquetes e arcos ortodônticos linguais personalizados, a partir da obtenção dos modelos superior e inferior do paciente até a fabricação dos braquetes e arcos individualizados e apresentaram um caso clínico. Demonstraram que por meio da prototipagem e fabricação por processo de CAD-CAM seria possível confeccionar braquetes de proporções bastante reduzidas e com bases de colagem entendidas, resolvendo deste modo três das mais freqüentemente citadas desvantagens dos aparelhos linguais: dificuldade nos procedimentos de colagem e recolagem e mais freqüente descolagem, finalização problemática e desconforto do paciente. Afirmaram que a colagem pode ser realizada diretamente porque as bases dos braquetes são maiores, e por serem concebidas dentro do conceito de “arco reto”, a geometria dos arcos era feita por posicionamento tridimensional dos encaixes. Esta modelagem era realizada termicamente por dobras precisas em geometrias altamente complexas por meio de um robô.

SELAIMEN; MARTINS; MARTINS⁶⁷, em 2003 relataram que um fator fundamental para o bom funcionamento do aparelho lingual é o trabalho laboratorial, e descreveram vários dispositivos para colagem indireta: 1-CLASS SYSTEM (CUSTOM LINGUAL APPLIANCE SET-UP SERVICE) utiliza os modelos ideais do caso a ser tratado para compensar na espessura de resina da interface braquete/dente as irregularidades da face lingual dos dentes, permitindo a utilização da técnica do “arco reto”. Constrói-se um *set up* do modelo e utiliza-se um fio guia como arco ideal, onde se amarram os braquetes com amarrilhos, posicionando-se os braquetes nos dentes e polimeriza-se a resina; 2-PW-MBP (PLAIN WIRE MUSHROOM BRACKET POSITIONER) é um sistema de “arco reto” lingual personalizado comparado ao sistema CLASS, que em vez de utilizar um arco ideal para o posicionamento dos braquetes no modelo do *set up*, utiliza um sistema de placas de níquel-titânio. Permitem a regulagem da espessura das bases dos braquetes e podem ser acopladas a um delineador modificado para se posicionar os

braquetes ao modelo de *set up*. Dessa maneira não é necessário amarrar os braquetes ao fio, e como eles ficam encaixados nas placas não há necessidade de mais um tempo laboratorial para a sua remoção; 3-TARG UNIT – TORQUE ANGULATION REFERENCE GUIDE (ORMCO, EUA) utilizado para se estimar a posição exata do braquete no dente, no modelo original do paciente. O Dr. Didier Fillion fez algumas modificações no aparelho adicionando um paquímetro eletrônico, o qual é chamado de TARG UNIT II. Isto facilita o posicionamento do braquete, pois quando se modifica o torque da peça, a altura também é modificada, o paquímetro permite um melhor controle dessas variações; 4-SLOT MACHINE, máquina de posicionamento dos braquetes desenhada por Thomas Creekmore, de funcionamento semelhante à TARG UNIT. Este dispositivo possui um eixo de rotação na bandeja, onde se posiciona o modelo para averiguar o torque e a altura dos braquetes. Esse eixo tem o centro de rotação firmado na incisal do dente que se está trabalhando, portanto não há modificação na altura quando se modifica o torque da peça; 5-ORAMETRIX SURESMILE, sistema de posicionamento de braquetes onde se escaneia a boca do paciente e junto a outros dados diagnósticos, essa imagem é enviada eletronicamente ao escritório da empresa, que processa digitalmente um *set up* do modelo e adapta os braquetes de qualquer prescrição aos acidentes anatômicos dos dentes. Junto às peças e à moldeira de transferência, acompanha o conjunto de arcos individualizados para o tratamento. Os autores afirmam também que, como todas as cinco técnicas descritas vão originar moldeiras de transferência para que os braquetes sejam transportados do modelo para a boca o mais precisamente possível, o sistema de colagem a se utilizado é o indireto. Indicando como adesivo adequado para esta colagem o Sistema Sondhi, comercializado pela 3M.

Ao estudar as formas e dimensões linguais das arcadas dentárias de indivíduos brasileiros com oclusão normal, MYIAHIRA⁵⁰, em 2007, utilizou 47 pares de modelos de gesso de oclusão normal digitalizados pela face oclusal, previamente desgastadas até o terço médio da coroa para proporcionar melhor visualização. Por meio do programa CorelDraw 12 foram determinados pontos de referências e criados alguns pontos virtuais necessários para a realização das medidas. Os resultados determinaram três formas das arcadas dentárias linguais: cogumelo, árvore de Natal e mista. A maior prevalência foi a da forma de árvore de natal, mas

quando analisadas separadamente as arcadas dentárias linguais, encontrou-se no superior, maior prevalência da forma de cogumelo e no inferior da forma árvore de natal. Conseqüentemente, esta foi a combinação mais prevalente entre as arcadas dentárias linguais superiores e inferiores. Comparando-se as diferenças das faces palatais da arcada superior, a maior diferença ocorreu entre o canino e o primeiro pré-molar. Foram também propostos diagramas para conformação de arcos ortodônticos linguais com base nos valores obtidos da amostra, determinando-se o quartil 1, mediana e quartil 3, como definidores dos tamanhos pequeno, médio e grande.

Em uma revisão da literatura sobre ortodontia lingual, MONINI et al.⁴⁷, em 2008, observaram que as forças intrusivas aplicadas tendem a intruir os incisivos com menos inclinação vestibular que na técnica convencional; a intensidade da força produzida pelo aparelho lingual é maior que na técnica convencional, considerando-se fios semelhantes; a retração tende a girar os molares no sentido mesiovestibular e expandir o arco na área de pré-molares; é praticamente indispensável a colagem indireta com compensações em resina na base dos braquetes; a técnica exige mais conhecimento sobre questões biomecânicas e habilidade do ortodontista; há uma maior tendência de abertura da oclusão posterior; e o controle de ancoragem é mais difícil de ser conseguido.

3. PROPOSIÇÃO

3. PROPOSIÇÃO

Os objetivos deste estudo são:

- 3.1 Comparar a resistência da colagem indireta *in vitro* sob cisalhamento de braquetes linguais, cinco minutos após a colagem em dentes pré-molares humanos com três diferentes espessuras de adesivos;
- 3.2 Avaliar o local da fratura do adesivo;
- 3.3 Verificar se ocorrem fraturas do esmalte dentário;
- 3.4 Avaliar o índice de adesivo remanescente nos dentes e braquetes após a descolagem.

4. MATERIAL E MÉTODO

4. MATERIAL E MÉTODO

4.1 Material

4.1.1 Amostra

P

Foram utilizados 46 dentes pré-molares superiores humanos extraídos com finalidade ortodôntica ou periodontal, após autorização do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Metodista de São Paulo, processo n° 175925 (Anexo 1). Todos os pacientes doadores foram devidamente informados sobre a realização da pesquisa e seu responsável assinou um termo de consentimento livre esclarecido (Anexo 2).

4.2 Método

4.2.1 Preparo dos dentes

Os cirurgiões-dentistas foram orientados para lavar em água corrente os dentes extraídos e remover o sangue e sujidades antes de armazená-los em solução aquosa de cloramina T a 0,5% e mantê-los à temperatura ambiente pelo prazo máximo de uma semana⁴⁹. Decorrido este período os tecidos periodontais foram removidos e os dentes submetidos à abundante enxágüe com água destilada, transferidos para um frasco com água destilada à temperatura ambiente e mantidos submersos até a realização dos testes. A cada sete dias foi realizada a troca da água para que não ocorresse a sua deterioração, e o período de tempo total para a coleta dos dentes foi de quatro meses, com média de dois meses, adequados à manutenção da sua integridade tal qual sugerido pela norma ISO TS 11.405³⁰.

Os dentes foram examinados visualmente e excluídos os que apresentavam fraturas, restaurações extensas, lesões de cárie, deformações ou trincas²⁷. Removeu-se quase a totalidade da porção radicular e a totalidade dos tecidos pulpares (figura 4.1). Deste modo foi possível a posterior adaptação das coroas em cilindros de PVC com dimensões de 25 mm de diâmetro por 30 mm de comprimento.

Obtidos todos os dentes e feitos os preparos, os cilindros de PVC foram colocados em cima de uma placa de vidro. Preparou-se resina acrílica

autopolimerizável num pote tipo PALADON (figura 4.2), colocando-se quantidade suficiente para preencher o fundo do cilindro, ultrapassando a metade de seu comprimento para formar uma base sólida.



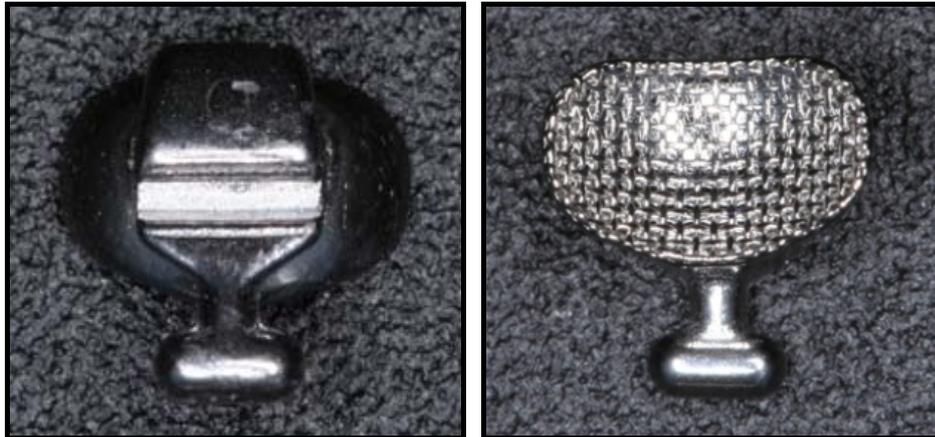
FIGURA 4.1 - Preparo do dente para confecção do corpo-de-prova.



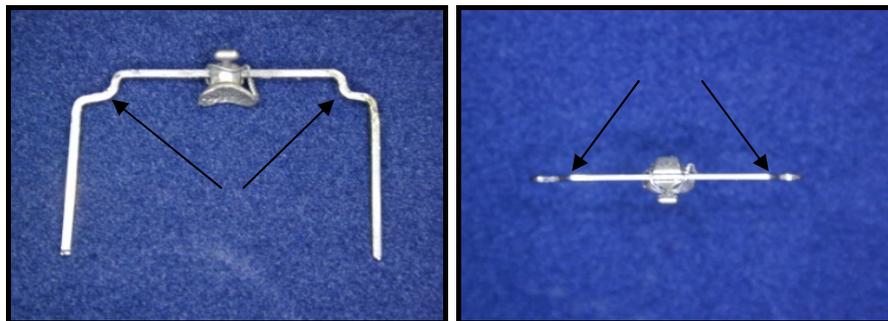
FIGURA 4.2 - Pote PALADON.

Um braquete metálico modelo Gen 7 (ORMCO CORPORATION, CA., USA), para pré-molares (ref. 367-5044 / universal) com *slot* 0,018" x 0,030, com 0° de torque e 0° de angulação, provido de retenção mecânica na base do tipo malha (figuras 4.3 e 4.4) foi preso por meio de um fio de amarrilho metálico a um dispositivo posicionador com duas dobras verticais simétricas (figura 4.5) para manter a base do braquete paralela e ligeiramente acima das margens do cilindro e permitir sua descolagem na máquina de ensaios. O dispositivo foi confeccionado com fio de aço 0.0175" x 0.025", (TP Orthodontics, USA) (figura 4.6), livre de qualquer torção no segmento de fixação do braquete (figura 4.7), para posicionar e fixar o dente no dispositivo e montá-lo no centro do cilindro de PVC⁴². Este com dois sulcos longitudinais bilaterais e simetricamente opostos com largura de 0,018" e profundidade de 0,03" para servir de guia de inserção e manutenção do paralelismo

da face lingual às margens do cilindro (figura 4.8). Os cilindros com medidas de 25,0 mm X 30,0 mm foram produzidos a partir de um tubo de PVC de 3,0 m de comprimento em um torno mecânico para se obter paralelismo e lisura, tanto das margens perpendiculares ao longo eixo quanto dos sulcos laterais longitudinais.



FIGURAS 4.3 e 4.4 - Braquete, vista superior e base de colagem.



FIGURAS 4.5 e 4.6 - Braquete fixado no dispositivo posicionador com dobras verticais (assinaladas por setas), vista gengival e superior.



FIGURA 4.7 - Segmento de fixação do braquete com 0° de angulação.

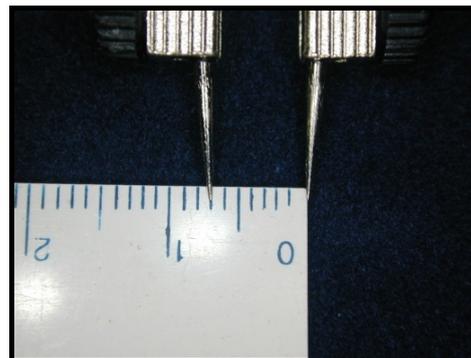
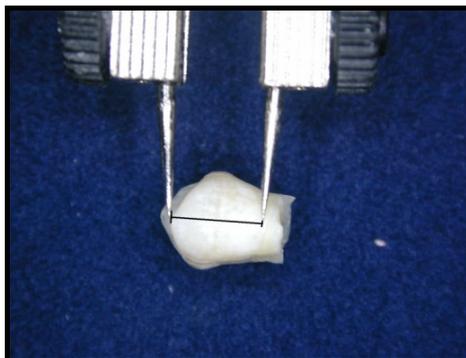


FIGURA 4.8 – Sulcos guias bilaterais no cilindro.

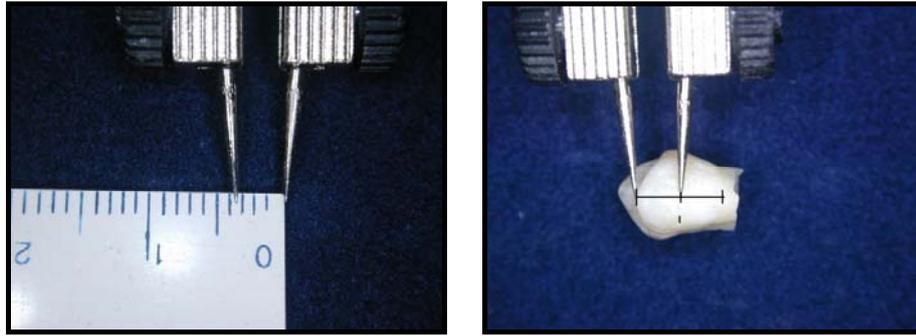
Após a delimitação do limite gengival da face palatal do dente com caneta de 0,05 mm (figura 4.9), registrou-se a altura total da face palatal até a ponta de cúspide (limite incisal) com o auxílio de um compasso de ponta seca com parafuso delimitador entre as hastes (figura 4.10) e transferiu-se esta medida para uma escala (figura 4.11). Obtida a metade desta altura (figura 4.12), procedeu-se ao registro na mesial e na distal da face palatal para demarcar o local de fixação do braquete³⁸ (figura 4.13).



FIGURA 4.9 - Determinação do limite gengival da face palatal.



FIGURAS 4.10 e 4.11 – Registro e medição da altura da face palatal.

