

**LUCIA HELENA VIEIRA DINIZ BODI**

**Efeito da ciclagem mecânica na resistência de união à dentina humana  
de uma resina composta associada a dois sistemas adesivos**

São Paulo

2009

**LUCIA HELENA VIEIRA DINIZ BODI**

**Efeito da ciclagem mecânica na resistência de união à dentina humana  
de uma resina composta associada a dois sistemas adesivos**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, para obter o título de Mestre, pelo Programa de Pós-Graduação em Odontologia

Área de Concentração: Dentística

Orientador: Profa. Dra Míriam Lacalle Turbino

São Paulo

2009

## FOLHA DE APROVAÇÃO

Bodi LHVD. Efeito da ciclagem mecânica na resistência de união à dentina humana de uma resina composta associada a dois sistemas adesivos. Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Odontologia.

Aprovado em:    /    /2010

### Banca Examinadora

Prof(a). Dr(a). \_\_\_\_\_ Instituição: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof(a). Dr(a). \_\_\_\_\_ Instituição: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof(a). Dr(a). \_\_\_\_\_ Instituição: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

## **DEDICATÓRIA**

**DEDICO ESTE TRABALHO A MEUS PAIS LEONOR E ANTONIO PELO APOIO E CARINHO QUE SEMPRE ME DEDICARAM. À MEU MARIDO JANOS E MEUS FILHOS, GIZELA MARIA E GUILHERME, SEM OS QUAIS EU NÃO TERIA CONSEGUIDO ENFRENTAR ESSE NOVO DESAFIO NA MINHA VIDA, E A MEU IRMÃO LUIZ EDUARDO PELO ENTUSIASMO AO ESTUDO.**

## **AGRADECIMENTOS**

À minha orientadora Profa. Dra. Míriam Lacalle Turbino pela amizade, orientação e otimismo compartilhado na execução desse trabalho.

Ao amigo Prof. Dr. Glauco Fioranelli Vieira pelo incentivo e entusiasmo na realização desse meu sonho.

À querida Dra. Camilla Regina Galvão Bengtson pela grande ajuda na execução dos testes de laboratório e sua paciência e conhecimento nas releituras do trabalho.

Ao Dr. Washington Steagal por sua atenção, gentileza e troca de idéias.

À Dra. Yuri Arakaki pelo incentivo inicial.

A todos os professores da Disciplina de Dentística da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, na pessoa da Profa. Margareth Oda, pelo agradável convívio; e o prazer em rever ex-professores e ex-colegas durante o período do curso.

Aos colegas de pós-graduação, que dividiram o seu entusiasmo e conhecimento nas tarefas realizadas em grupo: Denis Nagase Airton Nóbrega; Fernando Hanashiro; Leila Ferreira; Gisela Castanho; Juliana Goldman; Angela Vigorito; Taciana Anfe; Luciana Espejo; Letícia Pan; Alessandra Andrade; Ângela Shimaoka; Ana Carolina Freitas; Fernando Kawaguchi; Andréa Lago; Angela Caroli; Amanda Silva; Bruna Federici; Débora Geraldo; Ellen Mendonça; Camila Gugliemi; Frederico Hori; Sérgio Botta; Simone Moretto; Tais Scaramucci .

Aos funcionários do Departamento de Dentística da Faculdade de Odontologia de São Paulo, Sonia Alves no laboratório, Luiz Carlos Aranha do departamento técnico, e a todos da secretaria: David, Selma, Ana e Leandro.

Ao Departamento de Engenharia Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Laboratório de Solos na pessoa do Prof. Fernando Marinho e, dos técnicos: Antonio Heitzmann, Joaquim Costa Jr. e Mario Takeashi.

À Universidade de São Paulo pela oportunidade de retornar a essa casa para realizar esse curso de Pós-Graduação..

"Cada dia que vivo, mais me convenço de que o desperdício da vida está no amor que não damos, nas forças que não usamos, na prudência egoísta que nada arrisca, e que, esquivando-se do sofrimento, perdemos também a felicidade"

Carlos Drummond de Andrade

## RESUMO

Bodi LHVD. Efeito da ciclagem mecânica na resistência de união à dentina humana de uma resina composta associada a dois sistemas adesivos. [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2009.

Diante da grande preocupação atual por sorrisos que também embelezem um rosto, a escolha por materiais estéticos impulsiona pesquisas, que tem como objetivo não só melhorar a qualidade, mas, facilitar o uso desses materiais pelos profissionais. Assim, a proposta desse trabalho foi avaliar a influência da ciclagem mecânica na resistência de união de uma resina composta associada a um sistema adesivo convencional e um autocondicionante à dentina humana hígida por meio de teste de microtração. Para o estudo, foram utilizados 40 terceiros molares humanos hígidos, nos quais as faces oclusais foram lixadas até a obtenção de uma superfície plana com exposição do tecido dentinário. Os dentes foram divididos, aleatoriamente, em quatro grupos (n=10) de acordo com o sistema adesivo utilizado e a realização ou não da ciclagem mecânica: G1 – Sistema adesivo Adper Single Bond 2 sem ciclagem mecânica (SB); G2 – Sistema adesivo Clearfil SE Bond sem ciclagem mecânica (CF); G3 - Sistema adesivo Adper Single Bond 2 com ciclagem mecânica (SBC); G4 - Sistema adesivo Clearfil SE Bond sem ciclagem mecânica (CFC). Blocos de resina composta foram confeccionados nas superfícies dentinárias após aplicação do sistema adesivo correspondente. Após esse passo, os espécimes dos grupos 3 e 4 passaram por ciclagem mecânica enquanto o restante ficou armazenado em água destilada, mantidos em estufa à 37°C até o momento do recorte dos espécimes para o teste de microtração. Os corpos de prova foram seccionados em planos perpendiculares à área de união para obtenção de espécimes com área de secção transversal aproximada de 1,0 mm<sup>2</sup>, que foram tracionados, em máquina de ensaios universal, a velocidade de 0,5mm/min. Os resultados de resistência de união foram analisados usando o teste estatístico análise de variância e os modos de fratura foram avaliados em lupa estereoscópica (25X). Não foram encontradas diferenças estatísticas entre os grupos (p<0,05). Pôde-se concluir que não houve influência da ciclagem mecânica nos valores de



resistência de união da resina composta associada a ambos os sistemas adesivos utilizados.

Palavras-Chave: Adesivos Dentinários. Análise do Estresse Dentário. Materiais Dentários.

## ABSTRACT

Bodi LHVD. Effect of mechanical cycling on the human dentin bond strength, of a composite associated to two adhesive systems. [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2009.

In face of an increasing concern about a smile profile that also enhances the overall facial appearance (esthetics), the choosing for more esthetic restorative materials, set in motion researches that have as objective not only the improvement of the quality, but also the easiness of use of these materials by clinicians. The purpose of this in vitro study was to evaluate, by means of a micro tensile test, the influence of the mechanical cycling, on the bond strength of a resin composite, associated to a total etch and a self etching adhesive systems, on the surfaces of sound human dentin. For this study, forty freshly extracted third molars had their occlusal surfaces grounded parallel-flat, until the dentin surfaces were completely exposed. The teeth were randomly divided in four groups (n=10) in accordance with the type of adhesive system and the mechanical cycling treatment, being: G1 – Adper Single Bond 2 without mechanical cycling (SB); G2 – Clearfill SE Bond without mechanical cycling (CF); G3 - Adper Single Bond 2 with mechanical cycling (SBC); G4 - Clearfill SE Bond without mechanical cycling (CFC). Following the application of the adhesive systems, regarding to each experimental condition, blocks of Z-250 composite were built, on the dentinal surfaces. After this step, the G3 and G4 specimens were submitted to the mechanical cycling test, while the G1 and G2 specimens were kept stored in distilled water at 37°C, until the moment of sectioning for the microtensile test. The specimens were seccionated perpendicularly to their adhesive area to obtain beam shaped specimens with approximate cross-section area of 0.8mm<sup>2</sup>, which were readily submitted to the microtensile test in a universal test machine with a crosshead speed of 0.5mm/min. The fracture modes were evaluated by means of a stereoscopic microscope (25x). There were no significant statistical differences founded in the bond strength values among the tested groups.

Keywords: Dentin-Bonding Agents. Dental Stress Analysis. Dental Materials

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 4.1 - Exposição e aplainamento da dentina em politriz .....                                | 27 |
| Figura 4.2 - Confeção do bloco de resina sobre a superfície dentinária .....                      | 28 |
| Figura 4.3 - Máquina de ciclagem mecânica (A) e corpos de prova no momento da ciclagem.....       | 29 |
| Figura 4.4 - Corte dos dentes para obtenção dos corpos de prova em forma de palitos .....         | 30 |
| Figura 4.5 - Corpo de prova obtido do dente colado no “Jig de Geraldeli” .....                    | 31 |
| Figura 4.6 - Máquina de ensaios universal Instron, utilizada para tracionamento dos palitos ..... | 31 |

## LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

|                 |                                     |
|-----------------|-------------------------------------|
| n               | número de repetições                |
| mmHg            | milímetros de mercúrio              |
| µm              | micrômetro                          |
| mm              | milímetro                           |
| mm <sup>2</sup> | milímetro quadrado                  |
| nm              | nanômetro                           |
| pH              | potencial hidrogeniônico            |
| GPa             | gigaPascal                          |
| N               | Newton                              |
| Kgf             | quilograma-força                    |
| MEV             | microscopia eletrônica de varredura |
| v               | velocidade                          |
| s               | segundos                            |
| mW              | miliwatt                            |
| cm <sup>2</sup> | centímetro quadrado                 |
| ISO             | International Standard Organization |
| Hz              | Hertz                               |
| mm/min          | milímetro por minuto                |
| Mpa             | MegaPascal                          |

## LISTA DE SÍMBOLOS

|    |                |
|----|----------------|
| %  | porcentagem    |
| °C | graus Celsius  |
| ≤  | menor ou igual |

## SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b> .....   | 14 |
| <b>2 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....                                  | 16 |
| <b>2.1 Substrato dentinário</b> .....                                 | 16 |
| <b>2.2 Mecanismos de adesividade</b> .....                            | 17 |
| <b>2.3 Resina composta</b> .....                                      | 19 |
| <b>2.4 Ciclagem Mecânica</b> .....                                    | 20 |
| <b>2.5 Microtração</b> .....  | 22 |
| <b>3 PROPOSIÇÃO</b> .....   | 25 |
| <b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....                                     | 26 |
| <b>4.1 Exposição da dentina</b> .....                                 | 26 |
| <b>4.2 Grupos experimentais e confecção dos corpos de prova</b> ..... | 27 |
| <b>4.3 Ciclagem mecânica</b> .....                                    | 29 |
| <b>4.4 Teste de microtração</b> .....                                 | 30 |
| <b>4.5 Análise estatística</b> .....                                  | 32 |
| <b>5 RESULTADOS</b> .....   | 33 |
| <b>6 DISCUSSÃO</b> .....  | 35 |
| <b>7 CONCLUSÕES</b> .....   | 43 |
| <b>REFERÊNCIAS</b> .....  | 44 |
| <b>APÊNDICES</b> .....  | 52 |
| <b>ANEXOS</b> .....   | 53 |

## 1 INTRODUÇÃO

Um dos desafios da moderna Odontologia Restauradora Adesiva ainda é a busca de materiais que apresentem biocompatibilidade com os tecidos dentários, fácil manipulação, bom vedamento cavitário, propriedades mecânicas e estéticas adequadas. Diante da grande preocupação atual por sorrisos que também embelezem um rosto, a escolha por materiais estéticos impulsiona pesquisas, que continuam aperfeiçoando esse tipo de material, no intuito de satisfazer todos esses requisitos. Assim, dentre as propriedades mecânicas, uma das mais estudadas é a adesão ou união desse material ao tecido dental que pode ser definida, basicamente, como um processo de formação de uma interface adesiva entre duas superfícies, podendo ser melhorada adicionando-se uma película de outro material, denominado adesivo (Anusavice, 1998).

Os primeiros trabalhos desenvolvidos para o aprimoramento da adesão das resinas ao esmalte dentário foram baseados em um condicionamento do esmalte com solução ácida, obtendo-se uma superfície porosa e seca, na qual um material resinoso fluído penetra e, após a polimerização, produz uma retenção mecânica (Buonocore, 1955).

Estudos atuais têm demonstrado que a adesão ao esmalte atingiu ótimos níveis de qualidade, mas, ainda existem dificuldades em estabelecer uma união duradoura e efetiva à dentina, que está associada às suas características morfológicas e fisiológicas diferentes do esmalte. Sua estrutura apresenta grande quantidade de túbulos dentinários com diâmetros e disposições espaciais variáveis, altamente permeáveis, e tem maior quantidade de água na sua composição, o que resulta em comprometimento na aplicação de um sistema adesivo em sua superfície (Hewlett, 2003)

Outra preocupação é o conhecimento do desempenho clínico dos materiais, mas, fatores relativos a questões éticas, alto custo e longo tempo de observação, dificultam ou inviabilizam estes estudos. Além disso, a diversidade de fatores presentes na cavidade oral dificulta a identificação da razão pela qual ocorrem falhas nas restaurações. Tentando uma forma de simular as tensões sofridas pelas restaurações na cavidade bucal, pesquisas laboratoriais têm utilizado os ensaios de ciclagem térmica e mecânica como parâmetros de avaliação do desempenho de

sistemas adesivos. Estes testes, realizados “in vitro”, tentam simular as alterações térmicas e as tensões que ocorrem na cavidade bucal e, procuram acelerar o envelhecimento dos materiais, para assim, predizer a durabilidade das restaurações (Nikaido, 2002).

Alguns estudos sugerem que a ciclagem mecânica pode acelerar a deterioração da interface dente/ restauração, podendo reduzir valores de resistência adesiva. Entretanto, a quantidade de ciclos, temperatura, carga e tipo de sistema adesivo empregados nesses estudos são altamente variáveis e dificultam comparações. Como consequência, resultados controversos são encontrados na avaliação do efeito da ciclagem mecânica (Li et al., 2002; Nikaido, 2002).

Com base nessas variações, o objetivo desse estudo foi avaliar a resistência de união à dentina de dois sistemas adesivos diferentes (um autocondicionante e um convencional) após serem submetidos à ciclagem mecânica, em temperatura de 37°C, empregando o teste de microtração.



## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Nesse estudo sobre a interferência da ciclagem mecânica na resistência da união de sistemas adesivos à dentina, realizamos uma revisão da literatura sobre as características do substrato dentinário, dos mecanismos de adesividade e da ciclagem mecânica, já que cada um desses fatores tem influência na qualidade e durabilidade de restaurações adesivas.

### 2.1 Substrato Dentinário

A dentina é uma estrutura avascular que não apresenta célula no seu interior e, a sua dureza é devido ao seu conteúdo mineral de cristais de hidroxiapatita que corresponde a 70% do seu peso. O restante da sua composição é aproximadamente 18% de matéria orgânica (fibrilas colágenas tipo I) e 12% de água. (Mjör; Ferjeskov, 1990; Katchburian; Arana, 2004). Além disso, o arranjo desses componentes (50% matéria inorgânica e 50% de orgânica e água por volume) faz da dentina um substrato essencialmente problemático na união com resina, quando comparado com o esmalte (Hewlett, 2003). Morfologicamente, a dentina é composta por uma matriz colágena contendo túbulos dentinários que são orientados perpendicularmente à junção amelo-dentinária (Pashley, 1989). Esses túbulos abrigam prolongamentos das células odontoblásticas e estão preenchidos pelo fluido pulpar, que exerce uma pressão de aproximadamente 10mmHg, o que mantém a dentina com umidade constante. (Marshall, 1993).

Essa estrutura tubular faz da dentina um tecido que possui certa resiliência ou elasticidade, desempenhando importante papel na sustentação do esmalte, amortecendo um pouco as forças da mastigação, reduzindo, desse modo, a possibilidade de fraturas. Os túbulos percorrem toda a estrutura da dentina de uma forma não retilínea, mas sinuosa, levando ao entrecruzamento entre eles; medem em torno de 1  $\mu\text{m}$  de diâmetro junto à junção amelo-dentinária e 2,5  $\mu\text{m}$  do lado da pré-dentina e, em áreas de igual tamanho (1mm<sup>2</sup>) dessas regiões, temos em média

19.000 na junção amelo-dentinária e 45.000 na pré-dentina (Katchburian; Arana, 2004).

A matriz de colágeno forma uma bainha ao redor dos túbulos, onde o mineral de carbonato nano-cristalino de apatita ocupa dois espaços: intrafibrilar (dentro de zonas de tag) e extrafibrilar (no interstício entre as fibras). A divisão entre esses dois locais não é uniforme, embora se acredite que entre 70 e 75% do mineral seja extra fibrilar Os cristais de mineral são como agulhas perto da polpa; a forma progride continuamente para uma placa aproximando-se do esmalte a espessura do cristal, de aproximadamente 5nm, é invariável com a localização (Kinney et al., 2003)

Portanto, a dentina possui características regionais que se refletem na sua permeabilidade em diferentes pontos do elemento dental. Devido à presença de alta densidade tubular e pequena área de dentina intertubular sobre os cornos pulpares, a permeabilidade é maior que na região mais periférica da mesma; na região proximal também é maior que na oclusal, que é maior que na área radicular (Giannini et al., 2002). A ação dos instrumentos rotatórios durante o preparo cavitário produz a deposição da camada de esfregaço ou “smear-layer” sobre a dentina, obstruindo os túbulos dentinários e diminuindo a permeabilidade desse substrato. A morfologia e permeabilidade da dentina e a formação de “smear-layer” estão associados ao processo de adesão, ao comportamento e à característica de união a esse substrato (Giannini et al., 2002). Quanto maior a permeabilidade do substrato será melhor a infiltração do adesivo para a formação dos “tags” de resina no interior dos túbulos dentinários e da camada híbrida na dentina intertubular (Arrais; Giannini, 2002).

## **2.2 Mecanismos de adesividade**

O fenômeno de adesão pode ser definido como sendo um estado no qual duas superfícies são mantidas unidas através de forças interfaciais, que podem consistir de forças químicas ou retentivas mecânicas, ou ainda, de uma associação de ambas (Retief; Denys, 1989; Rigsby et al., 1990) e, a maioria dos atuais pesquisadores concorda que essa adesão de materiais à dentina, é devida a forças

mecânicas resultantes do embricamento micro mecânico entre adesivo e dentina condicionada por ácidos e primers (De Munck et al., 2005).

Um dos processos de adesão à dentina é conhecido como sistema adesivo com condicionamento prévio (“all-etch”) em que a aplicação de um ácido (geralmente ácido fosfórico a 37% em gel), em sua superfície promove a remoção de minerais tanto da dentina quanto da “smear-layer” e o emprego de um monômero resinoso sobre essa superfície condicionada, resulta em uma união mecânica pelas microporosidades que aparecem, formando a camada híbrida (processo de hibridização) sobre a qual é aplicada a resina composta (Nakabayashi et al., 1982). Este processo traduz a transformação da superfície dentinária hidrofílica, através do emprego de um ácido, em uma superfície hidrofóbica pelo primer, o que permite a penetração da resina adesiva com mais eficácia na rede colágena exposta, havendo a formação dos “tags” nos túbulos dentinários desobstruídos e a estabilização da camada híbrida formada (Nakabayashi et al., 1982). Após o condicionamento ácido da dentina é importante a manutenção da umidade da superfície dentinária, evitando o colapso das fibras colágenas, o que permite molhamento e infiltração do adesivo (Pashley; Carvalho, 1997).

No entanto, clinicamente, alguns fatores dificultam a obtenção de uma adequada umidade do substrato dentinário para o processo adesivo. A dentina é um tecido rico em túbulos que se comunicam com a câmara pulpar, mantendo um constante fluxo de líquido em direção à superfície, assim, cavidades mais profundas próximas à polpa, exibem uma maior permeabilidade dentinária pela maior concentração e maior diâmetro dos túbulos dentinários (Pashley et al., 1995).