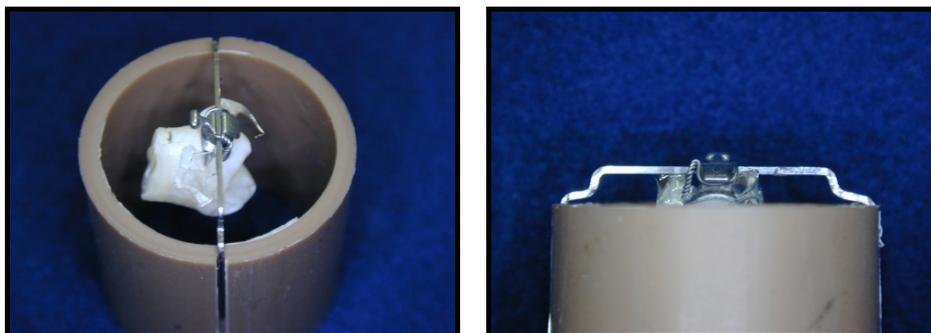


FIGURAS 4.12 e 4.13 - Obtenção da metade da altura da face palatal e registro das referências para colagem.

O dente foi preso ao posicionador com o auxílio de dois pontos de fixação de polímero de etileno-vinil acetato termoplástico (cola quente)²³ aplicados por meio de uma pistola de aquecimento (figura 4.14), de maneira que a maior parte da superfície da base do braquete se mantivesse em contato com a superfície palatal do dente. O conjunto montado foi então adaptado ao anel de PVC para inclusão do dente em resina acrílica e finalização da montagem do corpo-de-prova (figuras 4.15, 4.16 e 4.17).

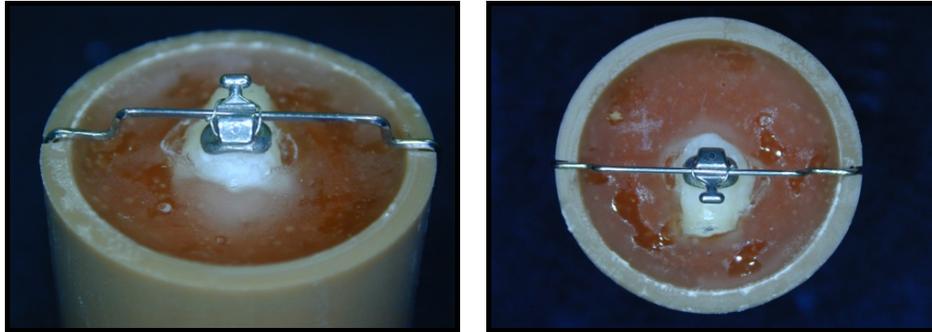


FIGURAS 4.14 e 4.15 – Pistola para aquecimento do adesivo e braquete fixado no dente com “cola quente”.



FIGURAS 4.16 e 4.17 - Conjunto posicionado para inclusão, vista proximal e oclusal.

Obteve-se deste modo uma superfície de esmalte para colagem, paralela à margem do anel, a qual permitiu a aplicação de uma carga para descolagem, perpendicular à base do braquete (figuras 4.18 e 4.19).



FIGURAS 4.18 e 4.19 - Dente posicionado e incluído sem a cola de fixação (vistas incisal e superior).

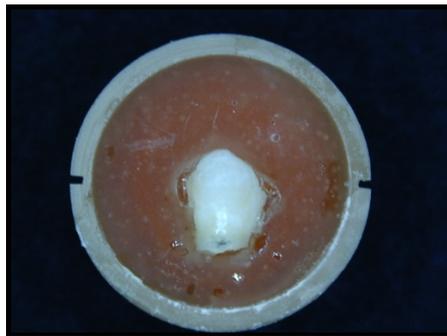


FIGURA 4.20 – Corpo-de-prova preparado para a colagem do braquete.

Após a presa da resina acrílica autopolimerizável no cilindro, a cola de fixação e o posicionador foram retirados do dente. Depois de prontos os corpos-de-prova foram novamente conservados submersos em água destilada à temperatura ambiente até a colagem dos braquetes e a realização dos testes (figura 4.20).

4.2.2 Formação dos grupos e confecção dos modelos de trabalho para colagem indireta

Obtidos os corpos-de-prova, estes foram divididos randomicamente⁴⁹ em dois grupos de 15 e um de dezesseis dentes, denominados respectivamente de Grupo I (numerados de 1 a 15), Grupo II (numerados de 16 a 30) e Grupo III (numerados de 31 a 46). Realizou-se a confecção dos modelos de trabalho, por meio de moldagens

individuais em alginato tipo II (presa normal) na proporção água/pó de 1:1. Feita a moldagem, e posicionado um anel de PVC (figura 4.21), seguiu-se ao preenchimento do molde com gesso-pedra na proporção água/pó de 100 g de pó para 30 ml de água, e vazados com o auxílio de um vibrador de gesso para a eliminação de bolhas de ar. Após o desencaixe, os modelos foram numerados de acordo com os respectivos corpos-de-prova e aguardou-se um período de 24 a 48 horas para que as superfícies de trabalho fossem isoladas (figura 4.22) com um selante (CEL-LAC – SS WHITE, BRASIL) para permitir a separação dos PADs após a confecção e posterior colagem definitiva nos corpos-de-prova⁷¹ com duas camadas de selante⁸⁰. Este período de 48 horas foi necessário à confecção de todos os modelos de transferência.



FIGURA 4.21 – Anel de PVC inserido no molde.



FIGURA 4.22 - Isolamento do modelo de trabalho.

4.2.3 Confecção dos PADs

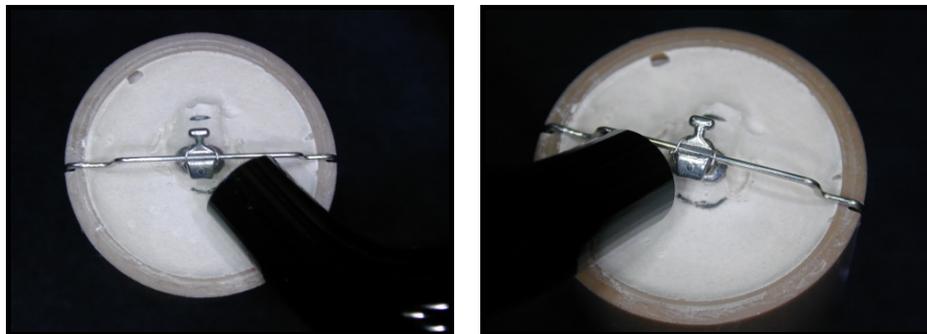
O dispositivo posicionador, com a resina na base do braquete, foi adaptado no modelo do mesmo modo que no corpo-de-prova para se obter a espessura desejada do PAD. O espaço entre o braquete e o dente foi preenchido em sua

totalidade com a resina fotopolimerizável Transbond XT (3M-UNITEK, EUA - figura 4.23).



Fig. 4.23 - Resina Transbond XT (3M – Unitek).

Após a montagem do dispositivo posicionador no modelo de transferência e obtidas às alturas desejadas dos PADs (menor espessura possível, 1,0 mm e 2,0 mm) a resina foi fotopolimerizada por 10 segundos na mesial (figura 4.24) e na distal (figura 4.25) do braquete. Seguida de uma polimerização final após a separação do modelo de transferência por mais 20 segundos, perfazendo um total de 40 segundos (figura 4.26) ⁷¹.

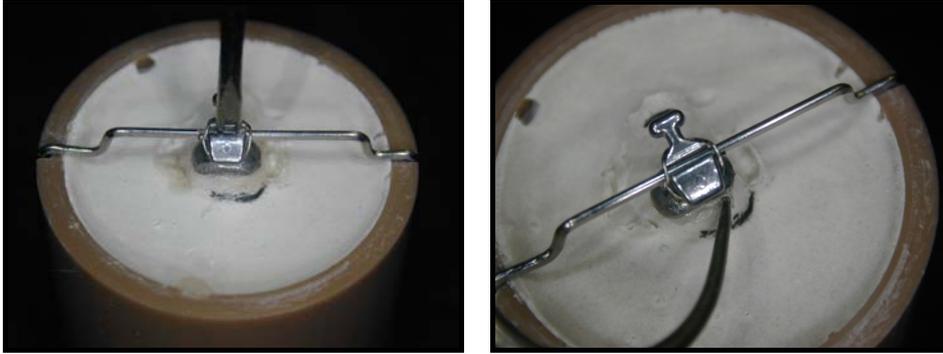


FIGURAS 4.24 e 4.25 - Fotopolimerização por mesial e distal.



FIGURAS 4.26 - Fotopolimerização adicional do PAD.

Para se obter um PAD com a menor espessura possível (figura 4.29), o dispositivo posicionador do braquete foi comprimido digitalmente contra a superfície do modelo, seguido da remoção dos excessos de adesivo (figura 4.27) das margens do braquete com sonda exploradora n° 5 (figura 4.28) e fotopolimerização.

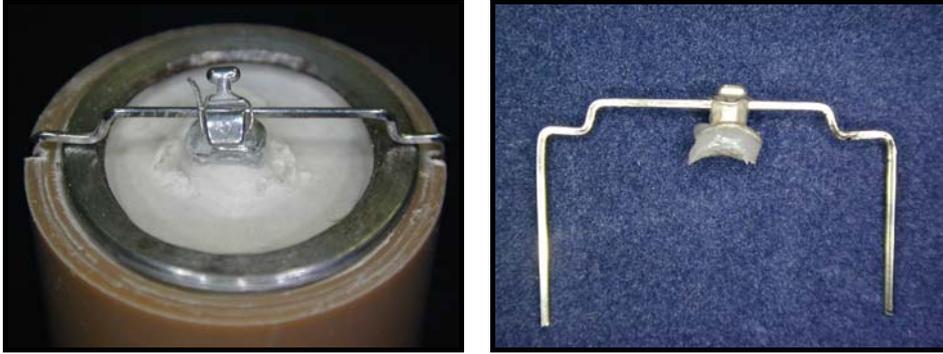


FIGURAS 4.27 e 4.28 - Compressão do braquete e remoção dos excessos de resina.



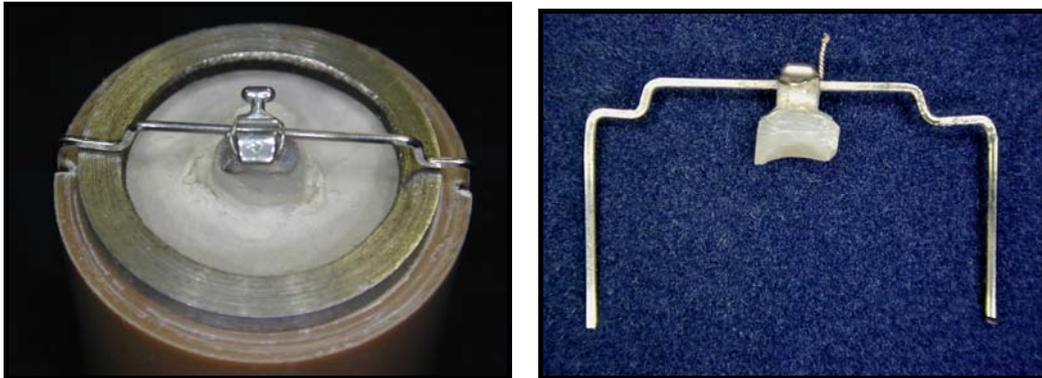
FIGURA 4.29 - PAD com a menor espessura.

Colocou-se um anel espaçador metálico de 1,0 mm (figura 4.30) entre o dispositivo posicionador do braquete e a margem do cilindro de PVC, para se obter um PAD com 1,0 mm (figura 4.31), seguido da compressão do conjunto espaçador/cilindro de PVC contra o posicionador e fotopolimerização.



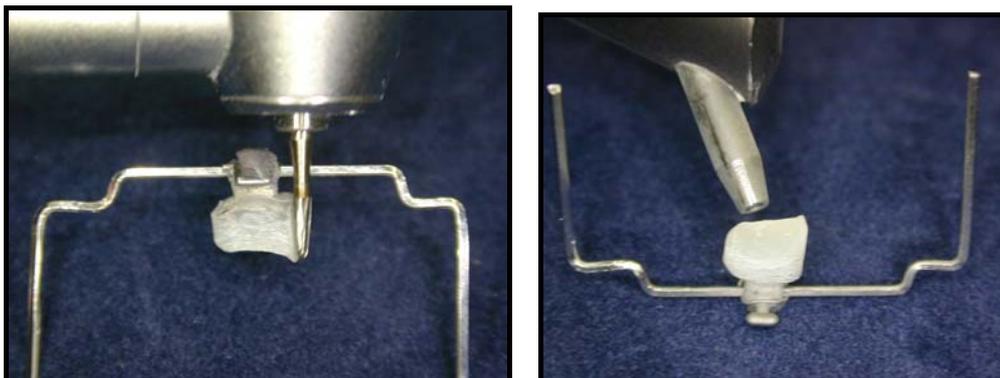
FIGURAS 4.30 e 4.31 - Espaçador posicionado e PAD de 1,0 mm.

Outro anel espaçador metálico com espessura de 2,0 mm (figura 4.32) foi utilizado para se obter um PAD com 2,0mm (figura 4.33), seguido da compressão do conjunto espaçador/cilindro de PVC contra o posicionador e fotopolimerização.



FIGURAS 4.32 e 4.33 - Espaçador posicionado e PAD de 2,0 mm.

Os excessos de resina dos PADs com 1,0 e 2,0 mm foram removidos após a polimerização final com uma broca carbide tronco-cônica multilaminada para alta rotação (TP ORTHDONTICS, USA. Ref. 100-121) (figura 4.34), e as superfícies de colagem com área correspondente à base do braquete, limpas com jato de óxido de alumínio com partículas de $50\ \mu\text{m}^{71}$ (figura 4.35).



FIGURAS 4.34 e 4.35 - Remoção dos excessos de resina e limpeza do PAD com óxido de alumínio.

Confeccionados os PADs, estes foram identificados e estocados em uma caixa plástica hermeticamente fechada. O tempo total desde a sua confecção até a colagem final foi de 12 horas, com variação de uma hora.

4.2.3.1 Fotopolimerizador

Utilizou-se um aparelho LED (Diodo Emissor de Luz) fotopolimerizador (figura 4.36) modelo A1 Demetron (Kerr - Sybron Dental Specialties Inc., USA) com ponteira de 8,0 mm de diâmetro para a fotopolimerização da resina Transbond XT cuja amplitude de luz produzida varia de 450 a 470 nm de acordo com o fabricante, o qual estava conectado a uma fonte reguladora de voltagem Personal Dual (Televolt SA, Brasil) para fornecer energia constante¹².



FIGURA 4.36 - Fotopolimerizador Demetron A1.

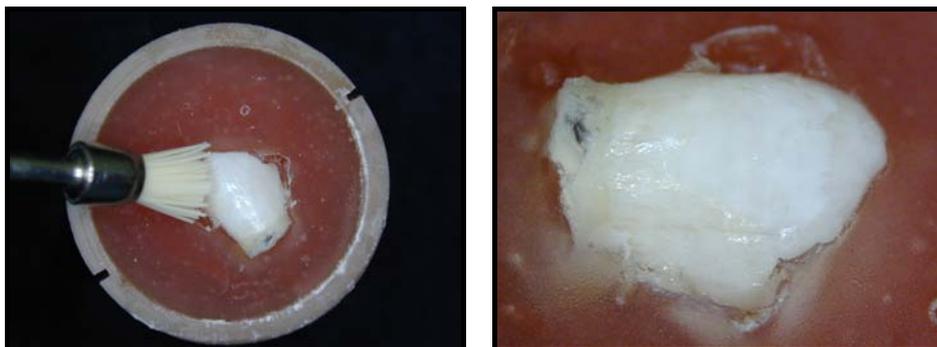
A potência do fotopolimerizador foi aferida em 825 mW/cm^2 antes da confecção dos PADs com um radiômetro digital (figura 4.37) para LEDs (cód. 5600028 - SDI Dental Industries – Austrália) utilizando-se uma proteção de borracha escura para vedar o espaço remanescente entre a ponta do fotopolimerizador e o sensor do radiômetro. Evitando deste modo qualquer interferência externa na medição.



FIGURA 4.37 - Aferição do fotopolimerizador com radiômetro.

4.2.4 Profilaxia e condicionamento ácido do esmalte

A profilaxia foi realizada de acordo com a técnica descrita por SCANAVINI⁶⁴ aplicando no dente o branco de Espanha e água com pincel de cerdas retas e macias, tipo unitufo, num motor de baixa rotação, durante 10 segundos, com um movimento de escovação no sentido cérvico-oclusal (figura 4.38). Em seguida lavou-se com atomizador de ar-água até a remoção total da pasta. Após, o dente foi seco com jato de ar e realizado condicionamento ácido, utilizando ácido fosfórico gel a 37%, por 15 segundos, seguido de lavagem por 15 segundos com jato de água e por mais 30 segundos com spray de ar-água, e aplicação de jatos de ar até a completa secagem (figura 4.39). Obtidas as superfícies condicionadas, os corpos-de-prova foram armazenados submersos em água destilada à temperatura ambiente até a realização da colagem, quando foram novamente secos com ar isento de água e óleo e mantidas as características de esmalte condicionado.



FIGURAS 4.38 e 4.39 - Profilaxia e esmalte após condicionamento.

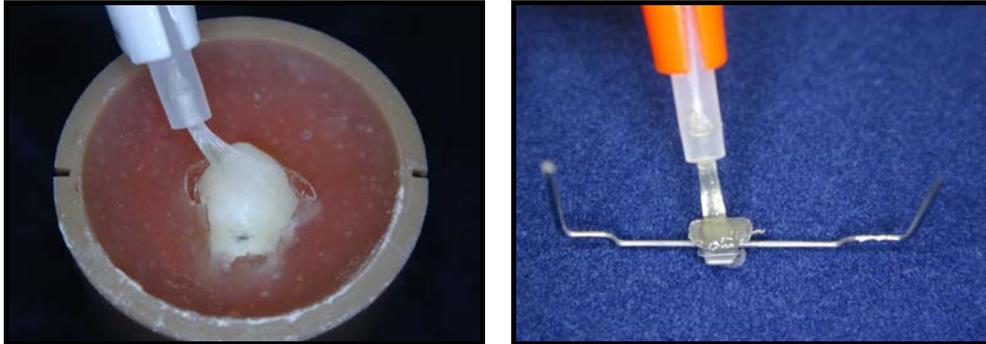
4.2.5 Colagem indireta

Utilizou-se o Sondhi Rapid Set (3M-UNITEK, CALIFORNIA, USA), para a colagem indireta dos braquetes aos dentes (figura 4.40). Este sistema adesivo foi originalmente desenvolvido para a colagem indireta por vestibular, sendo compatível com o Transbond XT. Este adesivo apresenta um tempo de polimerização inicial de 30 segundos, e final de dois minutos, para a remoção da moldeira de transferência quando *in vivo*. Utilizados neste estudo *in vitro*, para acesso às margens dos braquetes e a limpeza do excesso de adesivo antes que ocorresse a polimerização completa^{71,72}.



FIGURA 4.40 - Sistema adesivo Sondhi Rapid Set.

Para iniciar a reação de polimerização deste adesivo, foi necessária a mistura da resina líquida A aplicada no dente (figura 4.41), à resina líquida B aplicada na base do braquete (figura 4.42), por meio da pressão digital do conjunto posicionador contra a superfície do esmalte. Isto causa a segmentação do agente ativador (peróxido de benzoíla)¹³ por uma amina aromática terciária em radicais livres, formando as cadeias poliméricas, promovendo a colagem⁷¹ (figura 4.43).



FIGURAS 4.41 e 4.42 - Aplicação das resinas A e B respectivamente.

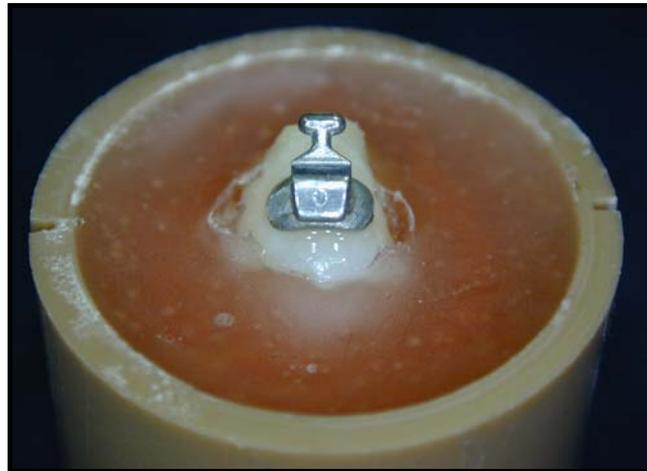


FIGURA 4.43 - Braquete colado no esmalte.

4.2.6 Colagem dos Grupos I, II e III

No Grupo I, após a aplicação da resina A no dente, e B no braquete com a menor espessura de resina possível, o dispositivo posicionador/braquete foi comprimido contra a superfície do esmalte por 30 segundos para então serem removidos os excessos do adesivo. Dois minutos após, removeu-se o dispositivo posicionador (figura 4.44), obtendo-se deste modo os corpos-de-prova numerados de 1 a 15.

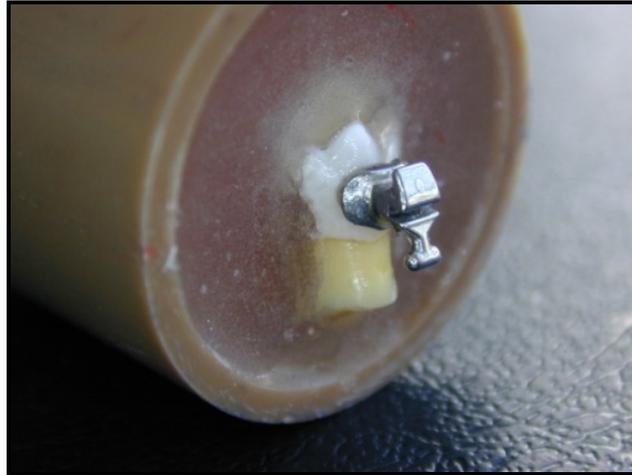


FIGURA 4.44 – Corpo-de-prova do Grupo I.

Nos Grupos II (16 a 30) e III (31 a 46) foram colados os braquetes com os PADs de 1,0 mm (figura 4.45) e 2,0 mm (figura 4.46) respectivamente, de igual modo ao Grupo I.

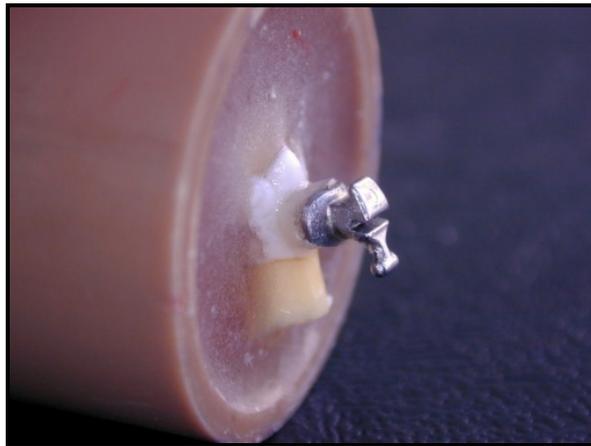


FIGURA. 4.45 – Corpo-de-prova do Grupo II.



FIGURA 4.46 – Corpo-de-prova do Grupo III.

4.2.7 Ensaio mecânicos

Cinco minutos após a colagem, cada corpo-de-prova era montado no dispositivo de fixação da máquina de ensaios mecânicos Kratos – K5002MP (Kratos Equip. Ind. Ltda – Brasil, figura 4.47) do laboratório de ensaios mecânicos da Sociedade Educacional Santa Catarina (SOCIESC) em Joinville – S.C., para os testes de resistência da colagem sob cisalhamento, de tal modo que as bases dos braquetes ficassem perpendiculares à força de aplicação (figura 4.48), com uma velocidade de cruzeta de 1,0 mm/min³⁰ e módulo de carga de 200 Newtons (N). A força de cisalhamento foi aplicada na base do braquete até a descolagem, na interface braquete-adesivo e a tensão em Newtons fornecidas pelo computador acoplado à máquina foi tabulada por meio do programa Microsoft Office Excel[®] 2007 (Microsoft Brasil), para todos os corpos-de-prova.



FIGURA 4.47 - Máquina de ensaios mecânicos Kratos.

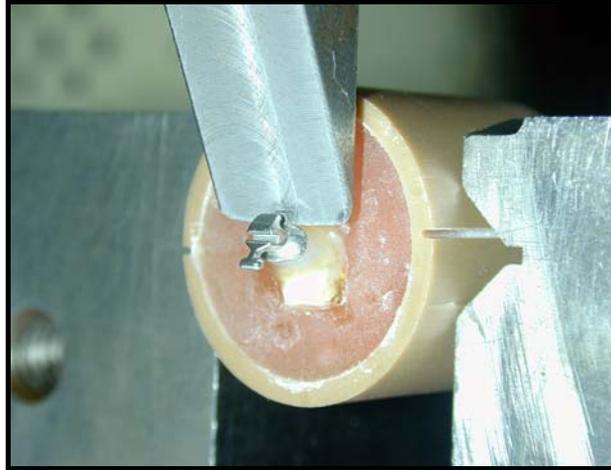


FIGURA 4.48 - Aplicação da carga de cisalhamento.

4.2.8 Índice de adesivo remanescente (IAR)

Realizadas as descolagens dos braquetes, o esmalte dos dentes e as bases dos braquetes foram examinados para se verificar os locais de fratura do adesivo e a integridade do esmalte por meio de um estereomicroscópio Olympus SZ40 (Olimpus Corporation - Japão), registrados por uma câmara fotográfica Evolution Color LC (Media Cybernetics Inc., EUA, figura 4.49) com capacidade de ampliação de 24 vezes do tamanho real e salvos em formato JPEG com tamanho de 1.280 X 1.024 pixels e resolução de 300 dpi por meio do programa Image Pro Plus (Media Cybernetics, EUA). Para calcular o índice de adesivo remanescente⁵, foi utilizada a seguinte classificação:

- índice 0 - nenhum sinal de adesivo presente no dente;
- índice 1 - menos da metade de adesivo presente no dente;
- índice 2 - mais da metade de adesivo presente no dente;
- índice 3 - todo adesivo no dente.



FIGURA 4.49 – Estereomicroscópio com câmera fotográfica digital acoplada.

4.2.9 Análise estatística

Após os testes de resistência de união sob cisalhamento, foi utilizada a Análise de Variância (ANOVA) a um critério fixo, para analisar se haviam diferenças estatisticamente significantes entre as forças de resistência dos três grupos. Havendo diferenças, realizou-se o teste de Tukey para se diferenciar estatisticamente os grupos referentes. Para comparação dos escores de IAR entre os três grupos foi utilizado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis. Para as comparações múltiplas entre os grupos foi utilizado o teste de Dunn. Em todos os testes estatísticos foi adotado nível de significância de 5% ($p < 0,05$). Todos os procedimentos estatísticos foram executados no programa Statistica for Windows® versão 5.1 (StatSoft Inc., Tulsa, USA).

5. RESULTADOS

5. RESULTADOS

Realizados os testes de cisalhamento, foi calculada a média das resistências de união da colagem sob cisalhamento para cada grupo, as diferenças estatísticas encontradas, os locais das fraturas dos adesivos, assim como, o IAR nos braquetes são demonstrados nas figuras e tabelas a seguir.

5.1 Resistência da colagem sob cisalhamento

A resistência de união da colagem sob cisalhamento em megapascal ($1 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ MPa}$) foi obtida por meio da fórmula na qual divide-se a tensão de cisalhamento em Newtons pela área da base dos braquetes, ($12,387\text{mm}^2$, fornecida pelo fabricante), nos 46 corpos-de-prova dos três grupos. Os valores registrados na máquina de ensaios foram tabulados no programa Microsoft Office Excel[®] 2007 (Microsoft Brasil), transformados em tensão e expressos em MPa e submetidos à análise estatística.

O valor mínimo, o máximo, a média e o desvio padrão da resistência de união sob cisalhamento dos Grupos I, II e III são apresentados na Tabela 1 e figura 5.1.

Tabela 1 - Mínima, máxima, média e desvio padrão da resistência de união sob cisalhamento em MPa por grupo.

Grupo	N	Mínima	Máxima	Média	DP
I	15	3,56	15,43	9,69	4,02
II	15	4,03	13,42	6,15	2,69
III	16	2,1	7,76	5,73	1,62

O Grupo I apresentou a maior média da resistência de união da colagem sob cisalhamento, e o Grupo III a menor média.

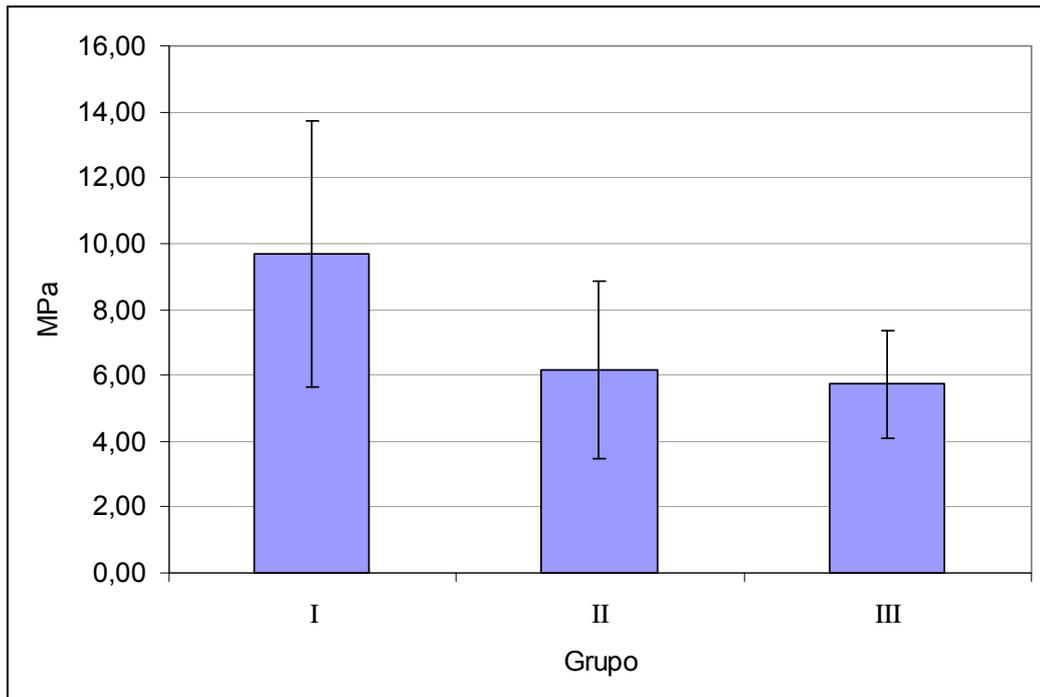


FIGURA 5.1 – Média e desvio padrão da resistência da união sob cisalhamento (MPa) dos três grupos estudados.