Nessas regiões a pressão pulpar exerce uma maior influência elevando a umidade tecidual e afetando negativamente a resistência adesiva dos adesivos com condicionamento prévio, principalmente nos cornos pulpares. Além disso, em preparos cavitários mais complexos, é difícil a obtenção de uma união padrão de umidade da superfície dentinária, podendo haver variações entre os extremos de umidade até locais com ressecamento dentinário (Pereira et al., 1999).

Temos também o processo conhecido como sistema adesivo autocondicionante (“self etch”) em que são utilizados monômeros ácidos e/ou ácidos orgânicos (com ausência de condicionamento ácido), que conseguem condicionar e penetrar de 1 a 2 nm em média na dentina para a formação da camada híbrida (Van Meerbeek et al., 1998; Van Meerbeek et al., 2003) . Esse mecanismo de ação tem

sido descrito desde 1994, quando da utilização do Phenyl-P, o primeiro monômero ácido responsável em preparar esmalte e dentina para união dos materiais restauradores resinosos aos substratos dentais (Chigira et al., 1994; Watanabe et al., 1994). Esse sistema tem a vantagem de evitar o colapso das fibrilas de colágeno e a ocorrência de fibrilas desprotegidas pela resina aplicada (Tay et al., 2002; Van Meerbeek et al., 2003; Carvalho et al., 2005;).

Há, basicamente, dois tipos de adesivos autocondicionantes: fortes e fracos. Os fortes tem pH muito baixo ( $\leq 1$ ) e produzem o mesmo efeito dos adesivos com condicionamento ácido. Os fracos (pH próximo a 2) dissolvem a superfície dentinária somente parcialmente, assim, muitos cristais de hidroxiapatita permanecem dentro da camada híbrida. Grupos específicos de carboxil ou fosfatos presentes nos monômeros podem então interagir com essa hidroxiapatita residual, quimicamente reforçando a durabilidade da restauração (Yoshida et al., 2004).

Portanto, a uniformidade da camada híbrida é sempre desejável, porém, existem dificuldades relacionadas a vários fatores, como a concentração de umidade, tempo de condicionamento ácido e composição dos sistemas adesivos e da dentina, que concorrem negativamente para a obtenção dessa característica em toda sua extensão. (Carvalho et al., 1999; Bouillaguet et al., 2001).

## **2.3 Resina Composta**

As resinas compostas receberam diversas modificações na sua composição para melhorar as suas propriedades, tanto na fase orgânica quanto inorgânica, a fim de se conseguir uma melhor manipulação, maior resistência ao desgaste, maior lisura superficial, menor descoloração e menor contração de polimerização. Um fator importante são as partículas de carga que servem de material de reforço, melhorando as propriedades mecânicas, inclusive a dureza e, diminuindo as alterações dimensionais e de polimerização (Ferracane, 1995).

Muitos trabalhos mostraram que as propriedades dos materiais restauradores podem ser comparadas às do esmalte e dentina.

Na década de 90, as resinas compostas classificadas como micro-híbridas, entre elas a Filtek Z-250(3M), tiveram incorporadas a sua composição

partículas de vidro de bário ou de zircônia e passaram a apresentar tamanho médio de partículas de 0,6µm. Essas resinas apresentam viscosidade média, módulo de elasticidade semelhante à dentina (15 a 20 GPa) e podem ser utilizadas em restaurações diretas de dentes anteriores e posteriores.(Garone et al., 2003).

## 2.4 Ciclagem Mecânica

A ciclagem mecânica é empregada em muitos estudos na tentativa de simular as forças geradas durante os movimentos mastigatórios, e, é muito comum esses estudos apresentarem a ciclagem mecânica, térmica e de pH em conjunto, ou isoladas, nas avaliações de resistência de união de sistemas adesivos e de microinfiltração.

A influência que a força mastigatória exerce sobre o vedamento marginal é outro fator importante a ser considerado. Qvist (1983) verificou que a infiltração marginal em restaurações de classe V realizadas em molares humanos “*in vivo*” foi maior nos molares que apresentavam antagonistas; o autor concluiu que a mastigação exerce grande influência na qualidade da adaptação marginal de restaurações com resina composta e o seu efeito deve ser considerado no planejamento dos testes de infiltração.

Abdala e Davidson (1996) avaliaram o efeito da ciclagem mecânica na capacidade seladora de diferentes adesivos em restaurações Classe I, *in vitro*. Os grupos foram: (Clearfil Liner Bond+Clearfil Photo Posterior); (Scotch Bond Multipurpose +Z100); (Syntac+Heliomolar) e (Gluma 2000+Pekalux). Metade dos espécimes de cada grupo foi submetida ao stress oclusal (5.000 ciclos; 125N de carga) em solução de azul de metileno a 2%. Os espécimes submetidos à ciclagem mecânica apresentaram um aumento significativo na infiltração do corante. Os autores concluíram que a ciclagem mecânica pode afetar o vedamento em restaurações Classe I de resina composta e que este fato depende da resistência de união do sistema adesivo utilizado e da interposição ou não de material de baixo módulo de elasticidade.

Em outro estudo, Miranda Jr. et al. (1999) avaliaram a influência da ciclagem mecânica na microinfiltração de duas resinas compostas condensáveis

(Solitaire e Alert) inseridas em cavidades de classe II, com e sem o uso de forramento com resina de baixo módulo de elasticidade (Wave). A resina Charisma foi usada como controle (sob as mesmas condições). Os dentes restaurados foram termociclados (750 ciclos, 5°C e 55° C) e metade, de cada condição experimental, submetida ao carregamento oclusal (100.000 ciclos e 8 kgf de carga). Os dentes foram imersos em solução de azul de metileno a 0,5% e submetidos à análise de microinfiltração. Os resultados mostraram: maior infiltração nos grupos submetidos ao carregamento oclusal; nenhuma diferença estatística entre as resinas condensáveis e grupo controle; a resina composta de baixo módulo de elasticidade não teve influência no selamento marginal; os dois adesivos mostraram um comportamento similar, exceto no grupo onde foi utilizada a resina Charisma (controle) e o agente de união autocondicionante (Etch & Prime 3.0), que exibiu maior infiltração. Os autores concluíram que o uso de resinas condensáveis, com ou sem o emprego de resinas de baixo módulo de elasticidade como agentes de forramento, não foi capaz de impedir a infiltração marginal em cavidades de classe II com o término em cimento, que foi agravada pela ciclagem mecânica.

Um estudo realizado em dentes decíduos com os sistemas adesivos Single Bond e Clearfil SE Bond e a resina composta Z100, a autora efetuou combinações com a ciclagem mecânica (100.000 ciclos e 8 kgf de carga), ciclagem de pH (10 ciclos, 8 horas de imersão em solução desmineralizadora e 16 horas em solução mineralizadora) e ciclagem térmica (2.000 ciclos, 5° e 55°). Como resultado obteve resistência de união desses sistemas adesivos influenciada negativamente pela aplicação dessas tensões e não foram encontradas diferenças estatísticas significantes de resistência de união entre os sistemas adesivos (Rocha, 2004).

Em outro estudo realizado com um adesivo e uma resina composta, o autor comparou um grupo de dentes permanentes que recebeu uma restauração classe I e outro, que após planificação da face oclusal, recebeu um bloco de resina. No resultado final, após ciclagem mecânica (10.000, 50.000 e 100.000 ciclos, 50 N de carga por 0,5 s) e térmica, (2.000 ciclos, 5° - 55°C) ocorreu alteração de adesão nas restaurações classe I (Nikaido, 2002).

Lodovici et al., (2009) avaliaram a influência da espessura da camada de adesivo na resistência de união resina-dentina, com os sistemas adesivos Scotchbond Multipurpose, Clearfill SE Bond e a resina Filtek Z 250, que foram aplicados em superfícies lisas de dentina (baixo fator C). Os dentes foram

submetidos à ciclagem térmica (1.000 ciclos; 5°C e 55°C) e mecânica (500.000 ciclos; 10kgf de carga, 4 hz) e, em seguida, seccionados em forma de palitos e tracionados. Os maiores valores de força adesiva foram observados para o adesivo Scotchbond Multipurpose, independente da espessura da camada de adesivo que na intenção de agir como uma camada intermediária flexível, não minimizou o dano causado pela ciclagem térmica e mecânica para os dois adesivos.

Por mais que se tente imitar as condições de estresse da cavidade bucal, tanto a ciclagem mecânica quanto a ciclagem térmica são realizadas, muitas vezes, em condições diversas de carga, temperatura e de número de ciclos. Estas condições, nem sempre estão em acordo com as especificações da ISO 11405 (2003).

## **2.5 Microtração**

Para avaliação da resistência de união de um material ao dente, os testes de laboratório mais utilizados são microtração e cisalhamento tanto para a dentina quanto para o esmalte. O diferencial do teste de microtração é a obtenção de vários espécimes de um único dente, apesar de termos diferenças de estrutura nas várias regiões desse dente (Pashley et al., 1999; De Munck et al., 2005).

Sano et al. (1994), quando diminuíram a área de união a ser testada, concluíram que seria maior o valor de resistência adesiva obtido, provavelmente por existirem menos defeitos que levam à concentração de estresse, podendo iniciar a formação e propagação de trincas, resultando na ruptura dos espécimes, com cargas de baixo valor. Também é conhecido que a zona de união não é uniforme microscopicamente, contendo bolhas de ar, separações de fase, rugosidade superficial, e espessura não uniforme de película de adesivo (Pashley et al., 1995).

Esse estudo comparou os valores de resistência de união obtidos ao empregar-se o teste de cisalhamento e o teste de microtração. Para a avaliação da resistência de união pela técnica de microtração, utilizaram-se 30 dentes divididos em cinco grupos dependendo do sistema adesivo testado (Clearfill Liner Bond Prime e Bond, C com ácido fosfórico e com ácido maleico e Scotchbond Multipurpose Plus). Os dentes foram seccionados e preparados para o teste tendo área de

adesão de aproximadamente 1,7mm<sup>2</sup>. Assim, após armazenamento por 24 horas a 37°C em solução salina, realizaram-se as leituras. Para a técnica de cisalhamento, empregaram-se 35 dentes divididos também em 5 grupos e a área de união testada foi de 3,4mm de diâmetro. Todos os espécimes foram posteriormente observados em microscópio óptico e em MEV. Para o teste de microtração o sistema adesivo Clearfil apresentou valores de resistência de união maior, estatisticamente significativa, que os outros sistemas adesivos e no teste de cisalhamento não houve diferença entre os grupos. Os autores concluíram que o teste de microtração é um meio mais fiel para avaliar a resistência de união que o teste de cisalhamento (Schreiner et al., 1998).

Cardoso et al. (1998) estudaram a força de união dos sistemas adesivos Single Bond, Scotchbond Multipurpose Plus e Etch&prime 3.0 utilizando os testes de microtração e cisalhamento. A média dos valores obtidos para o teste de microtração com área de secção transversal de aproximadamente 0,25 mm<sup>2</sup> foi  $31,69 \pm 10,67$ , para o teste de cisalhamento  $9,68 \pm 5,08$  e para o teste de tração  $6,85 \pm 3,96$ . Não foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre os adesivos no teste de microtração, mas, nos testes de tração e cisalhamento o sistema adesivo Single Bond apresentou valores estatisticamente maiores que os outros adesivos estudados. Os autores concluíram que dependendo da metodologia aplicada para se estudar a adesividade de sistemas adesivos, as diferenças entre esses sistemas podem variar.

Este outro estudo avaliou a influência de diferentes protocolos de ciclagem mecânica e térmica através do teste de microtração, em margens de dentina cervical de restaurações classe II efetuadas em incisivos bovinos. Foi utilizada a resina composta Filtek-250 e três sistemas adesivos: Single Bond e OptiBond Solo Plus, ambos total etch e Clearfil SE Bond self-etching. Os grupos de ciclagem mecânica variaram seus valores em: 100.000, 200.000 e 500.000 ciclos/80 N de carga e 2 hertz e, a ciclagem térmica em  $5 \pm 2^\circ\text{C}$  e  $55 \pm 2^\circ\text{C}/ 60 \text{ s}$ .

Foram obtidos espécimes (palitos) com área de união de 0,8-1 mm, que foram submetidos ao teste de microtração ( $v=0,5 \text{ mm/minuto}$ ). O adesivo Clearfil apresentou forças médias de adesão menores comparadas aos outros adesivos ( $p=0.05$ ), mas os espécimes restaurados com os outros adesivos não resistiram a ciclagem mecânica de 200,000 e 500.000 ciclos associado à térmica. A aplicação de



100.000 ciclos não apresentou um decréscimo na resistência de união comparado ao controle, sem ciclagens (Mitsui et al., 2006).

Para avaliar, através da microtração, a resistência de união de cinco sistemas adesivos submetidos à ciclagem mecânica, os autores utilizaram superfícies dentinária de molares humanos, que após preparo receberam os adesivos: Single Bond, Prime&Bond NT, Prime&Bond XP (total etch self-priming), Clearfil SE Bond (self-etch) e Etch&Prime 3.0 (all-in-one). Na aplicação foram seguidas as instruções do fabricante e, efetuados blocos de resina Tetric Ceram. Após 24 h., metade dos espécimes foram ciclados (5.000 ciclos; 90N de carga). Os dentes foram seccionados e passaram por microtração (0,5 mm/minuto). Sem ciclagem os melhores resultados foram do Clearfil SE Bond e Single Bond, valores equiparados para o Prime&Bond NT e Prime&Bond XP e o pior resultado foi o Etch&Prime 3.0. Após a ciclagem mecânica, ocorreu diminuição nos valores da microtração de todos os grupos exceto o Prime&Bond XP. Os sistemas adesivos Clearfil SE Bond, Single Bond e Prime&Bond XP obtiveram maior resistência de união que Prime&Bond NT. A relevância clínica, quando utilizamos o sistema adesivo Etch&Prime 3.0 é que a interface de adesão não suportaria ciclagem mecânica, e isso pode interferir na durabilidade da restauração. Se a dentina recebe condicionamento ácido, os sistemas adesivos com água no solvente mostraram maior resistência adesiva após ciclagem mecânica (Toledano et al., 2006).

### **3 PROPOSIÇÃO**

Avaliar a influência da ciclagem mecânica na resistência de união de uma resina composta associada a um sistema adesivo convencional e um autocondicionante à dentina humana hígida por meio de teste de microtração.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

A realização dessa pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo (CEP FOU SP), (parecer de aprovação n°67/2009) (Anexo A).

Nesse trabalho foram utilizados 40 terceiros molares humanos hígidos, fornecidos pelo Banco de Dentes Humanos da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo. Estes dentes foram limpos com cureta periodontal, lavados em água corrente, secos com papel absorvente, observados em lupa estereoscópica (Olympus, Japan) com 25X de aumento para confirmar a ausência de defeitos e trincas pré-existentes, sendo em seguida armazenados em água destilada a 4°C.

### 4.1 Exposição da dentina

Esses dentes foram preparados para exposição de dentina na sua face oclusal, através de lixamento em politriz, Ecomet 3 (Buehler, USA), usando-se uma seqüência de lixas d'água de carboneto de silício de granulação decrescente (120, 240, 400 e 600), sob refrigeração. Com as duas primeiras, consegue-se expor a dentina, criando uma superfície plana e padronizando a camada de esfregaço. Após a exposição da dentina, foram utilizadas lixas 400 por 10 segundos e lixa 600 por 60 segundos, rotacionando o dente em 90° obtendo-se uma superfície dentinária polida (Figura 4.1).

Após a obtenção das superfícies desejadas, os dentes foram lavados em água corrente e armazenados em água destilada a 4°C, até o momento da confecção dos blocos de resina.



Figura 4.1 – Exposição e aplainamento da dentina em politriz

## 4.2 Grupos experimentais e confecção dos corpos de prova

Os dentes foram divididos aleatoriamente em dois grupos, contendo cada um 20 elementos. No primeiro grupo foi efetuado o condicionamento da superfície dentinária exposta com ácido fosfórico 37% por 15 segundos, seguida do enxague das mesmas por 15 segundos com água destilada e o excesso de água eliminado com papel absorvente por 5 segundos para aplicação, utilizando microbrushing (Cavibrush, FGM), do sistema adesivo convencional Adper Single Bond 2 (3M/ESPE), seguindo a orientação do fabricante, ou seja, em duas camadas consecutivas, fotoativadas com luz halógena ( $500\text{mw}/\text{cm}^2$ ) por 10 segundos cada uma, com aparelho Degulux Soft-star (Degussa-Huls). O aparelho era calibrado no radiômetro a cada dez dentes trabalhados.

No segundo grupo, de modo semelhante, após o polimento das superfícies e enxague das mesmas, as superfícies tiveram o excesso de água eliminado com papel absorvente e, foram aplicadas duas camadas do sistema adesivo Clearfil SE Bond (Kuraray), inicialmente o Primer por 20 segundos, secando-se com delicado jato de ar e, em seguida, aplicou-se o Bond, que foi fotopolimerizado por 10 segundos com a mesma fonte de luz halógena e com a calibragem do aparelho no radiômetro.

Os sistemas adesivos e a resina composta empregados nessa pesquisa estão relacionados no quadro 4.1.

| Material / Fabricante   | Composição  | Lote  |
|---|---|-------|
| Sistema Adesivo Single Bond / 3M ESPE   | Ácido fosfórico 35%<br>Bis-GMA, HEMA, PAA, etanol e água  | 7MY   |
| Sistema Adesivo Clearfil SE Bond / KURARAY  | <i>Primer:</i> MDP, HEMA, dimetacrilatos<br>hidrófilos, CQ, água<br><i>Adesivo:</i> MDP, HEMA, Bis-GMA,<br>dimetacrilatos hidrófilos, micropartículas | 51454 |
| Resina Composta Filtek Z-250 / 3M ESPE  | Bis-GMA, UEDMA, Bis-EMA, partículas inorgânicas de zircônia/sílica (60% em volume)  | 7KL   |
| Abreviações: Bis-GMA = bisfenol-glicidil-metacrilato; HEMA = 2-hidroxietilmetacrilato; PAA = co-polímero de ácido polialcenóico; CQ = canforquinona; MDP = 10-metacrilóiloxidecil dihidrogênio fosfato; UEDMA = uretanoetil dimetacrilato; Bis-EMA = bisfenol-polietileno glicol dimetacrilato. |   |       |

Quadro 4.1 – Sistemas adesivos e resina composta utilizados e suas respectivas composições, fabricantes e lotes

Após a aplicação dos sistemas adesivos, blocos de resina composta Filtek Z-250 (3M ESPE), com dimensões aproximadas de 5x5x4 mm, foram construídos na superfície dentinária de todos os dentes. Foram aplicados três incrementos de, aproximadamente 1,5mm de espessura e, cada incremento fotoativado por 20 segundos com a mesma fonte de luz halógena, seguindo orientação do fabricante da resina composta (Figura 4.2). Cada grupo de 20 dentes foi subdividido, aleatoriamente, em dois subgrupos de 10 elementos (n=10). Os quatro subgrupos de dentes foram armazenados em água destilada, na estufa a 37°C.



Figura 4.2 – Confecção do bloco de resina sobre a superfície dentinária

### 4.3 Ciclagem mecânica

Cada dente foi fixado em uma base de PVC (Tigre) com resina acrílica quimicamente ativada (JET Clássico), na proporção 1:1, formando um corpo de prova de 33 mm de altura para melhor adaptação na base da máquina de ciclagem mecânica, e continuaram armazenados em água destilada, na estufa a 37°C, até o momento do ensaio mecânico de ciclagem.

Assim, metade dos dentes de cada um dos sistemas adesivos passou pela ciclagem mecânica, no equipamento MFD-08 AMM Instrumental, Brasil, do Departamento de Dentística da FOUSP, tendo uma ponta de poliacetal na extremidade de cada pistão, permitindo uma distância de aproximadamente 33mm, para a adaptação do corpo de prova (Figura 4.3). Através de mecanismos automáticos, foi estabelecido aplicação de 50.000 ciclos, com carga inicial, no primeiro contato da ponta de poliacetal no corpo de prova, de 6kgf e chegando a 12 kgf (durante o movimento de rotação da ponta de 30°) na freqüência de 2.5 Hz. Os corpos de prova, fixados à base do equipamento, estavam mergulhados em água destilada durante o ensaio e mantidos à temperatura de 37°C, por dispositivo da própria máquina. No mesmo período da ciclagem mecânica, os outros grupos continuaram armazenados em estufa a 37°C.