Realizou-se a análise de variância (ANOVA) para verificar diferenças estatísticas entre os grupos avaliados. Os dados encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2 – Análise de variância para a comparação entre os três grupos estudados.

GL	QM	GL	QM	F	p
efeito	efeito	erro	erro		
2	71,8758	43	8,5265	8,4297	0,0008 *

* - diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$)

GL – grau de liberdade

QM – média dos quadrados

F – teste F

p – probabilidade de significância

Encontradas diferenças significativas entre os grupos por meio da análise de variância, realizou-se o teste Tukey (Tabela 3).

Tabela 3 - Teste de Tukey para as comparações múltiplas da resistência sob cisalhamento entre os três grupos

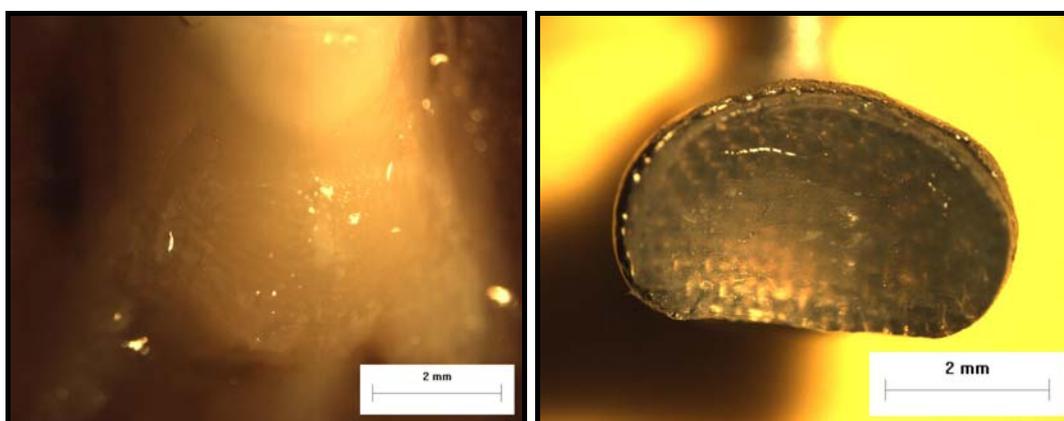
Comparação	p
I x II	0,005 *
I x III	0,002 *
II x III	0,918 ns

* - diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$)
 ns - diferença estatisticamente não significante

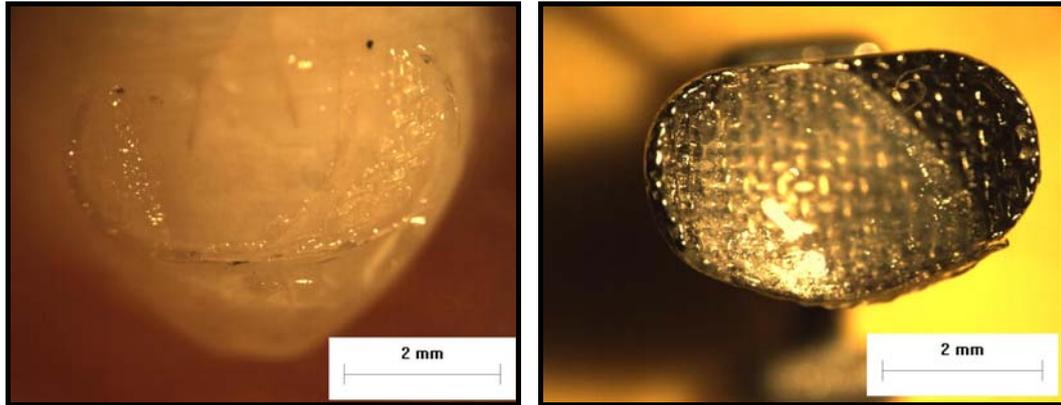
O Grupo I difere estatisticamente dos Grupos II e III, entretanto não há diferenças estatisticamente significativas entre os Grupos II e III ao nível de $p < 0,05$.

5.2 Índice de adesivo remanescente (IAR)

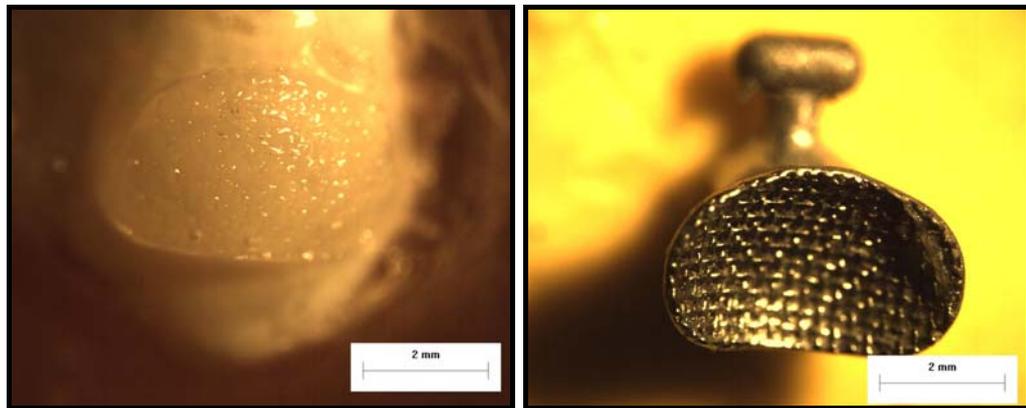
Foram calculados os remanescentes de adesivos no esmalte em todos os corpos-de-prova, tendo sido utilizados os índices 0 (figuras 5.2 e 5.3), 1 (figuras 5.4 e 5.5), 2 (figuras 5.6 e 5.7) e 3 (figuras 5.8 e 5.9) de acordo com a quantidade de remanescente de adesivo em cada superfície de colagem. Ocorreu uma fratura de esmalte em apenas um dos corpos-de-prova, no Grupo II (figuras 5.10 e 5.11). Os índices registrados e a distribuição dos escores foram tabulados no programa Microsoft Office Excel[®] 2007 (Microsoft Brasil).



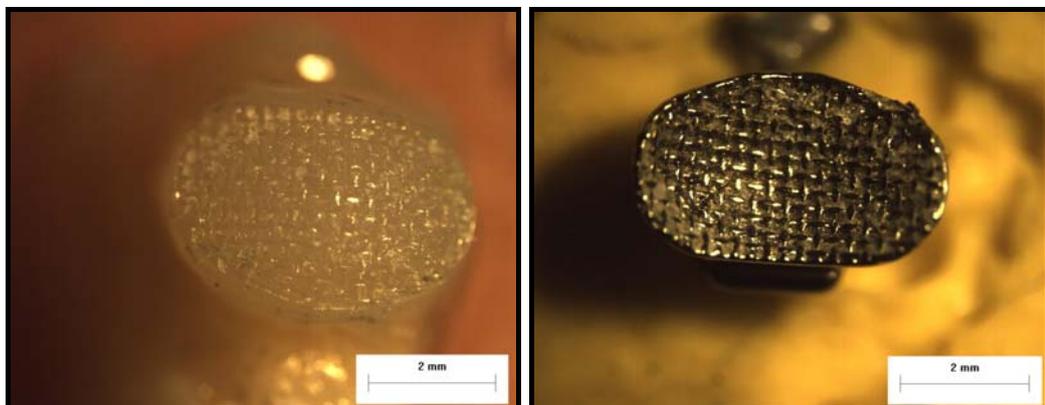
FIGURAS 5.2 e 5.3 - Índice zero de adesivo remanescente e o braquete correspondente.



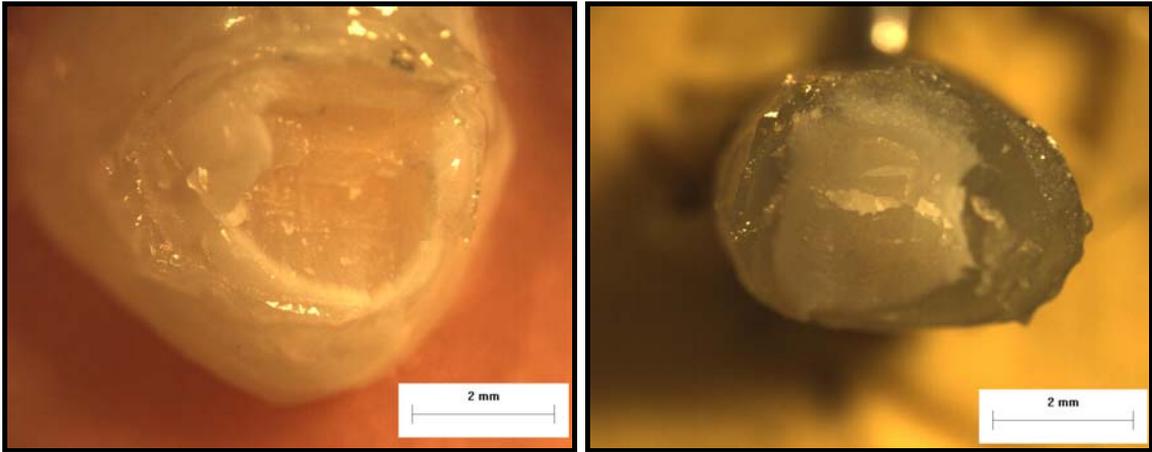
FIGURAS 5.4 e 5.5 - Índice 1 de adesivo remanescente e o braquete correspondente.



FIGURAS 5.6 e 5.7 - Índice 2 de adesivo remanescente e o braquete correspondente.



FIGURAS 5.8 e 5.9 - Índice 3 de adesivo remanescente e o braquete correspondente.



FIGURAS 5.10 e 5.11 - Fratura do esmalte e o respectivo braquete.

Tabela 4 – Distribuição dos escores de IAR nos três grupos estudados.

Grupo		Escore				Total
		0	1	2	3	
I	n	3	10	2	-	15
	%	20,00	66,67	13,33	-	100,00
II	n	1	10	4	-	15
	%	6,67	66,67	26,67	-	100,00
III	n	-	6	9	1	16
	%	-	37,5	56,25	6,25	100,00

O teste de Kruskal-Wallis para comparação dos escores de IAR entre os três grupos mostrou haver diferença estatisticamente significativa ($H = 10,47$; $p = 0,005$).

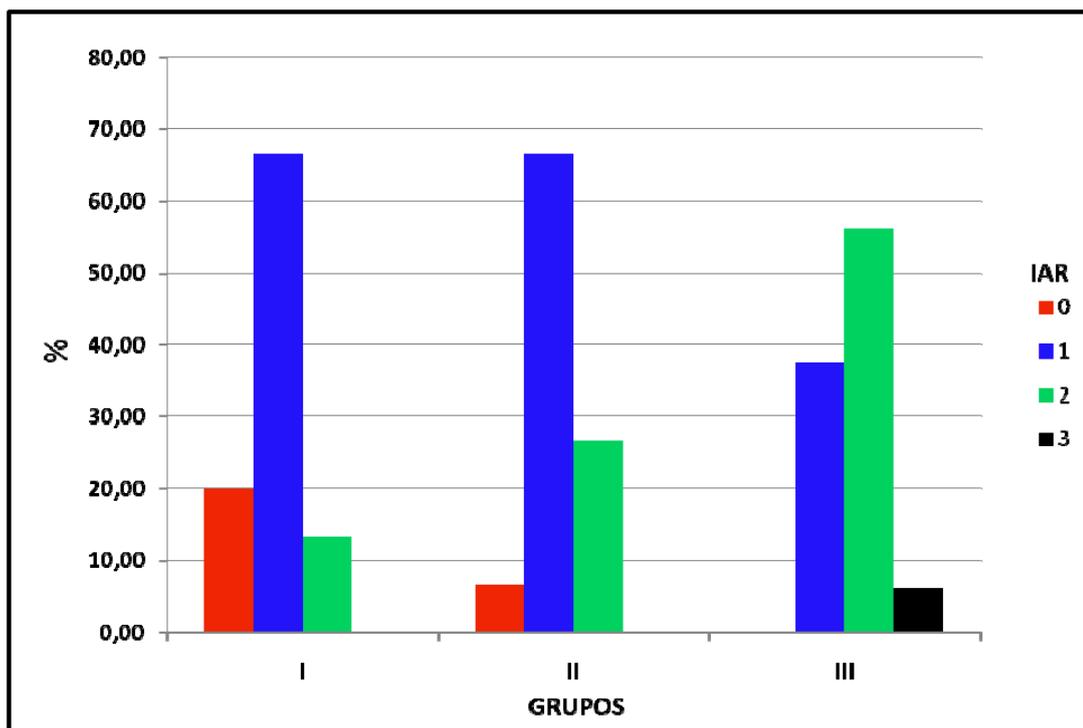


FIGURA 5.7 - Distribuição dos escores de IAR nos três grupos estudados.

Tabela 5 – Teste de Dunn para as comparações múltiplas do IAR entre os três grupos.

Comparação	p
I x II	> 0,05 ns
I x III	< 0,05 *
II x III	> 0,05 ns

* - diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$)
 ns - diferença estatisticamente não significativa

O índice 1 de Adesivo Remanescente predominou nos Grupos I e II, caracterizando um maior número de fraturas do tipo adesiva (nas interfaces de colagem). No Grupo 3 predominou o Índice 2, com fraturas do tipo coesiva (no adesivo).

6. DISCUSSÃO

6. DISCUSSÃO

6.1 Aspectos metodológicos

A introdução da técnica de tratamento ortodôntico lingual²² ampliou as áreas de aplicação da colagem indireta, estimulando o seu aperfeiçoamento^{23,70} tanto por meio das pesquisas realizadas com os materiais de moldagem que apresentam melhor estabilidade dimensional e reprodutibilidade melhoradas²⁸ quanto pela introdução de novas formulações de adesivos ortodônticos³⁵. Os braquetes e acessórios ortodônticos colados e submetidos ao estresse do sistema de forças para movimentação dos dentes, acrescido pela pressão dos movimentos mastigatórios³⁴, estão também sujeitos às características extremamente desfavoráveis do meio bucal a sua longevidade^{45,57}. A estabilidade destas colagens durante o período de tratamento⁵⁶ é uma das metas desejadas quando da seleção do material adesivo e da respectiva técnica de colagem⁶⁸. O período de tempo necessário à correção de colagens inadequadas na Ortodontia lingual podem acarretar um peso econômico significativo, e geram um aumento do estresse do paciente e do profissional⁷⁰, principalmente devido à maior dificuldade da colagem indireta lingual em relação à colagem indireta vestibular².

Os dispositivos mecânicos à disposição do Ortodontista para o correto posicionamento dos acessórios ortodônticos utilizados na técnica lingual permitem a utilização de arcos que contornam as faces linguais^{75,89}, ou de arcos retos^{39,67}. O primeiro modo de colagem, próximo às faces linguais, impõe a confecção de dobras de primeira ordem para compensar as diferenças de tamanho vestibulo-linguais e o uso de arcos com forma de cogumelo ou de árvore de natal⁵⁰. O segundo modo, utilizando um arco como plano de referência, permite a inserção de arcos sem estas dobras e mais simples de fazer⁹, entretanto, o uso de *templates* pré-fabricados tem maior custo final³⁹.