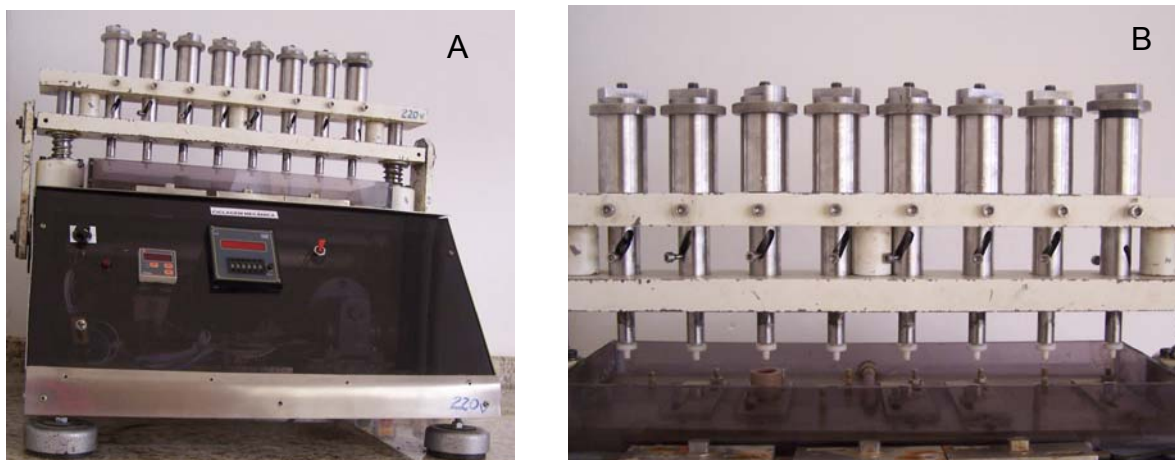


Figura 4.3 – Máquina de ciclagem mecânica (A) e corpos de prova no momento da ciclagem (B)

#### 4.4 Teste de Microtração

Todos os dentes, que estavam fixados na base de resina acrílica, foram cortados no sentido ocluso-cervical e méso-distal, obtendo-se espécimes “palitos” com área de secção transversal aproximada de  $1\text{mm}^2$  e comprimento de 8mm. Para isso foi utilizada a máquina de corte Isomet 1000 (Buehler, Lake Bluff,IL,USA) com disco diamantado (Buehler, Lake Bluff,IL,USA), inicialmente na velocidade de 200rpm para os primeiros cortes perpendiculares à face oclusal e na velocidade de 175rpm para os cortes efetuados a  $90^\circ$  do inicial (Figura 4.4).



Figura 4.4 – Corte dos dentes para obtenção dos corpos de prova em forma de palitos

Para a avaliação da adesão foi empregado o teste de microtração. Antes de ser submetido à tração, cada espécime foi examinado em lupa estereoscópica com 25x de aumento, para observar se não havia bolhas ou outras imperfeições nessa região da resina, contígua à interface, que justificasse sua exclusão. Esses espécimes foram medidos na largura e espessura com paquímetro digital com precisão de 0,01mm (Mitutoyo-Brasil), para cálculo da área adesiva. Em seguida, as extremidades dos palitos foram coladas com cola gel (Henkel Loctite) no dispositivo de microtração Jig de Geraldeli, posicionando a área adesiva perpendicular ao longo eixo da força de tração (Figura 4.5). Cada conjunto era fixado

em máquina de ensaios universal Instron - 2367 do Departamento de Engenharia Civil da Escola Politécnica da USP (Laboratório de Solos) e, cada espécime era tracionado a uma velocidade de 0,5mm/min., até que ocorria a ruptura do mesmo (Figura 4.6).



Figura 4.5 – Corpo de prova obtido no corte do dente colado no jig de Geraldeli

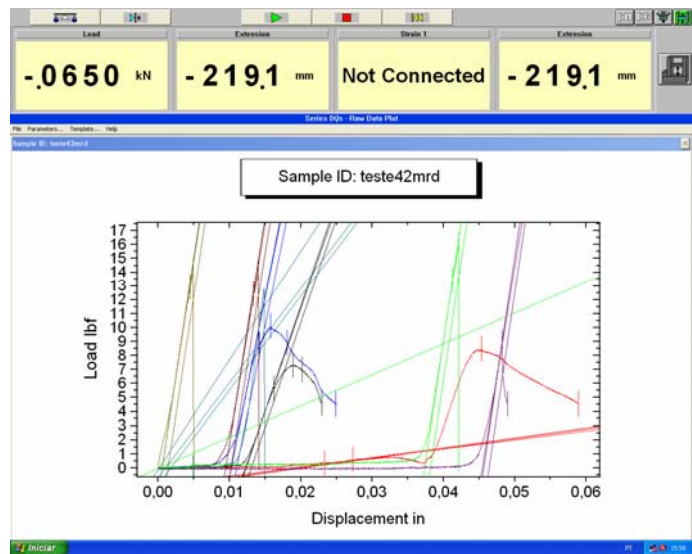


Figura 4.6 – Máquina de ensaios universal Instron, utilizada para tracionamento dos palitos

O valor da carga medida em Newton (N) era registrado e o espécime era examinado na mesma lupa, para observarmos qual o tipo de fratura que ocorreu: coesiva em dentina, coesiva em resina ou na interface. Apenas os espécimes que mostraram fratura adesiva ou mista é que foram usados no cálculo de resistência adesiva. A carga de ruptura de cada corpo de prova era dividida por sua área de união e o resultado convertido em Mega-Pascal (MPa) pela fórmula matemática :



$$R_u = (F / A) \times 0,0981$$

$R_u$  =resistência da união,

$F$  = carga necessária para fraturar o corpo-de-prova,

$A$  =área da interface de união em  $\text{cm}^2$

0,0981 = constante para transformação das unidades  $\text{kgf/cm}^2$  para MPa.

Para se obter os valores de adesão, foi calculada a média entre todos os espécimes selecionados de cada dente.

#### **4.5 Análise Estatística**

Cada dente foi considerado como uma unidade amostral e, assim, todos os corpos de prova de um mesmo dente deram origem a um único valor. As diferenças na resistência de união entre os grupos foram analisadas estatisticamente por meio de Análise de Variância com nível de significância de 5%.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Análise da resistência adesiva

Os dados obtidos no estudo corresponderam a 40 valores de resistência de união, pelo ensaio de microtração. Esses valores foram decorrentes da média dos valores de resistência de união dos palitos obtidos em cada dente, sendo avaliados dois sistemas adesivos e a aplicação ou não da ciclagem mecânica, com 10 repetições para cada grupo (Apêndice A).

Os valores apresentaram uma distribuição normal de acordo com o teste de aderência à curva normal pelo cálculo do Qui-quadrado ( $\chi^2=3,75$ ) e homogênea, cujo teste de homogeneidade de Cochran apresentou um valor calculado de 0,3435 (valor crítico de 0,5017). Definida a possibilidade de aplicação de estatísticas paramétricas foi eleito o teste de Análise de Variância. O nível de significância adotado foi de 5% ( $p<0,05\%$ ).

Na comparação entre os quatro grupos correspondentes aos diferentes tipos de sistemas adesivos testados e aplicação ou não da ciclagem mecânica, não foi observada diferença estatisticamente significativa, o que pode ser observado na tabela 5.1.

Tabela 5.1 – Análise de variância para os valores da resistência de união

| FONTES DE VARIAÇÃO | GL     | SQ        | QM      |
|--------------------|--------|-----------|---------|
| Tratamentos        | 3      | 334.693   | 111.564 |
| Erro               | 36     | 27.9 e+02 | 77.45   |
| F =                | 1.4405 |           |         |
| (p) =              | 0.2462 |           |         |

Os valores médios e os desvios padrão dos grupos analisados estão representados na tabela 5.2.

Tabela 5.2 – Médias e desvios padrão dos grupos experimentais

|              | Sistemas Adesivos |                  |
|--------------|-------------------|------------------|
|              | Single Bond 2     | Clearfil SE Bond |
| Sem ciclagem | 40,44 ± 6,79      | 40,97 ± 9,79     |
| Com ciclagem | 44,18 ± 8,80      | 47,67 ± 7,71     |

## 5.2 Análise do padrão de fratura

Na tabela 5.3 está apresentado o número de espécimes utilizados para cada grupo experimental. Além disso, estão apresentados separadamente os espécimes que, de acordo com a avaliação realizada em microscopia óptica apresentaram fraturas coesivas em resina (FCR), fraturas coesivas em dentina (FCD) e ainda os que apresentaram fraturas envolvendo a interface, localizadas na camada híbrida ou em mais de um substrato (mistras) (FI).

Tabela 5.3 – Número de espécimes utilizados, perdidos e o total em cada grupo

| Grupo           | FI  | FCD | FCR | Total de palitos |
|-----------------|-----|-----|-----|------------------|
| SB sem ciclagem | 113 | 8   | 5   | 126              |
| SB com ciclagem | 120 | 5   | 0   | 125              |
| SE sem ciclagem | 140 | 9   | 3   | 152              |
| SE com ciclagem | 149 | 5   | 1   | 155              |
| TOTAIS          | 522 | 27  | 9   | 558              |

FCR – fraturas coesivas em resina; FCD – fraturas coesivas em dentina; FI – fraturas envolvendo a interface (camada híbrida e mistras); SE – Clearfil SE Bond; SB – Single Bond 2.

Observa-se na tabela 5.3 que a distribuição do padrão de fratura foi semelhante para todos os grupos, ocorrendo pequeno número de fraturas coesivas em resina e dentina.