O *set up* de tratamento e a colagem indireta passam a ter um papel mais crítico no sucesso da técnica lingual⁶⁷. Inúmeros autores avaliaram vários aspectos relacionados à colagem indireta lingual^{15,37,71,72,77,80}, porém não foram encontrados na literatura estudos relacionados ao limite da espessura dos PADs, tampouco está estabelecido o tempo mínimo requerido para a aplicação de forças sobre os

acessórios colados *in vivo* por meio da técnica indireta com adesivos autopolimerizáveis^{71,72}. Para isto foram avaliados neste trabalho, braquetes linguais colados em pré-molares humanos recém extraídos com diferentes espessuras dos PADs. Foram confeccionados com a resina fotopolimerizável Transbond XT⁸⁴ nas espessuras de 1,0 mm e 2,0 mm e comparados com a menor espessura possível. Utilizou-se para a colagem indireta nas faces linguais o adesivo ortodôntico Sondhi Rapid Set, desenvolvido para esta técnica^{71,72}, testando-a após cinco minutos. Encontramos em nossa pesquisa, diferenças estatisticamente significantes entre a resistência da colagem sob cisalhamento das três espessuras avaliadas e dos índices de adesivos remanescentes (IAR).

A coleta dos dentes necessários à realização deste trabalho só pôde ser iniciada após a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Metodista de São Paulo, processo n° 175925 (Anexo 1). Os dentes extraídos foram lavados abundantemente em água corrente para a remoção de sangue e sujidades, e estocados por uma semana em uma solução aquosa de cloramina T a 0,5% de acordo com a norma ISO TS 11.405³⁰ para a desinfecção e eliminação do risco de infecção cruzada. Este desinfetante baseado em cloro inorgânico é ativo contra bactérias, vírus, fungos e esporos de acordo com MURRAY; HOBSON⁴⁹. Foi também utilizado por KLOCHE et al.³⁶ que avaliaram o efeito do tempo na colagem indireta, por SILTA; DUNN; PETERS⁶⁹ que avaliaram a influência da redução do tempo de exposição à luz de fotopolimerizadores na resistência da colagem sob cisalhamento em molares humanos e por FALTERMEIER et al²⁰ que verificaram a influência da proporção do material de carga nos adesivos ortodônticos. Decorrido o prazo de uma semana, foram removidos os tecidos periodontais, e os dentes, agora lavados abundantemente com água destilada e mantidos totalmente submersos em um frasco com água destilada para que a cloramina T não produzisse alterações histoquímicas na superfície do esmalte e influenciasse negativamente na resistência da colagem⁸¹.

A conservação dos dentes à temperatura ambiente foi escolhida devido à impossibilidade de uniformização da temperatura de estocagem nos diversos locais de coleta, e igualmente realizada por outros autores^{20,29,81}. O melhor método de conservação seria por meio da refrigeração a -20° C⁹¹, todavia a conservação em temperatura controlada foi desconsiderada por um bom número de autores^{10,27,49,54,69}. A hidratação dos dentes foi permanentemente controlada, tendo

sido estes removidos apenas pelo tempo necessário a cada etapa de confecção dos corpos-de-prova.

Os pré-molares superiores coletados foram examinados visualmente e excluídos os que apresentavam fraturas, restaurações extensas, lesões de cárie, deformações ou trincas²⁷. Estes dentes utilizados nas colagens foram selecionados dentre os obtidos para que não houvesse imperfeições macroscópicas presentes nas superfícies de colagem, tal qual a maioria dos autores têm realizado^{6,7,11,30,57,85,86}. Removeu-se quase a totalidade da porção radicular e a totalidade dos tecidos pulpare e adaptou-se as coroas aos cilindros de PVC^{14,73,77}.

Obtidos todos os dentes e feitos os preparos, os cilindros de PVC foram colocados em cima de uma placa de vidro. Preparou-se resina acrílica autopolimerizável num pote tipo PALADON, colocando-se quantidade suficiente para preencher o fundo do cilindro, ultrapassando a metade de seu comprimento para formar uma base sólida tal qual descrito por MACEDO⁴². Ocorrida a polimerização desta base de resina, foi possível realizar a inclusão dos dentes. Para isto, os dentes foram demarcados e os braquetes fixados, o conjunto braquete/dispositivo de posicionamento foi inserido nos sulcos guias e a resina acrílica inserida até o preenchimento do cilindro, sem recobrir a área de colagem.

As colagens foram realizadas no centro da face palatal no ponto L.A. determinado por KURZ; SWARTZ; ANDREIKO³⁸ como o local da colagem dos braquetes linguais, permitindo a padronização do substrato de colagem, com as mesmas características de emergência dos prismas de esmalte na face palatal. Os braquetes foram fixados lateralmente ao esmalte por meio de “cola quente”^{23,42}, removida após a montagem e polimerização total da resina acrílica dos corpos-de-prova. Esta cola de etileno-vinil acetato termoplástico tem a vantagem de ser dimensionalmente estável²³, podendo ser facilmente removida do braquete⁸⁸ e do dente.

Com a montagem dos braquetes em um dispositivo metálico foi possível o posicionamento da face palatal ligeiramente acima das margens do cilindro⁴². Isto permitiu o posicionamento da ponta do cinzel de aplicação de força (cruzeta) na base do braquete sem qualquer interferência. Serviram de referência espacial para os incrementos de 1,0 mm e de 2,0 mm dos PADs de resina, com a utilização de anéis metálicos com estas espessuras e interpostos entre as margens do cilindro e o suporte metálico. Tanto os braquetes *edgewise* quanto o seu segmento de fixação

foram mantidos isentos de torques para que o dispositivo de suporte dos braquetes produzido mantivesse o paralelismo da face palatal em relação às margens do cilindro. Para isto, foram feitos dois sulcos guias longitudinais paralelos e externos ao anel de PVC, proporcionando um posicionamento padronizado da face de colagem sem a incorporação de angulações, e permitindo a aplicação de uma força de cisalhamento, perpendicular à margem do braquete^{20,56,82}. Alterações angulares incorporadas a esta superfície aumentariam as forças de torção e de tração no momento da descolagem³⁴, alterando significativamente os resultados. Era esperado que o aumento da espessura da base dos braquetes tivesse como efeito, um aumento destes componentes de força e uma redução da resistência da colagem, porém, isto será abordado mais adiante.

A curvatura da base dos braquetes linguais é mais acentuada do que normalmente ocorre nos braquetes para a técnica vestibular devido à maior curvatura das faces linguais/palatais no sentido méso-distal. Isto proporciona melhor adaptação e forças de adesão maiores principalmente em pré-molares superiores¹⁵. Os braquetes utilizados, com área da base de 12,387 mm² proporcionaram neste estudo, uma boa adaptação na maioria dos dentes utilizados. Contudo, em algumas situações, as bases dos braquetes excediam o tamanho das coroas por serem estas pequenas, em outros, a curvatura da base era excessiva e não reproduzia a curvatura da face palatal devido ao tamanho maior da coroa. Estas diferenças ausentes nos braquetes linguais com fabricação personalizada⁸⁹ podem ter influenciado o resultado dos testes, já que nos casos de coroas pequenas ocorria um pequeno aumento da área de colagem e uma alteração da forma da interface de retenção tal qual sugerida por PRIETO et al.⁵⁸, produzindo um possível aumento das forças de adesão. Entretanto, MACCOL et al.⁴¹ relataram que variações nas áreas das bases dos braquetes entre 6,82 e 12,35 mm² não afetavam estatisticamente os resultados, mas este estudo foi realizado em superfícies planas. Nas coroas com tamanho maior, provavelmente, não houve alteração dos resultados pela manutenção da área de colagem.

Antes de se iniciar a confecção dos PADs, foi realizada a secagem dos modelos para proporcionar um aumento na sua resistência¹⁸. Também foi aplicado selante sobre a superfície de moldagem para permitir a remoção integral dos braquetes com os PADs sem que ocorressem fraturas na resina ou no gesso. Esta camada isolante aderiu-se às bases dos PADs, tendo sido necessária a limpeza da

superfície de colagem com jatos de óxido de alumínio, a qual era interrompida tão logo quanto a superfície se apresentasse uniformemente fosca e asperizada sem, no entanto, provocar um desgaste excessivo desta. Este procedimento recomendado por SONDHI^{71,72} além de remover qualquer resíduo, aumenta a superfície de colagem e melhora a retenção do adesivo de colagem indireta⁷⁷, entretanto, não foi observado por TORTAMANO et al.⁸⁰.

O dispositivo posicionador, com a resina na base do braquete, foi adaptado no modelo do mesmo modo que no corpo-de-prova para se obter a espessura desejada do PAD. O espaço entre o braquete e o dente foi preenchido em sua totalidade com a resina fotopolimerizável Transbond XT (3M-UNITEK, EUA). A reação de polimerização ocorreu com a ativação da canforoquinona por meio da luz azul, para um estado triplo, ocasionando uma interação reativa com uma amina terciária não aromática. O resultado imediato de um sistema iniciador é a formação de um radical livre, que é um composto muito reativo por apresentar um elétron sem par.

Após a montagem do dispositivo posicionador no modelo de transferência e obtidas às alturas desejadas dos PADs (menor espessura possível, 1,0 mm e 2,0 mm) a resina foi fotopolimerizada por 40 segundos conforme preconizado por WANG; MENG⁸⁴ para a resina Transbond. Este período de tempo excede em 100% o sugerido pelo fabricante para a fotopolimerização intra-oral. Diferentemente do esmalte dentário, o gesso-pedra não permite a passagem da luz irradiada por sua estrutura e isto poderia impedir a ativação da canforoquinona nos locais distantes das margens do braquete. Com isto restariam áreas não-polimerizadas, causando o enfraquecimento dos PADs¹⁹. O aumento do tempo de exposição à luz sugerido por SONDHI^{71,72} com a aplicação diretamente sobre a superfície de colagem garantiu, que todo o PAD fosse exposto à quantidade mínima de energia luminosa necessária.

Para obter um PAD com a menor espessura possível de adesivo, o dispositivo posicionador do braquete foi comprimido contra a superfície do modelo por meio de pressão digital^{71,72}, seguido da remoção dos excessos de adesivo das margens do braquete com sonda exploradora nº 5 e fotopolimerização. Interpôs-se um anel metálico de 1,0 mm entre as margens do anel de PVC para se obter os PADs de 1,0 mm, ou um anel de 2,0 mm para os PADs de 2,0 mm. A padronização da força de compressão foi realizada em testes de colagem direta por SPONCHIADO et al.⁷³ e

MACEDO⁴² por meio do uso de uma agulha de Gillmore, e para a colagem indireta por JOST-BRINKMANN; SCHIFFER; MIETHKE³³ para avaliar incrementos com décimos de milímetros de adesivo na base por meio de um posicionador. Contudo em ambos, o substrato de colagem fora previamente regularizado para se obter uma superfície plana e uniforme, diferente do realizado neste estudo.

Foi necessária a regularização das margens dos PADs de 1,0 e de 2,0 mm para se obter uma forma que correspondesse o mais precisamente a das bases dos braquetes. Entretanto, devido ao processo manual de fabricação e às irregularidades anatômicas dos dentes, houve certa variabilidade dos PADs intra-grupos e inter-grupos testados. Estas diferenças talvez fossem minimizadas com o uso de um molde pré-fabricado para reproduzir fielmente a base do braquete por meio da tecnologia da prototipagem computadorizada^{16,89}, mas ainda assim restaria a face de colagem lingual/ palatal com as suas irregularidades. Além de criar também duas novas interfaces de colagem, uma entre o PAD pré-fabricado e a base do braquete e outra entre o PAD e uma nova camada de adesivo Transbond XT para adaptação deste no esmalte do dente, introduzindo variáveis indesejadas. A estocagem dos braquetes com os PADs foi realizada em uma pequena caixa plástica hermeticamente fechada para minimizar a contaminação por umidade ou sujeira.

Utilizou-se um aparelho fotopolimerizador à LED modelo A1 Demetron (Kerr - Sybron Dental Specialties Inc., EUA) para a fotopolimerização da resina Transbond XT, conectado a uma fonte reguladora de voltagem Personal Dual (Televolt SA, Brasil) para fornecer energia constante. Já que variações de 10 V na corrente elétrica podem afetar a profundidade de polimerização em até 30%¹². Os LEDs convertem a energia elétrica diretamente em luz por eletroluminescência por meio de feixes de semicondutores, proporcionando um mínimo aquecimento. A composição do material utilizado como semicondutor é o que determina o comprimento de onda e a cor da luz emitida³¹. No caso dos LEDs azuis utilizados na fotopolimerização, os semicondutores consistem de nitreto de Índio e Gálio (InGaN)³¹ e são capazes de emitir um espectro de luz que situa-se 95% entre 400 a 500nm, correspondendo ao pico máximo de absorção pela canforoquinona (467nm)³¹, fotoiniciador presente no componente resinoso das resinas fotopolimerizáveis⁴⁶. A potência aferida em 825 mW/cm² do fotopolimerizador foi semelhante à utilizada por YAMAMOTO et al.⁹¹, e apresentava-se acima da potência

mínima de 300 mW/cm² sugerida por FAN et al.²¹ para polimerizar espessuras de até 1,5 mm.

Precedendo à colagem indireta dos braquetes, em todos os grupos foram realizados os procedimentos de profilaxia para a remoção da película adquirida e sujidades, e permitir o contato íntimo do ácido à superfície do esmalte sem alterar a sua superfície. Utilizou-se a técnica descrita por SCANAVINI⁶⁴ com branco de Espanha e água por 10 segundos, considerada menos abrasiva do que com pedrapomes. Já PUS; WAY⁶⁰ e THOMPSON; WAY⁷⁸ verificaram que a perda de esmalte durante a profilaxia pode variar de 5,0 a 6,9 µm com taças de borracha e de 10,7 a 14,38 µm com escovas. A profilaxia do esmalte é um procedimento sugerido por BUONOCORE⁸, SILVERMANN⁷⁰, ÅRTUN; BERGLAND⁵ PICKETT et al⁵⁷ e SPONCHIADO et al⁷³. Todavia, segundo LINDAUER et al.⁴⁰, não há sustentação clara para a sua realização, com exceção da necessidade da remoção dos acúmulos mais grosseiros da placa, antes da colagem.

Como os sistemas adesivos resinosos não têm capacidade de adesão ao esmalte dentário, foi necessária a formação de retenções mecânicas por meio do condicionamento ácido do esmalte com ácido fosfórico gel a 37% durante 15 segundos, somente no local da colagem dos acessórios, com o objetivo de preservar ao máximo a integridade da sua estrutura. O condicionamento ácido do esmalte expõe os prismas que emergem na sua superfície, promovendo uma retenção mecânica adequada por aumento da área da superfície de colagem, aumento da energia livre de superfície permitindo um melhor molhamento com a redução da tensão superficial do adesivo sobre o esmalte⁸, diminuindo o ângulo de contato com o adesivo^{8,51,54,63,74}. WANG et al.⁸⁶ não encontraram diferenças estatísticas ou danos significativos ao esmalte variando os tempos de aplicação de cinco segundos a 120 segundos, com ácido fosfórico na concentração de 37%. A profundidade do condicionamento do esmalte pode variar conforme o tipo de esmalte⁵¹, assim como também depende do ácido aplicado, sua concentração, tempo de aplicação e área condicionada^{5,60,78}.