## 6 DISCUSSÃO

Os sistemas adesivos têm duas finalidades primordiais, uma é promover a adesão de uma restauração ao dente e a outra é impedir a infiltração marginal, não apenas no momento da confecção da restauração, pois sua durabilidade com o uso é um fator essencial. Com relação à adesão, conforme a extensão e a localização da restauração ela poderá estar sujeita a diferentes tipos de forças que tendem a deslocá-la do dente e, fica óbvio que para removê-la de seu nicho, forças de tração ou de cisalhamento são necessárias. Além da resistência a esses esforços, o sistema adesivo tem que estar apto a resistir a cargas repetitivas, pois o estresse causado por essas tensões constantes é que geram falhas nas restaurações, tanto adesivas quanto coesivas e, essas tensões tanto podem ser de ordem mecânica, térmica ou química. Outro fato importante é que, para uma mesma restauração, paredes diferentes estão sujeitas a diferentes tipos de esforços mecânicos.

Se quisermos reproduzir as cargas geradas durante os movimentos mastigatórios e que podem influenciar negativamente nas restaurações adesivas, podemos realizar o teste de ciclagem mecânica, que muitas vezes é realizado em conjunto com o de ciclagem térmica ou de pH. Em vários estudos que utilizam a ciclagem mecânica fica claro que esse é um método usado para acelerar a deterioração da interface dente/restauração (Dietschi; Herzfeld, 1998; DeLong; Douglas, 1983), o que pode ser avaliado utilizando metodologias de microinfiltração e resistência adesiva (Mitsui et al., 2006; Mine et al., 2009). Entretanto, a comparação entre os protocolos desses estudos é muito difícil, pois os autores utilizam diferentes valores de carga, de número de ciclos e de frequências.

Em outros estudos também se faz uso, em conjunto, de ciclagem mecânica e térmica na avaliação de propriedades mecânicas de materiais dentários tentando simular mudanças que ocorrem no meio bucal (Abdalla; Davidson, 1996; Paula et al., 2008; Leibrock, 1999).

Nesse estudo, não foi comprovada a influência da ciclagem mecânica, isto é, a aplicação de cargas mecânicas axiais repetitivas (compressão e torção), na resistência de união dos adesivos selecionados.

Estes resultados estão de acordo com pesquisas realizadas por Bedran-de-Castro et al.(2004), Rocha (2004) e Nikaido et al. (2002), que utilizaram metodologias semelhantes. Nikaido et al. (2002) questiona a validade da ciclagem mecânica quando realizada dessa maneira, já que, provavelmente, o material restaurador estaria servindo como um amortecedor para a dissipação da carga na linha de adesão.

Divergindo dos nossos resultados, Nikaido et al. (2002), fizeram ainda um grupo de cavidades Classe I ciclados mecanicamente por 10.000, 50.000 e 100.000 vezes, sempre associando a ciclagem térmica e encontrou diferença entre os grupos ciclados e não ciclados a partir dos 50.000 ciclos. Frankenberger (2005), em fatias de dentina utilizou vários números de ciclos para a ciclagem mecânica, 100, 1.000, 10.000 e 100.000 ciclos antes do teste de microtração e notou que há uma queda nos valores de microtração conforme se aumenta o número de ciclos mecânicos associados a ciclos térmicos.

Isto ressalta a idéia de que esse não é o único fator a interferir no sucesso clínico de uma restauração, e que fatores como a conformação da cavidade, número de ciclos, maneira como a força é aplicada e magnitude dessa força, podem gerar resultados discrepantes entre estudos.

A escolha do teste de microtração justifica-se pela redução da área adesiva para valores menores possibilitando, por exemplo, melhorar a distribuição das tensões na interface e diminuir a ocorrência de defeitos na interface resina-dente (Sano et al., 1994). A utilização desse método favorece a obtenção de falhas quase que exclusivamente adesivas, permitindo desta forma, análise mais fiel da resistência de união entre o material e a estrutura dentária (Pashley et al., 1995; Phrukkanon et al.,1998; Schreiner et al., 1998). Além disso, essa metodologia permite avaliar a resistência à fratura em áreas restritas, o cálculo de valores em um único dente e testes de união em superfícies irregulares (Pashley et al., 1995).

Existem vários testes mecânicos utilizados para a avaliação da interface adesivo/dente/restauração, mas ao ser selecionado um teste mecânico para avaliar a resistência de união de um determinado material aos substratos dentários, pode-se partir do pressuposto que a carga aplicada será transmitida exclusivamente à interface adesiva. Na realidade, ao se aplicar a carga, quer seja de tração, cisalhamento ou outra forma, esta certamente se distribuirá pelos substratos (aderente, aderido e adesivo) e sofrerá alterações influenciadas pelas características

físicas de cada um deles (tipo de substrato, tipo de teste, tamanho dos corpos-de-prova, volume de material, extensão da área adesiva, local, velocidade e direção de aplicação da carga), gerando uma propagação não uniforme das tensões nos corpos-de-prova. Outro fato importante é que qualquer estudo que avalie a resistência adesiva de um determinado material a um substrato, deve sempre considerar o modo de fratura dos espécimes para avaliar não somente se essa foi adesiva, coesiva ou mista, mas também para que, através dessa análise, se possa avaliar criticamente a eficácia do método empregado para o teste e as conclusões obtidas (Garcia et al., 2002)

Foi realizada uma análise crítica a respeito de trabalhos de microinfiltração mostrando que talvez a facilidade de realização de certa metodologia seja o principal fator de sua escolha na realização de testes para estressar uma restauração em suas margens e avaliar sua resistência estrutural. Na ciclagem térmica, as diferenças de temperatura dos banhos térmicos geram diferenças em expansão e contração entre material restaurador e estrutura dentária, influenciando na infiltração marginal dessas restaurações que apresentam alto coeficiente de expansão térmico-linear e alta difusividade térmica, o que promove a contração e expansão da restauração de modo diferente do que ocorre na estrutura dentária, fragilizando a interface dente/restauração (Pazinatto, Atta,2004).

Outro fator a ser considerado é com relação ao tempo de armazenagem dos espécimes antes de serem submetidos aos testes de adesão, Rueggeberg, em 1991, ao revisar a literatura, observou grande divergência entre os autores com relação ao tempo ideal de armazenagem. Retief (1991), afirmou não haver diferença na resistência adesiva entre dentes com tempo de armazenagem entre dois dias e seis meses.

Tendo em vista a complexidade do mecanismo de formação da camada híbrida, a aplicação do sistema adesivo deve ser realizada de forma criteriosa, observando tanto os fatores intrínsecos do substrato dentinário (permeabilidade e umidade) quanto os fatores externos (contaminação desse substrato com fluídos bucais), já que esses são fatores que podem interferir na adesão do material resinoso à dentina (Park; Lee, 2004; Van Schalkwyk et al.,2003; Nakabayashi et al., 1982). A respeito das observações da camada híbrida e de força de adesão em dentina, estudos mostram características similares para sistemas adesivos autocondicionantes (dois passos), e com condicionamento ácido prévio

(três passos), tendo este último apresentado valor de resistência adesiva significativamente superior aos sistemas adesivos autocondicionantes e os piores resultados relatados foram para os sistemas adesivos autocondicionantes de passo único (De Munck et al., 2003; Inoue et al., 2003; Van Meerbeek et al., 2003). Esses adesivos de passo único reúnem as etapas de condicionamento, infiltração e adesão em um único procedimento. Apesar destes sistemas de união ser comercializados como simplificados, devido ao menor número de passos de aplicação, eles são na realidade misturas complexas de monômeros resinosos hidrófilos e hidrófobos, solventes, água e outros aditivos (Reis et al., 2007; Pashley, Tay, 2001).

O efeito da ciclagem mecânica na nano infiltração foi avaliado utilizando três sistemas adesivos: Clearfil SE Bond, Unifil Bond, Prompt L-Pop e Single Bond. Após a ciclagem mecânica (5000 ciclos; 90N de carga) os corpos de prova foram imersos em solução de nitrato de prata por 24 h. Os padrões de infiltração foram similar para os ciclados e não ciclados mas o adesivo Prompt L-POP teve depósito de prata e score de infiltração maior que os outros sistemas (Li et al., 2002).

Outro aspecto importante é a secagem de dentina condicionada que tem como consequência a contração das fibras colágenas desmineralizada, que leva a uma diminuição da penetrabilidade de resina fluída. Ocorre então, a formação da camada híbrida não ideal, bem menos espessa, não propiciando um adequado selamento dos túbulos dentinários (Tay et al., 1996) e não conferindo uma adesão eficiente à dentina (Kanca III, 1992; Gwinnett, 1994). Assim, a microinfiltração nos sistemas adesivos atuais é devido à presença de uma camada de 20-100nm de dentina desmineralizada e não infiltrada pelo adesivo, apesar de alguns estudos demonstrarem que a formação da camada híbrida não contribui significativamente para a resistência de união à dentina de alguns sistemas adesivos e que sua eliminação possibilitaria o alcance de uma superfície em dentina tão propícia à adesão como aquela de esmalte condicionado por ácido fosfórico (Gwinnett, 1994; Uno; Finger, 1996).

Portanto, as condições de substrato dentinário e os sistemas adesivos devem apresentar uma interação e isso determina que as técnicas adesivas realizadas em dentina previnam o colapso das fibras colágenas, que ocorre pela utilização de ar comprimido como meio de secagem da mesma (Susin et al, 2003).

Apesar de a penetração dos monômeros resinosos na estrutura dental ser aceita como o principal mecanismo entre ela e a restauração, a infiltração uniforme dos monômeros hidrofílicos em toda dentina desmineralizada raramente é um padrão encontrado. A uniformidade da camada híbrida é desejável, porém, existem dificuldades relacionadas a vários fatores, como a concentração de umidade, tempo de condicionamento ácido e composição dos sistemas adesivos e da dentina, que concorrem negativamente para a obtenção dessa característica em toda sua extensão (Carvalho et al., 1999; Muench et al. 2000; Bouilaguet et al., 2001).

Estudos têm relatado que a profundidade de desmineralização de dentina está associada com acidez e tempo de aplicação do adesivo (Chigira et al. 1994; Ferrari et al., 1997). Portanto um valor de ph mínimo é necessário para que a solução do primer não seja precocemente neutralizada pela “smear-layer” e conseqüentemente limite a sua infiltração na dentina subjacente. Em estudo, verificaram que um ph igual a 2,8 é suficiente para que um adesivo autocondicionante, condicione a dentina efetivamente em 30 segundos, pois os adesivos autocondicionantes são muito efetivos em penetrar a dentina, formando uma camada híbrida livre de defeitos ou de dentina desmineralizada e não impregnada. A camada híbrida obtida com estes adesivos tem uma espessura menor, cerca de 1  $\mu\text{m}$ , mas suficiente frente ao grande embricamento entre o adesivo e as fibras colágenas (Tyas et al., 2000).