O condicionamento ácido do esmalte para a técnica indireta era inicialmente realizado sobre toda a superfície vestibular ou lingual⁷⁰. Atualmente com o intuito de preservar o esmalte, que de acordo com PUS; WAY⁶⁰ relataram perdas de 6,9 µm do esmalte durante o condicionamento com ácido fosfórico a 37% por 90s, este deve ser realizado apenas no local da colagem do acessório ortodôntico, para minimizar a

formação de lesões brancas⁴³. A prática de uma Ortodontia conservadora deve considerar a preservação do esmalte, reduzindo ao máximo as recolagens, em especial na técnica lingual devido às dificuldades anteriormente citadas. As recolagens dos acessórios ortodônticos com acondicionamento do esmalte e a utilização de resina com carga podem causar perdas de 23,83 μm do esmalte dentário segundo THOMPSON; WAY⁷⁸.

WANG et al.⁸⁶ relataram que um ótimo condicionamento do esmalte ocorre com concentrações de ácido fosfórico entre 30 e 50%, embora sugeriram concentrações de ácido fosfórico entre 10% e 30% para condicionamento por 15 segundos, para se obter a maior força de adesão e o menor desprendimento do esmalte. Porque quanto menor a força de adesão, maior a descolagem entre a resina e o esmalte e quanto maior a força de adesão, maior a descolagem entre o braquete e a resina.

Utilizou-se o Sondhi Rapid Set (3M-UNITEK, CALIFORNIA, USA), para a colagem indireta dos braquetes aos dentes. Este sistema adesivo foi originalmente desenvolvido para a colagem indireta por vestibular, sendo compatível com o Transbond XT^{71,72}. Com aproximadamente 5% de sílica pirolítica (partículas de aproximadamente 0,05 μm)¹³ como material de carga, apresenta uma maior viscosidade, e boa penetração do adesivo na superfície do esmalte, aumentando a resistência da colagem. Este adesivo apresenta um tempo de polimerização inicial de 30 segundos, e final de dois minutos, para a remoção da moldeira de transferência. Decorrido este período de tempo, removeu-se o dispositivo posicionador e foi feita a remoção do excesso de adesivo antes que ocorresse a polimerização completa^{71,72}.

Para iniciar a reação de polimerização deste adesivo, foi necessária a mistura da resina líquida A aplicada no dente, à resina líquida B aplicada na base do braquete, por meio da pressão digital no conjunto posicionador contra a superfície do esmalte. Isto causa a segmentação do agente ativador (peróxido de benzoíla)¹³ por uma amina aromática terciária em radicais livres, formando as cadeias poliméricas, promovendo a colagem⁷². Dois minutos após, removeu-se o dispositivo posicionador, obtendo-se deste modo, todos os corpos de prova.

6.2 Ensaio mecânicos

Os braquetes colados em meio bucal estão sujeitos às forças de torção, tração e cisalhamento simultaneamente de acordo com THOMAS; RIJK; EVANS⁷⁶ inerentes ao sistema de forças do tratamento ortodôntico e às forças presentes na mastigação. Devido às características especiais da Ortodontia lingual, os braquetes linguais estão sujeitos a uma maior intensidade de forças do que os da técnica vestibular⁴⁷, também devido à maior rigidez do arco lingual⁴⁸. O tipo de força aplicada laboratorialmente em grande parte dos trabalhos publicados sobre colagens na vestibular ou na lingual é a de cisalhamento^{4,29,32,52,53,56,79,81,82,91}, com exceção de EVANS; POWERS¹⁹, BISHARA; THUNYAUDOM; CHAN⁷, YAMADA; SMITH; MAYJER⁹⁰, WANG; MENG⁸⁴, AASRUM et al.¹ em estudos de colagem direta por vestibular. Baseados nestes autores e no estudo de VIANA; MAZZIERO; LANDRE JÚNIOR⁸³ sobre a influência da curvatura da base de braquetes por meio da análise do método dos elementos finitos, onde concluíram que a força de cisalhamento era a mais provável causa da falha na adesão quando comparada à força de torção, optamos por empregar a força de cisalhamento em nosso trabalho. Todos estes autores utilizaram as médias das tensões encontradas, entretanto, de acordo com KATONA³⁴ os testes com cargas de tração, cisalhamento ou torção são aceitos, mas as médias das tensões não demonstram claramente as tensões dentro da camada do adesivo porque estas não são uniformes³⁴. Deve-se também observar que os testes de cisalhamento produzem simultaneamente forças de tração e de compressão⁷⁶, e que ao aumentarmos a espessura dos PADs de resina dos braquetes estas forças são ampliadas, resultando em valores menores de forças de adesão nas espessuras de 1,0 e 2,0 mm, como visto neste estudo.

Segundo a norma ISO/TS 11.405³⁰, que recomenda a velocidade de cruzeta de 0,75 mm/min (\pm 0,25 mm/min) e indica que valores maiores podem alterar os resultados, realizamos os ensaios mecânicos com velocidade da cruzeta de 1,0 mm/min. Entretanto, KLOCHE et al.³⁶ não observaram esta recomendação e utilizaram 5,0 mm/min em seu estudo, alcançando forças de adesão adequadas, mas após o período de tempo de mínimo 30 minutos quando já decorreu tempo suficiente para maior taxa de conversão de monômeros em copolímeros¹³. Em nosso trabalho, a aplicação da carga de cisalhamento ocorreu após o posicionamento do cinzel perpendicularmente à base do braquete, na interface de colagem base do braquete/adesivo.

A análise dos locais de descolagem para a verificação do IAR e das bases dos braquetes por meio do microscópio óptico Olympus SZ40 com ampliação de 24 vezes o tamanho real, permitiu sua precisa verificação⁷³. Assim como YAMAMOTO et al.⁹¹, porém, estes utilizaram a transluminação por meio de fibra ótica para facilitar a visualização e utilizaram a microscopia eletrônica para confirmar o padrão de fratura adesivo encontrado. O registro eletrônico das imagens realizado em nossa pesquisa, permitiu a visualização do local de descolagem por meio do programa Image Pro Plus e a determinação do IAR. A alta resolução de 300 dpi e o tamanho das imagens de 1.280 X 1.024 pixels possibilitava a sua ampliação ou a alteração do brilho e do contraste nos casos com maior dificuldade de visualização sem que ocorressem deformações. A visualização simultânea do esmalte dos dentes e das bases dos braquetes com os remanescentes dos PADs de resina permitiu a escolha de um dos quatro índices de adesivo remanescente (IAR) descrito por ÁRTUN; BERGLAND⁵. O índice zero para quando não houvesse sinal de adesivo presente no dente como demonstrado nas FIGURAS 5.2 e 5.3, o índice um para quando houvesse menos da metade do adesivo presente no dente como nas FIGURAS 5.4 e 5.5, o índice dois para quando houvesse mais da metade do adesivo presente no dente como nas FIGURAS 5.6 e 5.7, e o índice três para quando todo o adesivo estivesse no dente como nas FIGURAS 5.8 e 5.9. Pudemos observar também por meio da análise das imagens que ocorreu a fratura do esmalte de um dos corpos-de-prova do Grupo II, o de número 27.

Para o registro do índice de adesivo remanescente no esmalte foi considerada uma única interface de colagem da base do braquete ao esmalte dentário baseado nos trabalhos de KLOCHE et al.³⁶, apesar da utilização de dois adesivos, o Transbond XT (3M- UNITEK, EUA) para a colagem nos modelos e o Sondhi Rapid Set (3M- UNITEK, EUA) para a colagem indireta. Isto ocorreu porque de acordo com a metodologia empregada, não foi utilizado nenhum marcador para delimitar a interface de colagem dos adesivos que são translúcidos e qualquer avaliação extrapolaria as limitações técnicas do exame. A incorporação de pigmentos facilitaria a diferenciação dos adesivos, entretanto seria necessária a fabricação de um novo adesivo, o que não era o objetivo desta investigação.

6.3 Resultados

Os valores das médias de resistência da colagem sob cisalhamento obtidos após cinco minutos, com os Grupos I (9,69 MPa), II (6,15 MPa) e III (5,73 MPa) conforme a Tabela 1 e a FIGURA 5.1, encontram-se acima dos 4,9 MPa sugeridos por REYNOLDS⁶³ como clinicamente aceitáveis, e que no decorrer do tempo após as colagens, haverá um aumento da conversão dos monômeros em copolímeros¹³ em ambos os adesivos utilizados. Isto pode promover um aumento da resistência da colagem⁵⁶ ou não³⁶ nas primeiras 24 horas. Assim sendo, a variabilidade encontrada nos resultados para todos os três grupos, indica que o período de tempo de cinco minutos após as colagens pode ser prematuro para a aplicação de forças, principalmente se considerarmos que quando da utilização dos braquetes da geração 7 (ORMCO, EUA) em casos de mordida profunda ocorrerá o contato das bordas incisais dos dentes anteriores com os braquetes colados às faces palatais superiores para promover a desocclusão posterior²⁴, podendo causar o seu descolamento. Levando-se em conta ainda que os valores médios obtidos neste trabalho foram com pré-molares superiores, os quais segundo CHUMAK et al.¹⁵ apresentam maior resistência da colagem sob cisalhamento do que outros grupos de dentes.

A média de resistência da colagem sob cisalhamento para o Grupos I (menor espessura possível do PAD) foi de 9,69 MPa, com desvio padrão de 4,02 MPa, abaixo dos 14,18 MPa obtidos por KLOCHE et al.³⁶ na colagem indireta com Sondhi (3M Unitek, EUA) e Transbond XT (3M Unitek, EUA), mas estes valores mais altos podem ter sido obtidos devido a construção dos PADs com espessura única e uniforme, já que foram utilizados braquetes de incisivos centrais superiores e incisivos bovinos para simularem colagens indiretas. Esta uniformização foi possível porque os dentes bovinos utilizados como substrato de colagem por estes autores possuíam uma superfície vestibular relativamente uniforme em comparação às faces palatais dos pré-molares, e porque a curvatura da base dos braquetes dos incisivos centrais era inferior a dos braquetes de pré-molares superiores utilizados em nosso estudo. Entretanto, TORTAMANO et al.⁸⁰ obtiveram 4,97 MPa em testes de tração na colagem indireta em pré-molares humanos com preparo e espessura semelhantes aos do Grupo I, mas com um intervalo de tempo maior após a colagem. Estes valores médios são inesperadamente menores aos obtidos deste estudo, considerando que em um estudo onde foi utilizado o método de elementos finitos a força de tração foi mais do que cinco vezes a força de cisalhamento⁷⁶ e que por ter

ocorrido um maior intervalo de tempo entre a colagem e a descolagem permitindo maior taxa de conversão de monômeros em copolímeros¹³, ocasionando maior resistência da colagem como demonstrado por AASRUM et al¹ e YAMAMOTO et al.⁹¹. Isto pode ter ocorrido porque diferente do que SONDHI^{71,72} sugere em seus trabalhos, TORTAMANO et al.⁸⁰ não realizaram o microjateamento para a remoção do selante, o que proporcionaria um aumento significativo na força de resistência da colagem⁷⁷.

Podemos considerar de modo semelhante ao Grupo I, os Grupos II com 6,15 MPa (DP 2,69 MPa) e o Grupo III com 5,73 (DP 1,62 MPa) apresentaram valores clinicamente aceitáveis de resistência da colagem sob cisalhamento, considerando-se que os desvios-padrão foram menores. A diminuição da resistência da colagem já era esperada para os dois grupos, visto que o aumento da espessura dos braquetes gera forças de tração e de compressão na interface de colagem³⁴. Como um todo, estes valores de resistência da colagem foram abaixo do esperado comparando-se aos valores obtidos por KLOCHE et al.³⁶. Outro fator a ser considerado para os Grupos II e III, que pode ter influenciado negativamente nos valores médios da resistência da colagem sob cisalhamento em relação ao Grupo I tal qual sugerido por REGAN; VAN NOORT⁶², foi o modo artesanal para a confecção dos PADs de resina, com a fresagem das suas margens com uma broca tronco-cônica. Apesar do cuidado para se reproduzir a forma das bases dos braquetes, podem ter ocorrido pequenas alterações nas geometrias dos PADs, e até uma pequena redução da área de colagem devido a conicidade da broca, também porque uma das preocupações era a de não aumentar as respectivas áreas de colagens.

A importância de se obter colagens que apresentem resistência mínima inicial tem maior significância na técnica lingual, dadas as dificuldades da sua realização e repetição⁶⁵. As várias técnicas disponíveis para colagem indireta^{17,59} procuram oferecer ao Ortodontista maiores níveis de segurança e precisão das colagens a partir do modelo de set-up^{25,66} ou até mesmo dispensando sua confecção economizando tempo de laboratório⁸⁷. O desenvolvimento de adesivos específicos para a colagem indireta com menor quantidade de partículas de carga e menor viscosidade permitem o selamento das imperfeições presentes nos PADs^{71,72}, resultando na formação de TAGs de resina maiores⁴⁴ e proporcionando níveis adequados de resistência neste tipo de colagem^{36,80}, mesmo que inferior à obtida na colagem vestibular¹⁵. Para melhor adesão dos braquetes é aceitável clinicamente

ampliar a área de retenção dos PADs, o que não era possível nesta avaliação *in vitro*, porque aumentaria a superfície de contato e a área de colagem, produzindo valores de adesão maiores do que os obtidos. Pudemos constatar por meio deste estudo, que o aumento na espessura dos PADs, para a utilização de arcos contínuos sem dobras de primeira ordem pode ser realizado com segurança, já que os valores médios da resistência da colagem obtidos nos Grupos II e III estavam acima dos 4,9 MPa recomendados por REYNOLDS⁶³ como clinicamente aceitáveis.

As resistências médias dos Grupos II (6,15 MPa) e do Grupo III (5,73 MPa) não apresentaram diferenças estatisticamente significantes entre si, mas houve diferenças estatisticamente significantes entre estes dois Grupos e o Grupo I (9,69 MPa). Como citado anteriormente, havia uma expectativa da redução da força de resistência da colagem sob cisalhamento com o aumento da espessura dos PADs de resina³³. Os valores obtidos para o Grupo I foram menores do que os 14, 18 MPa obtidos por KLOCHE et al.³⁶ na colagem indireta com os mesmos adesivos após dois minutos e meio da colagem e espessura semelhante em dentes incisivos bovinos, mas muito próximos aos 9,78 MPa obtidos *in vivo* por MURRAY; HOBSON⁴⁹ na colagem direta utilizando somente o adesivo Transbond (3M Unitek, EUA), e que de acordo com TORTAMANO et al.⁸⁰ a resistência da colagem na técnica indireta é inferior à da técnica direta provavelmente pela formação de uma interface de colagem entre o adesivo polimerizado no braquete e o adesivo aplicado no momento da colagem. Levando-se em conta este fator, podemos considerar que a resistência média dos Grupos II e III foi superior aos 4,9 MPa obtidos por ALMEIDA; ARAÚJO; CHEVITARESE⁴ utilizando o Concise ou Alphaplast.

É importante salientar que resistência da colagem à aplicação da força de cisalhamento mesmo que apenas na interface base do braquete/adesivo, distribui-se por toda a base de resina. E a ruptura pode ocorrer tanto no esmalte quanto na interface esmalte/adesivo, dentro do próprio PAD de resina, na interface adesivo/adesivo, na interface adesivo/braquete ou na base do braquete. As fraturas que ocorrem nas interfaces de colagem, ou seja, na interface esmalte/adesivo ou braquete/adesivo denominam-se fraturas adesivas, as que ocorrem no interior do adesivo denominam-se fraturas coesivas⁸². Na comparação do Índice de Adesivo Remanescente (IAR) entre os três Grupos testados, o teste de Dunn demonstrou diferenças estatisticamente significantes entre os Grupos I e III. Com o Grupo III apresentando maior incidência de fraturas do tipo coesiva. Comprovando que a

metodologia utilizada proporcionou adesão adequada na interface esmalte/adesivo. Corroborando a afirmação de TORTAMANO et al.⁸⁰ relativa à fragilidade da colagem ser maior na interface formada entre os dois adesivos utilizados.

Visto que ocorreu a fratura do esmalte em um dos corpos-de-prova do Grupo II, é necessário ressaltar que a remoção dos braquetes ao final do tratamento deve ser cuidadosa para que não ocorram trincas ou fraturas do esmalte¹⁵. Também deve-se ressaltar que durante o período de tratamento ortodôntico os braquetes estarão expostos à umidade e isto causa a redução da resistência da colagem^{49,56}. Podemos dispor de promotores de adesão, tais como o dimetacrilato glicérol-pirometílico (PMGDM)⁵⁴ para colagens em coroas menores ou com alterações significativas da sua forma, já que ocorrerá a redução dos valores dos Grupos II e III (6,15 MPa e 5,73 MPa respectivamente), tornando-os inadequados clinicamente⁶³ no decorrer do tratamento.

6.4 Considerações finais

Uma das grandes vantagens das resinas fotopolimerizáveis em relação às autopolimerizáveis foi a redução da inclusão de bolhas no adesivo porque o material não necessita de espatulação para a sua polimerização. Contudo, neste estudo pudemos observar que é necessário um cuidado maior e a devida atenção na fabricação dos PADs, visto que a quantidade de adesivo necessário à confecção dos mesmos com 1,0 e 2,0 mm somente poderia ser obtida com duas ou mais porções de adesivo porque a ponta da bisnaga do Transbond XT era menor do que a área do PAD. E ao comprimir o êmbolo para liberar a resina, obtinha-se uma porção na forma de um cilindro e que necessitava ser adaptado para a forma necessária, obrigando a sua espatulação. Foi possível também observar que dentro do próprio adesivo Transbond XT haviam bolhas de ar incluídas, sendo necessária a sua remoção, todavia microscopicamente podem ter permanecido bolhas de ar inclusas, as quais poderiam ter enfraquecido alguns corpos-de-prova.

Foi possível constatar ao olho nu, que nos corpos-de-prova com fratura da interface adesivo/esmalte e com pouco adesivo aderido ao esmalte, a superfície do

adesivo apresentava-se ainda bastante reflexiva. Sugestiva de que o processo de polimerização do adesivo para colagem indireta não estava completo, mesmo após o dobro do tempo indicado pelo fabricante como adequado para a remoção segura da moldeira de transferência^{71,72}. Isto pode ter ocorrido porque a temperatura *in vivo* próxima dos 37°C, é maior do que a do laboratório no dia dos testes, a qual estava em torno de 23°C ± 2°. As reações químicas das resinas autopolimerizáveis iniciam com a liberação de radicais livres após a mistura dos componentes¹³ não necessitando de calor para a sua ocorrência, entretanto, esta diferença de mais de 10°C pode ter reduzido a velocidade de formação das cadeias poliméricas, já que esta é influenciada por variações na temperatura. Estudos posteriores *in vivo* deveriam ser realizados para verificar se variações de temperatura nesta magnitude do ambiente de colagem podem influenciar para mais ou para menos na velocidade de formação das cadeias poliméricas.

Em algumas colagens em dentes com coroas curtas foi necessária a adaptação das margens dos PADs de resina nas faces proximais dos dentes, criando geometrias bastante irregulares destas estruturas, consideradas neste estudo como superfícies correspondentes às bases dos braquetes, porém com uma curvatura maior do que a da própria base. A avaliação destas curvaturas e das alterações nas geometrias das bases dos PADs poderia elucidar a sua influência na resistência da colagem.

Outro fator importante a ser considerado nas colagens clínicas está relacionado rugosidade das margens laterais dos PADs e da sua capacidade de retenção de sujidades assim como a sua contaminação e a influência na saúde oral, localmente nas superfícies de colagem ou na boca como um todo. E que nos casos do uso de arcos retos sem dobras de primeira ordem, vários dentes vão ter estas características, podendo causar danos aos dentes, desconforto do paciente e alterações na microbiota oral.

A escolha de um adesivo ortodôntico para uso clínico também poderia estar baseada no IAR, porque quanto maior for a quantidade de adesivo remanescente sobre a superfície de esmalte (IAR maior) maior a resistência da colagem na superfície de esmalte e maiores os riscos de fratura do esmalte durante as descolagens. O inverso também será verdadeiro, pois quanto menor a quantidade de adesivo remanescente sobre a superfície do esmalte (IAR menor) menor será a força adesiva e maiores as chances de descolamento do braquete.

7. CONCLUSÕES

7. CONCLUSÕES

De acordo com a metodologia utilizada e os resultados obtidos, pôde-se concluir que:

7.1 O Grupo I, com menor espessura do PAD, apresentou força de resistência da colagem sob cisalhamento significativamente maior do que os Grupos II e III (PADs com 1,0 e 2,0 mm). Estes por sua vez, não apresentaram diferença estatisticamente significativa;

7.2 As fraturas ocorreram tanto na interface esmalte/adesivo quanto na interface adesivo/esmalte, com predominância desta nos Grupos I e II;

7.3 Ocorreu fratura do esmalte dentário em um dos corpos-de-prova;

7.4 O Índice 1 de Adesivo Remanescente foi predominante nos Grupos I e II e o Índice 2 predominou no Grupo III, com diferença estatisticamente significativa entre os Grupos I e III.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

- 1 - AASRUM, E. et al. Tensile bond strength of orthodontic brackets bonded with a fluoride-releasing light-curing adhesive. An in vitro comparative study. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.104, n.1, p.48-50, jul. 1993.
- 2 - ALEXANDER, C. M. et al. Lingual orthodontics: a status report. **J Clin Orthod**, v.16, n.4, p.255-262, apr. 1982.
- 3 - ALEXANDER, C. M. et al. Lingual orthodontics: a status report part 5 lingual mecanotherapy. **J Clin Orthod**, v.17, n.2, p.99-115, feb. 1983.
- 4 - ALMEIDA, M. A. d. O.; ARAÚJO, T. M. d.; CHEVITARESE, O. Effect of different time intervals between sealant application and bracket bond on adhesive strength. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.106, n.4, p.389-394, oct. 1994.
- 5 - ÅRTUN, J.; BERGLAND, S. Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid-etch enamel pretreatment. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.85, n. 4, p.333-340, apr. 1984.
- 6 - BISHARA, S. et al. Effect of light-cure time on the initial shear bond strength of a glass-ionomer adhesive. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.117, n.2, p.164-168, feb. 2000.
- 7 - BISHARA, S. E.; THUNYAUDOM, T.; CHAN, D. The effect of temperature change of composites on the bonding strength of orthodontic bracket. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.94, n.5, p.440-441, nov. 1988.
- 8 - BUONOCORE, M. G. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling material to enamel surfaces. **J Dent Res**, v.34, n.6, p.849-853, dec. 1955.
- 9 - CAL-NETO, J. P. et al. A técnica o arco reto em Ortodontia Lingual com o uso do PW-MBP. **R Clin Ortodon Dental Press**, v.4, n.3, p.73-77, jun./jul. 2005.
- 10 - CAMPISTA, C. d.; CHEVITARESE, O.; VILLELA, O. d. V. Comparação de três sistemas adesivos dentários quanto à resistência ao cisalhamento da colagem em pré-molares. **J Bras Ortodon Ortop Facial**, v.8, n.43, p.59-66, jan./fev. 2003.
- 11 - CARSTENSEN, W. Effect of reduction of phosphoric acid concentration on the shear bond strength of brackets. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.108, n.3, p.274-277, sept. 1995.
- 12 - CHAIN, M. C. Unidades Fotopolimerizadoras de luz visível. In: **Estética: restaurações adesivas diretas em dentes anteriores fraturados**, BARATIERI, L. N., ed. Santos, São Paulo, 117-133. 1995

*De acordo com as Normas para Apresentação de Monografias, Dissertações e Teses do Programa de Pós-graduação em Odontologia da Universidade Metodista de São Paulo, 2007.

- 13 - CHAIN, M. C.; BARATIERI, L. N. Resinas Compostas. In: **Restaurações estéticas com resina composta em dentes posteriores**, CHAIN, M. C.; BARATIERI, L. N., ed. Artes Médicas, São Paulo, 9-26. 1998
- 14 - CHAMDA, R. A.; STEIN, E. Time-related bond strengths of light-cured and chemically cured bonding systems: an in vitro study. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.110, n.4, p.378-382, oct. 1996.
- 15 - CHUMAK, L. et al. An in vitro investigation of lingual bonding. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.95, n.1, p.20-28, jan. 1989.
- 16 - CIUFFOLO, F. et al. Rapid prototyping: A new method of preparing trays for indirect bonding. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.129, n.1, p.75-77, jan. 2006.
- 17 - CREEKMORE, T. Lingual orthodontics - its renaissance. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.96, n.2, p.120-137, aug. 1989.
- 18 - EARNSHAW, R. GESSOS. In: **Materiais Dentários**, O'BRIEN, W. J.; RYGE, G., ed. EDITORA INTERAMERICANA, Rio de Janeiro, 52-63. 1981
- 19 - EVANS, L. B.; POWERS, J. M. Factors affecting in vitro bond strength of no-mix orthodontic cements. **Am J Orthod**, v.87, n.6, p.508-518, jun. 1985.
- 20 - FALTERMEIER, A. et al. Influence of filler level on the bond strength of orthodontic adhesives. **Angle Orthod**, v.77, n.3, p.494-498, jun. 2007.
- 21 - FAN, P. L. et al. Curing-light intensity and depth of cure of resin-based composites tested according to international standards. **JADA**, v.133, n.4, p.429-434, April 1, 2002. 2002.
- 22 - FUJITA, K. New orthodontic treatment with lingual bracket and mushroom archwire appliance. **Am J Orthod**, v.76, n.6, p.657-675, dec. 1979.
- 23 - GALVÃO, M. C. d. S.; MALTAGLIATI, L. Á.; BOMMARITO, S. Ortodontia lingual: técnicas laboratoriais de montagem. **R Clin Ortodon Dental Press**, v.5, n.2, p.20-27, abr./mai. 2006.
- 24 - GANDINI JR, L. G.; GANDINI, M. R. E. S. Técnica lingual - uma perspectiva para tratamentos estéticos. **R Dent Press Ortodon Ortoped Facial**, v.7, n.5, p.91-105, set./out. 2002.
- 25 - GERON, S. The lingual bracket jig. **J Clin Orthod**, v.33, n.8, p.457-463, aug. 1999.
- 26 - GORMAN, J. C.; HILGERS, J. J.; SMITH, J. R. Lingual orthodontics: a status report part 4 diagnosis and treatment planning. **J Clin Orthod**, v.17, n.1, p.26-35, jan. 1983.

- 27 - HAJRASSIE, M. K. A.; KHIER, S. In-vivo and in-vitro comparisson of bond strengths of orthodontic brackets bonded to enamel and debonded at various times. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.131, n.3, p.384-390, mar. 2007.
- 28 - HUGE, S. A. The customized lingual appliance set-up service (CLASS) system. In: **Lingual Orthodontics**, ROMANO, R., ed. Decker BC, London, 163-173. 1998
- 29 - IANNI FILHO, D. et al. Avaliação in vitro da força de adesão de materiais de colagem em ortodontia: ensaios mecânicos de cisalhamento. **R Dental Press Ortodon Ortop Facial**, v.9, n.1, p.39-48, jan./fev. 2004.
- 30 - INTERNATIONAL STANDARDS ORGANIZATION. Dental materials-guidance on testing of adhesion to tooth structure. Geneva, Switzerland: ISO/TS 11405, 2003.
- 31 - JANDT, K. D. et al. Depth of cure and compressive strength of dental composites cured with blue light emitting diodes (LEDs) **Den Mat**, v.16, n.1, p.41-47, jan. 2000.
- 32 - JOSEPH, V. P.; ROSSOUW, E. The shear bond strengths of stainless steel and ceramic brackets used with chemically and light-activated composite resins. **Am J Orthod Dentofac Orthop**, v.97, n.2, p.121-125, feb. 1990.
- 33 - JOST-BRINKMANN, P. G.; SCHIFFER, A.; MIETHKE, R. R. The Effect of Adhesive-Layer Thickness on Bond Strength. **J Clin Orthod**, v.26, n.11, p.718-720, nov. 1992.
- 34 - KATONA, T. R. A comparison of the stresses developed in tension, shear peel, and torsion strength testing of direct bonded orthodontic brackets. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.112, n.3, p.244-251, sept. 1997.
- 35 - KLOCHE, A. et al. In vitro investigation of indirect bonding with a hydrophilic primer. **Angle Orthod**, v.73, n.4, p.445-450, aug. 2003.
- 36 - KLOCHE, A. et al. Effect of time on bond strength in indirect bonding. **Angle Orthod**, v.74, n.2, p.245-250, feb. 2004.
- 37 - KURZ, C.; ROMANO, R. Lingual orthodontics: historical perspective. In: **Lingual orthodontics**, ROMANO, R., 1^a ed. Decker BC, London, 1998
- 38 - KURZ, C.; SWARTZ, M. L.; ANDREIKO, C. Lingual orthodontics: a status report part 2 research and development. **J Clin Orthod**, v.16, n.11, p.735-740, nov. 1982.
- 39 - KYUNG, H. M.; PARK, H. S.; SUNG, J. H. The mushroom bracket positioner for lingual orthodontics. **J. Clin Orthod**, v.36, n.6, p.320-328, jun. 2002.
- 40 - LINDAUER, S. et al. Effect of pumice prophylaxis on the bond strength of orthodontic brackets. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.111, n.6, p.599-605, jun. 1997.

41 - MACCOLL, G. A. et al. The relationship between bond strength and orthodontic bracket base surface area with conventional and microetched foilmesh bases. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.113, n.3, p.276-281, mar. 1998.

42 - MACEDO, J. C. **Análise da força de adesão de braquetes tratados com jato de óxido de alumínio**. Florianópolis, 2005. 57 Trabalho de Conclusão - Curso de Especialização em Ortodontia, Escola de Aperfeiçoamento Profissional da ABOSC.

43 - MARCUSSON, A.; NOREVALL, L.-I.; PERSSON, M. White spot reduction using glass ionomer cement for bonding orthodontics: a longitudinal and comparative study. **Eur J Orthod**, v.19, n.3, p.233-242, jun. 1997.

44 - MENEZES, L. F. S. D.; CHEVITARESE, O. Sealant and resin viscosity and their influence on the formation of resin tags. **Angle Orthod**, v.64, n.5, p.383-388, oct. 1994.