A penetração pode ser ainda prejudicada pela presença da carga de sílica do PBNT. Segundo Tay et al., (1999) há tendência das partículas se aglomerarem dentro do adesivo, tornando-se muito grande para penetrar nos espaços da rede de fibrilas. Além disso, resíduos da técnica de condicionamento (espessante do ácido, restos orgânicos e inorgânicos) também parecem impedir a penetração das cargas nanométricas. Um dos problemas relatados por autores como Pashley et al., (1993) e Perdigão et al. (1996).

Dependendo do grau de colapso das fibras colágenas, sua recuperação não é mais possível e a aplicação dos agentes adesivos promoverá a formação de uma área de deficiente infiltração e uma camada híbrida descontínua e irregular, que não pode oferecer a proteção biológica e propriedades mecânicas desejadas e, por consequência, comprometerá o bom desempenho biológico e mecânico da restauração. E, a completa difusão do adesivo na dentina



desmineralizada, com a rede de fibras colágenas íntegras, proporcionará a melhor penetração dos monômeros hidrofílicos (Susin et al., 2003).

A acetona, utilizada como solvente dos sistemas adesivos pode apresentar melhor carreamento dos monômeros hidrofílicos, porém, os sistemas acetoados são mais críticos em relação à presença de umidade para atingir o melhor desempenho (Kanka III, 1992; Perdigão et al., 1996; Nakajima et al., 2000. Tay et al., 1996) aponta que a presença de acetona no sistema adesivo, associada à secagem do substrato dentinário com ar, facilita o colapso das fibras colágenas.

Arrais e Giannini (2002) avaliaram a espessura da camada híbrida formada por quatro adesivos em dentina desmineralizada ou sem condicionamento ácido. Concluíram que todos os adesivos testados formam camada híbrida com espessuras diferentes. O adesivo convencional (três passos) foi seguido do adesivo de frasco único (dois passos) exibindo uma camada híbrida mais espessa (Single-Bond  $5,55 \pm 0,82\mu\text{m}$ ) e os adesivos Self-etching exibindo a camada híbrida mais delgada (Clearfil SE Bond:  $1,22 \pm 0,45\mu\text{m}$ ).

Pereira et al., (2006) avaliaram, nesse trabalho, a resistência adesiva de um sistema 1- step self-etching e um 2-step etch and rinse aplicados em dentina normal e cariada e observaram a micro morfologia da interface adesiva com SEM. O resultado obtido foi que o adesivo Adper Prompt L-Pop tem significativamente maior resistência adesiva na dentina normal que cariada ( $p < 0.05$ ) e não há diferença significativa entre dentina normal e cariada para o Single-Bond ( $p > 0.05$ ). Também a espessura da camada híbrida produzida pelos adesivos foi mais espessa em dentina cariada.

Os adesivos autocondicionantes podem ser classificados de acordo com o pH dos monômeros ácidos e agressividade das soluções em: fracos com pH próximo a 2, médios com pH entre 1 e 2, e fortes com pH abaixo de 1 (Van Meerbeek et al 2003 ; De Munck et al. 2005). No entanto, a diferença na acidez dos primers pode interferir no efeito da desmineralização, e isso está relacionado com a habilidade de remover a camada de esfregaço e o tampão que oblitera a entrada dos túbulos dentinários (Okuda et al. 2002).

Os adesivos autocondicionantes fortes (pH muito baixo  $\leq 1$ ) exibem um mecanismo e ultra-morfologia interfacial assemelhando-se ao que produz os adesivos com condicionamento ácido. Os fracos (pH próximo a 2) dissolvem a superfície da dentina apenas parcialmente, então um número substancial de cristais

de hidroxiapatita permanecem no interior da camada híbrida. Grupos específicos de carboxil ou fosfatos de monômeros funcionais podem então interagir quimicamente com a hidroxiapatita residual (Yoshida et al., 2004). Acredita-se que esses dois tipos de união (micro mecânica e química) são vantajosos em termos de durabilidade da restauração.. A interação química pode resultar em adesões que melhor resistem à ruptura hidrolítica e, portanto, mantém as margens da restauração seladas por um longo período (De Munck et al., 2005).

Também foi observada que na adesão úmida, a presença de água tem o papel de manter a trama de colágeno da dentina aberta durante a infiltração do primer (Tay. et al., 1996), permitindo sua substituição pelos monômeros hidrofílicos presentes nos sistemas adesivos. Essa técnica adequadamente realizada conduz a bons valores de resistência adesiva nos estudos in vitro (Kanca III, 1992; Gwinnett, 1992; Gwinnett, 1994), mas, é de difícil padronização clínica, devido a dificuldade de se estabelecer o quão úmida deve ser mantida a dentina.

Além disso, um excesso de água na superfície dentinária (“overwetting”), impede a polimerização adequada dos monômeros resinosos dentro da camada híbrida e promove a separação entre as fases hidrofóbicas e hidrofílicas dos componentes monoméricos. Como consequência, formações globulares provenientes desta separação de fases se acumulam na interface entre a resina e camada híbrida, enfraquecendo a união e resultando num selamento incompleto dos túbulos dentinários.

Carrilho et al. (2002) em um estudo de resistência de união demonstraram não haver diferença significativa entre os valores médios obtidos de quatro sistemas adesivos (Single-Bond, Bond 1, Prime&Bond 2.1, Prime&Bond NT). O preparo dos espécimes foi efetuado por um único operador previamente calibrado para o uso de todos os materiais. Outro cuidado foi quanto à umidade dentinária em relação ao tipo de adesivo empregado (solvente do sistema adesivo) e a agitação do adesivo sobre a superfície dentinária (espalhamento com um pincel). Também houve um grupo considerado adesão zero, isto é, aqueles espécimes que sofreram fratura precoce (antes do teste de microtração) e, ficou evidenciado menor sensibilidade (menor número de espécimes fraturados) para o sistema adesivo Single Bond.

Segundo o trabalho desenvolvido por Abdalla et al. (2007) para avaliação da resistência de união de três sistemas adesivos ( Admira - Bond , Hybrid

Bond e Clearfil SE Bond) que passaram por ciclagem mecânica e térmica encontrou-se uma força adesiva diminuída mas, com o sistema self-etching Clearfil SE Bond não houve diferença na resistência de união após ciclagem mecânica. Provavelmente, devido à formação de uma fina película na interface adesiva que é flexível diante da aplicação de forças axiais de compressão e, pela composição do material que pode reagir quimicamente com os cristais de hidroxiapatita formando um sal de cálcio insolúvel, evitando a perda de resina através do tempo.

Os pesquisadores tentam, de várias maneiras, simular em laboratório as influências que os sistemas adesivos podem receber do meio bucal para melhorar cada vez mais as qualidades dos sistemas restauradores, pois, muitos resultados são controversos, mas são um incentivo as novas pesquisas.

## 7 CONCLUSÃO

Com base nos métodos utilizados e resultados obtidos pôde-se concluir que não houve influência da ciclagem mecânica nos valores de resistência de união da resina composta associada a ambos os sistemas adesivos utilizados.

## REFERÊNCIAS<sup>1</sup>

Abdalla AI, Ahmeda AEZ, Moustafa MN, Feilzer AJ. Influence of thermal and mechanical load cycling on micro tensile bond strength of self-etching adhesives. *Am. J Dent* 2007; 20(4): 250-54.

Abdalla AI, Davidson CL. Effect of mechanical load cycling on the marginal integrity of adhesive Class I resin composite restorations. *Journal of Dentistry* 1996, 24(1-2):87-90.

Anusavice KJ. *Materiais Dentários*, décima edição, Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan, 1998.

Arrais CAG, Giannini M. Morphology and thickness of the diffusion of resin through demineralized or unconditioned dentinal matrix. *Pesqui Odontol Bras* 2002; 16(2): 115-20.

Bedran-de-Castro AKB, Cardoso PEC, Ambrosano GMB, Pimenta LAF. Thermal and mechanical load cycling on microleakage and shear bond strength to dentin. *Oper Dent* 2004; 29(1): 42-8.

Bengtson CRG. Estudo in vitro da influência da contaminação com *Streptococcus mutans* e da descontaminação com digluconato de clorexidina 2% na resistência de união de sistemas adesivos à dentina humana. [dissertação]. São Paulo. Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2007.

Bouillaguet S, Gysi P, Wataha JC, Ciucchi M, Cattanni M, Godin C. et al. Bond strength of composite to dentin using conventional, one-step and self-etching adhesive systems *J Dent*. 2001;(29):55-61.

Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res*. 1955; 34(6): 849-853

Cardoso PEC, Braga RR, Carrilho MRO. Evaluation of micro-tensile, shear and tensile tests determining the bond strength of three adhesive systems. *Dent Mater* 1998; 14(11); 394-8.

---

<sup>1</sup> De acordo com Estilo Vancouver. Abreviatura de periódicos segundo base de dados MEDLINE.

Carrilho MRO, Reis A, Loguercio AD, Rorigues F<sup>o</sup> LE. Resistência de união à dentina de quatro sistemas adesivos. *Pesqui Odontol Bras.* 2002;16(3):251-56.

Carvalho RM, Chersoni S, Frankenberger R, Pashley DH, Prati C, Tay FR. A challenge to the conventional wisdom that simultaneous etching and resin infiltration always occurs in self-etch adhesives. *Biomaterials.*2005; 26(9):1035-42.

Carvalho RM, Ciucchi B, Sano H, Yoshiyama M, Pashley DH. Resin diffusion through desmineralized dentin matrix. *Rev Odontol Univ São Paulo.*1999;13(4):417-24.

Carvalho RM, Chersoni S, Frankenberger R, Pashley DH, Prati C, Tay FR. A challenge to the conventional wisdom that simultaneous etching and resin infiltration always occurs in self-etch adhesives. *Biomaterials* 2005; 26(9):1035-42.