45 - MENG, C. L. et al. Orthodontic resin under water immersion. **Angle Orthod**, v.65, n.3, p.209-214, jun. 1995.

46 - MILLS, R. W.; JANDET, K. D.; ASHWORTH, S. H. Dental composite depth of cure with halogen and blue light emitting diode technology. **Br Dent J**, v.186, n.8, p.388-391, apr. 1999.

47 - MONINI, A. d. C. et al. Diferenças biomecânicas entre a técnica lingual e labial. **R Dental Press Ortodon Ortop Facial**, v.13, n.1, p.92-100, jan./fev. 2008.

48 - MORAN, K. L. Relative wire stiffness due to lingual versus labial interbracket distance. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.92, n.1, p.24-32, jul. 1987.

49 - MURRAY, S. D.; HOBSON, R. S. Comparison of in vivo and in vitro shear bond strength. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.123, n.1, p.2-9, jan. 2003.

50 - MYIAHIRA, Y. I. **Estudo das formas e dimensões linguais das arcadas dentárias em indivíduos brasileiros com oclusão normal**. São Bernardo do Campo, 2007. 101 Dissertação - Faculdade de Odontologia, Universidade Metodista de São Paulo.

51 - NEWMAN, G. V. Epoxi adhesives for orthodontic attachments: progress report. **Am J Orthod**, v.51, n.12, p.901-912, dec. 1965.

52 - NEWMAN, G. V.; SNYDER, W. H.; WILSON, C. E. Acrylic Adhesives for bonding attachments to tooth surfaces. **Angle Orthod**, v.38, n.1, p.12-18, feb. 1968.

53 - NEWMAN, G. V. et al. Update on bonding brackets: an in vitro survey. **J Clin Orthod**, v.28, n.7, p.396-402, jul. 1994.

54 - NEWMAN, R. A.; NEWMAN, G. V.; SENGUPTA, A. In vitro bond strengths of resin modified glass ionomer cements and composite resin self-cure adhesives: introduction of an adhesive system with increased bond strength and inhibition of decalcification. **Angle Orthod**, v.71, n.4, p.312-317, aug. 2001.

- 55 - NORTHROP, R. G. et al. Shear bond strength comparison between two orthodontic adhesives and self-ligating and conventional brackets. **Angle Orthod**, v.77, n.4, p.701-706, jul. 2007.
- 56 - OESTERLE, L. J.; SHELLHART, W. C. Effect of aging on the shear bond strength of orthodontic brackets. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.133, n.5, p.716-720, may. 2008.
- 57 - PICKETT, K. L. et al. Orthodontic in vivo bond strength: comparison with in vitro results. **Angle Orthod**, v.71, n.2, p.141-148, apr. 2001.
- 58 - PRIETO, M. G. d. L. et al. Ortodontia lingual - sistema de transferência por canaletas (STC). **R Clin Ortodon Dental Press**, v.4, n.3, p.1-9, jun./jul. 2005.
- 59 - PRIETO, M. G. D. L.; ISHIKAWA, E. N.; PRIETO, L. T. A groove guided indirect transfer system for lingual brackets. **J Clin Orthod**, v.41, n.7, p.372-376, jul. 2007.
- 60 - PUS, M. D.; WAY, D. C. Enamel loss due to orthodontic bonding with filled and unfilled resins using various clean-up techniques. **Am J Orthod**, v.77, n.3, p.269-276, mar. 1980.
- 61 - READ, M. J. F.; ORTH, D. The bonding of orthodontics attachments using a visible light cured adhesive. **Br J Orthod**, v.11, n.1, p.16-20, jan. 1984.
- 62 - REGAN, D.; VAN NOORT, R. Bond strengths of two integral bracket-base combinations: an in vitro comparison with foil-mesh. **Eur J Orthod**, v.11, n.2, p.144-153, may. 1989.
- 63 - REYNOLDS, J. R. A review of direct orthodontic bonding. **Br J Orthod**, v.2, n.3, p.171-178, jul. 1975.
- 64 - SCANAVINI, M. A. Adesão direta de braquetes em ortodontia. In: **Ortodontia: bases para iniciação**, INTERLANDI, S., 5ª ed. Artes Médicas, São Paulo, 453-476. 2002
- 65 - SCHOLZ, R. P.; SWARTZ, M. L. Lingual orthodontics: a status report part 3 indirect bonding – laboratory and clinical procedures. **J Clin Orthod**, v.16, n.12, p.812-820, dec. 1982.
- 66 - SCUZZO, G.; TAKEMOTO, K. Lingual laboratory procedures. In: **Invisible Orthodontics, current concepts and solutions in lingual orthodontics**, SCUZZO, G. TAKEMOTO, K., ed. Quintessenz Verlag, Berlin, 2003
- 67 - SELAIMEN, C. P.; MARTINS, L. P.; MARTINS, R. P. Tratamento ortodôntico para adultos com aparelho lingual. **R Clin Ortodon Dental Press**, v.2, n.4, p.45-51, ago./set. 2003.
- 68 - SHPACK, N. et al. Bracket placement in lingual vs labial systems and direct vs indirect bonding. **Angle Orthod**, v.77, n.3, p.509-517, jun. 2007.

- 69 - SILTA, Y. T.; DUNN, W. J.; PETERS, C. B. Effect of shorter polymerization times when using the latest generation of light-emitting diodes. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.128, n.6, p.744-748, dec. 2005.
- 70 - SILVERMAN, E. A universal direct system for both metal and plastic brackets. **Am J Orthod**, v.62, n.3, p.237-244, sept. 1972.
- 71 - SONDHI, A. Efficient and effective indirect bonding. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.115, n.4, p.352-359, apr. 1999.
- 72 - SONDHI, A. Effective and efficient indirect bonding: the Sondhi method. **Semin Orthod**, v.13, n.1, p.43-57, mar. 2007.
- 73 - SPONCHIADO, A. R. et al. Avaliação do uso do self etching primer na colagem de braquetes ortodônticos metálicos. **R Dent Press Ortodon Ortoped Facial**, v.10, n.3, p.66-74, mai./jun. 2005.
- 74 - SWANSON, L. T.; BECK, J. F. Factors affecting bonding to human enamel with special reference to a plastic adhesive. **J Am Dent Assoc**, v.61, n.5, p.581-586, nov. 1960.
- 75 - TAKEMOTO, K.; SCUZZO, G. The straight-wire concept in lingual orthodontics. **J Clin Orthod**, v.35, n.1, p.45-52, jan. 2001.
- 76 - THOMAS, R. L.; RIJK, W. G. d.; EVANS, C. Tensile and shear stresses in the orthodontic attachment adhesive layer with 3D finite element analysis. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.116, n.5, p.530-532, nov. 1999.
- 77 - THOMPSON, M. A.; DRUMMOND, J. L.; BEGOLE, E. A. Bond strength analysis of custom base variables in indirect bonding techniques. **Am J Orthod Dentofac Orthop**, v.133, n.1, p.9.e15-9.e20, jan. 2008.
- 78 - THOMPSON, R. E.; WAY, D. C. Enamel loss due to prophylaxis and multiple bonding/debonding of orthodontic attachments. **Am J Orthod Dentofac Orthop**, v.79, n.3, p.282-295, mar. 1981.
- 79 - TITLEY, K. et al. The effect of various storage methods and media on shear-bond strengths of dental composite resin to bovine dentine. **Arch Oral Biol**, v.43, n.4, p.305-311, apr. 1998.
- 80 - TORTAMANO, A. et al. Avaliação da força de tração em braquetes colados pela técnica indireta com diferentes sistemas de adesão. **R Dental Press Ortodon Ortop Facial** v.12, n.3, p.104-110, mai./jun. 2007.
- 81 - TOSUN, G.; SENER, Y.; SENGUN, A. Effect of storage duration/solution on microshear bond strength of composite to enamel. **Dent Mat J**, v.26, n.1, p.116-121, jan. 2007.
- 82 - TÜFEKÇİ, E. et al. Bonding properties of newly erupted and mature premolars. **Am J Orthod Dentofac Orthop**, v.131, n.6, p.753-758, jun. 2007.

83 - VIANA, C. P.; MAZZIERO, E. T.; LANDRE JÚNIOR, J. A influência da variação da curvatura da base do braquete em uma união ortodôntica submetida a diferentes cargas, através do método dos elementos finitos. **R Dental Press Ortodon Ortop Facial**, v.10, n.3, p.75-86, mai./jun. 2005.

84 - WANG, W. N.; MENG, C. L. A study of bond strength between light- and self-cured orthodontic resin. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.101, n.4, p.350-354, apr. 1992.

85 - WANG, W. N.; TARNG, T. H.; CHEN, Y. Y. Comparison of bond strength between lingual and buccal surfaces on young promolars. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.104, n.3, p.251-253, sept. 1993.

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

87 - WENDL, B.; DROSCHL, H.; MUCHITSCH, P. Indirect bonding - a new transfer method. **Eur J Orthod**, v.30, n.1, p.100-1007, jan. 2008.

88 - WHITE, L. W. A new and improved indirect bonding technique. **J Clin Orthod**, v.33, n.1, p.17-23, jan. 1999.

89 - WIECHMANN, D. et al. Customized brackets and archwires for lingual orthodontic treatment. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.124, n.5, p.593-599, nov. 2003.

90 - YAMADA, T.; SMITH, D. C.; MAYJER, R. Tensile and shear bond strength of orthodontic direct bonding adhesive. **Dent Mat**, v.4, n.50, p.243-250, oct. 1988.

91 - YAMAMOTO, A. et al. Orthodontic bracket bonding: Enamel bond strength vs time. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.130, n.4, p.435e1-435e6, oct. 2006.

ANEXO

ANEXO 1

AUTORIZAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA



Universidade
Metodista
de São Paulo

Comitê de Ética em Pesquisa – CEP-UMESP

Data: 25/ 02/2008 - Prot. Nº. 175925

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP-UMESP

Título do Projeto de Pesquisa: Avaliação in vitro da resistência da colagem de braquetes linguais.

Pesquisador Responsável: Afonso Eugênio Wunderlich Junior

Curso/Faculdade: Pós-Graduação em Odontologia

O Comitê de Ética em Pesquisa reunido em **25/02/2008**, deliberou como segue sobre o protocolo em questão:

O presente projeto de pesquisa tem como objetivo *avaliar a resistência da colagem in vitro de braquetes linguais imediatamente após a colagem em dentes pré-molares humanos com três diferentes espessuras de adesivos; avaliar o local da fratura do adesivo; avaliar se ocorrem fraturas do esmalte dentário; Avaliar a quantidade de adesivo remanescente nos dentes e braquetes após a descolagem.* Serão utilizados 90 dentes pré-molares superiores humanos extraídos com finalidade ortodôntica, periodontal ou protética. Após leitura, análise do projeto e exame criterioso de todos os itens que compõem os documentos do Protocolo de Pesquisa, incluindo os itens presentes no Roteiro de Checagem para o parecerista e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE, constatou-se que nada consta do processo que fira os princípios e normas da ética em pesquisa.

O CEP-UMESP considera o projeto de pesquisa **APROVADO**, lembrando que a condição de aprovação da pesquisa propriamente dita exige o que segue:

- Que sejam encaminhados ao CEP-UMESP relatórios anuais sobre o andamento da pesquisa (parciais e finais)
- Que sejam notificados ao CEP-UMESP eventos adversos que tenham ocorrido no curso da pesquisa e que sejam significativos do ponto de vista ético e metodológico;
- Que sejam notificadas eventuais emendas e modificações no protocolo de pesquisa

São Bernardo do Campo, 25 de fevereiro de 2008.


Prof. Dra. Sandra Duarte de Souza
Coordenadora do CEP-UMESP

Campus Rudge Ramos
Rua do Sacramento, 230 • Rudge Ramos
09640-000 • São Bernardo do Campo • SP
Tel.: (11) 4366-5600

Campus Vergueiro
Av. Senador Vergueiro, 1301 • Jardim do Mar
09750-001 • São Bernardo do Campo • SP
Tel.: (11) 4366-5400

Campus Planalto
Rua Dom Jaime de Barros Câmara, 1000 • Planalto
09895-400 • São Bernardo do Campo • SP
Tel.: (11) 4366-5300

www.metodista.br

ANEXO 2

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, _____ portador do RG nº _____
Residente à Rua _____
nº _____ Cidade _____ no Estado de _____,
responsável pelo (a) menor _____,
declaro estar ciente que o mesmo será submetido à(s) extração(ões) dentária(s) por indicação Periodontal, ou Ortodôntica de acordo com a solicitação do seu Cirurgião-Dentista responsável. Os quais serão aproveitados e utilizados para a seguinte pesquisa "Avaliação *in vitro* da resistência da colagem de braquetes linguais", desenvolvida na Universidade Metodista de São Paulo, pelo aluno Afonso Eugênio Wunderlich Junior, do Programa de Pós-Graduação em Odontologia, área de concentração Ortodontia, da Universidade Metodista de São Paulo. Concedo à UMESP totais direitos quanto ao uso do material coletado com finalidade de ensino e divulgação, dentro das normas vigentes, bem como publicação em jornais e/ou revistas científicas do país e do exterior.

São Paulo, _____ de _____ de 200_____

Responsável

APÊNDICES

Carga de ruptura (N) e resistência de união sob cisalhamento (Mpa) do Grupo I

N°	Carga (N)	Tensão (MPa)
1	112,78	9,104706547
2	191,11	15,42827158
3	99,66	8,045531606
4	190,37	15,36853152
5	170,76	13,7854202
6	158,01	12,75611528
7	93,65	7,560345524
8	44,13	3,562605958
9	130,67	10,54896262
10	106,4	8,58965044
11	85,2	6,878178736
12	54,18	4,373940421
13	57,98	4,680713651
14	120,99	9,767498184
15	184	14,85428272

Carga de ruptura (N) e resistência de união sob cisalhamento (Mpa) do Grupo II.

N°	Carga (N)	Tensão (MPa)
16	52,59	4,245580044
17	51,61	4,166464842
18	50,66	4,089771535
19	91,57	7,392427545
20	50	4,036489868
21	56	4,520868653
22	60,31	4,868814079
23	109,47	8,837490918
24	62	5,005247437
25	50,06	4,041333656
26	96,23	7,768628401
27	166,22	13,41890692
28	52,29	4,221361104
29	87,65	7,075966739
30	106,28	8,579962864

Carga de ruptura (N) e resistência de união sob cisalhamento (Mpa) do Grupo III.

N°	Carga (N)	Tensão (MPa)
33	76,74	6,19520465
34	51,78	4,180188908
35	52,88	4,268991685
36	92,67	7,481230322
37	50,38	4,067167191
38	56	4,520868653
39	96,11	7,758940825
40	54,79	4,423185598
41	57,25	4,621780899
42	51,06	4,122063454
43	52,78	4,260918705
44	91,94	7,42229757
45	82,01	6,620650682
46	71,71	5,789133769

Índice de adesivo remanescente no Grupo I.

CORPOS-DE-PROVA														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	2	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	2	0

Índice de adesivo remanescente no Grupo II.

CORPOS-DE-PROVA														
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27*	28	29	30
1	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1	0	1	1	2

* Fraturou o esmalte

Índice de adesivo remanescente no Grupo III.

CORPOS-DE-PROVA															
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
3	2	2	2	1	2	1	2	2	2	1	2	1	2	1	1

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)