Chigira H, Yukitani W, Hasegawa T, Manabe A, Itoh K, Hayakawa T et al. Selfetching dentin primers containing phenyl-P. *J Dent Res.*1994;73(5):1088-95.

De Long R, Douglas WH. Development of an artificial oral environment for testing of dental restoratives: biaxial force and moment control. *J Dent Res.*1983;62(1):32-6.

De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M, et al. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res* 2005;84(2):118-32.

De Munck J, Van Meerbeek B, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Suzuki K. Four-year water degradation of total-etch adhesives bonded to dentin. *J Dent Res.*2003;82(2):136-40.

Dietshi D, Herzfeld D. In vitro evaluation of marginal and internal adaptation of class II resin composite restorations after thermal and occlusal stressing. *Eur J Oral Scien* 1998; 106(6):1033-42.

Ferrari M, Goracci G, Garcia-Godoy F. Bonding mechanism of three “one-bottle” systems to conditioned and unconditioned enamel and dentin. *Am J Dent.*1997; 10(5): 224-30.

Frankenberger R, Pasley DH, Reich SM, Lohbauer U, petschelt A, Tay FR. Characterisation of resin-dentine interfaces by compressive cyclic loading. *Biomaterials.*2005;26:2004-52.

Garcia FCP, D'Alpino PHP, Terada RSS, Carvalho RM. Testes mecânicos para avaliação laboratorial da união resina/dentina. Rev Fac Odontol Bauru.2002; 10( 3): 118-200.

Garone Netto N et al. Introdução à dentística restauradora. São Paulo:Livraria Santos; 2003. 283p.

Giannini M, Reis AF, Arrais CAG. Efeito da profundidade dentinária na resistência à tração de um sistema adesivo autocondicionante. RPG Rev Pós Grad.2002;9(1):43-50

Gwinnett AJ. Dentin bond strength after air drying and rewetting. Am J Dent.1994; 7(3):144-8

Gwinnett AJ. Smear layer: morphological considerations. Oper Dent.1984;9(3):3-12.

Gwinnett AJ, Kanca J. Micromorphology of the bonded dentin interface and its relationship to bond strength. Am J Dent. 1992;5(6):73-7.

Hewlett ER. Resin adhesion to enamel and dentin: a review. J Calif Dent Assoc. 2003;31(6):469-76.

Inoue S, Vargas Ma, Abe Y, Yoshida Y, Lambrechts P, Vanherle G. Micro-tensile bond strength of eleven contemporary adhesives to anamel. Am J Dent. 2003;16(5): 329-43.

International Organization for Standardization. ISO TR 11405; Dental materials – guidance on testing of adhesion to tooth structure, 1994.

Kanca III J. Resin bonding to wet substrate. I. Bonding to dentin. Quintessence Int. 1992;23(1):39-41.

Katchburian E, Arana V. Histologia e embriologia oral.2a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.

Kinney JH, Marshall SJ, Marshall GW. The mechanical properties of human dentin: a critical review and re-evolution of the dental literature. Crit Rev Oral Biol Med 2003;14(1):13-29.

Leibroch A, Degenhart M, Behr M, Rosentritt M, Handel G. In vitro study of the effect of thermo and load-cycling on the bond strength of porcelain repair systems. *J Oral Rehab.*1999;26(2):130-7.

Li H, Burrow MF, Tyas MJ. The effect of load cycling on the nano leakage of dentin bonding systems. *Dent Mater.*2002;18(2):111-9.

Lodovici E, Reis A, Geraldeli S, Ferracane JL, Ballester RY, Rodrigues Filho LE. Does adhesive thickness affect resin-dentin bond strength after thermal/load cycling. *Oper Dent.* 2009;34(1):58-64.

Marshall Jr GW. Dentin: microstructure and characterization. *Quintessence Int* 1993; 24(9): 606-17.

Mine A, De Munck J, Cardoso MV, Van Landuyt KL, Poitevin A, Kuboki T et al. Bonding effectiveness of two contemporary self-etch adhesives to enamel and dentin. *J Dent.*2009;37(11):873-83.

Miranda Jr WG, Nunes MF, Cardoso PEC, Santos JFF. Microleakage of condensable composite resins combined with a flowable composite [Abstract 1603]. *J Dent Res.*1999;78(Special Issue):36.

Mitsui FHO, Peris AR, Cavalcanti NA, Marchi GM, Pimenta LAF. Influence of thermal and mechanical load cycling on microtensile bond strengths of total and self-etching adhesive systems. *Oper Dent.*2006;31(2):240-7.

Mjör IA, Fejerskov O. Embriologia e histologia oral humana. Trad. Utreta LS, Ramalho LTO, Leonardo RT. São Paulo: Panamericana; 1990.

Muench A, Silva EM, Ballester RY. Influence of different dentinal substrates on the tensile bond strength of three adhesive systems. *J Adhesive Dent.*2000;2(3):209-12.

Nakabayashi N, Kojuma K, Masuhara E. The promotion of adhesion by infiltration of monomers into tooth substrates. *J Biomed Mater Res.*1982;16 (3):265-73.

Nakajima M, Kanemura M, Pereira PNR, Tagami J, Pashley DH. Comparative microtensile bond strength and SEM analyses of bonding to wet and dry dentin. *Am J Dent.*2000,13(6):324-8.



Nikaido T, Kunzelmann KH, Chen H, Ogata M, Harada N, Yamaguchi S, et al. Evaluation of thermal cycling and mechanical loading on bond strength of a self-etching primer system to dentin. *Dent Mater.*2002;18(3):269-75.

Okuda M, Pereira PN, Nakajima M, Tagami J, Pashley DH. Long-term durability of resin dentin interface: nanoleakage vs microtensile bond strength. *Oper Dent.*2002;27(3):289-96.

Park JW, Lee KC. The influence of salivary contamination on shear bond strength of dentin adhesives systems. *Oper Dent.* 2004;29(4):437-42.

Pashley DH. Dentin: a dynamic substrate – a review. *Scanning Microsc* 1989;3(1):161-76.

Pashley DH, Carvalho RM. Dentine permeability and dentin adhesion. *J Dent Sept.* 1997;25(5):355-72.

Pashley DH, Carvalho RM, Sano H, Nagagima M, Yoshiyama M, Shono Y. The microtensile bond test; a review. *J Adhes Dent* 1999;1(4):299-309.

Pashley DH, Sano H, Ciucchi B, Yoshiyama M, Carvalho RM. Adhesion testing of dentin bonding agents: a review. *Dent Mater* 1995;11(2):117-25.

Pashley DH, Tay FR. Agressiveness of contemporary self-etching adhesives. *Dent Mater.*2001,17(5):430-44.

Paula AB, Duque C, Correr-Sobrinho L, Puppim-Rotani RM. Effect of restorative technique and thermal/mechanical treatment on marginal adaptation and compressive strength of esthetic restorations. *Oper Dent.*2008,33(4):434-40.

Pazinatto FB, Atta MT. Estudos de microinfiltração: análise crítica da metodologia. *Ver Lbero-am Odontol Estet Dent.*2004;3(10):207-15.

Perdigão J, Lambrechts P, Van Meerbeek B, Braem M, Yildiz E et al. The interaction of adhesives systems with human dentin. *Am J Dent.*1996;9(4):167-73.

Pereira PNR et al. Effect of intrinsic wetness and regional difference on dentin bond strength. *Dent Mater* 1999,15(1):46-53.

Pereira PNR, Nunes MF, Miguez PA, Swift Jr EJ. Bond Strengths of a 1-step self-etching system to caries-affected and normal dentin. *Oper Dent.*2006;31(6):677-81.

Phrukkanon S, Burrow MF, Tyas MJ. Effect of cross-sectional surface area on bond strengths between resin and dentin. *Dent Mat.*1998;14(2):120-8

Qvist V. The effect of mastication on marginal adaptation of composite restorations in vivo. *J Dent Res.* 1983;62(8):904-6.

Retief DH. Standardizing laboratory adhesion tests. *Am J Dent.*1991;4(5):231-6.

Retief DH, Denys FR. Adhesion to enamel and dentin. *Am J Dent.*1989;2 Spec: 133-44.

Rigsby DF, Retief DH, Russell CM, Denys FR. Marginal leakage and marginal gap dimensions of three dentinal bonding systems. *Am J Dent.*1990;3(6):289-94.

Rocha RO. Influência das ciclagens térmica, mecânica e de pH na resistência de união de sistemas adesivos à dentina de dentes decíduos.[tese]. São Paulo. Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2004.

Rueggeberg FA. Substrate for adhesion testing to tooth structure – review of literature. *Dent Mater.*1991;7(1):2-10.

Sano H, Shono T, Sonoda H, Takatsu T, Ciucchi B, Carvalho R, Pashley DH. Relationship between surface area for adhesion and bond tensile strength-evaluation of a micro-tensile bond test. *Dent Mater.*1994;10(4):236-40.

Schreiner RF, Chapell RP, Glaros AG, Eick JD. Microtensile testing of dentin adhesives. *Dent Mat.*1998;14(3):194-201.

Susin AH, Oliveira Jr OB de, Achutti MAC. Espessura de camada híbrida: influência de sistemas adesivos e condições do substrato dentinário. *J Bras Dent Estét.*2003;2(7):226-35.

Tay FR, Gwinnett AJ, Pang KM, Wei SHY. Resin permeation into acid-conditioned, moist, and dry dentin: a paradigm using water-free adhesive primers. *J Dent Res* 1996;75 (4):1034-44.

Tay FR, King NM, Chan KM, Pashley DH. How can nanoleakage occur in self etching adhesive systems that demineralized and infiltrate simultaneously? J Adhes Dent.2002;4(4):255-69.

Tay FR, Pashley DH. Aggressiveness of contemporary self-etching systems.I: Depth of penetration beyond dentin smear layers. Dent Mater. 2000;17(4):296-308.

Tyas MJ, Anusavice KJ, Frencken JE, Mount GJ. Minimal intervention dentistry: a review. FDI Commission project 1-97. Int Dent J 2000;50(1):1-12.

Toledano M, Osorio R, Albaladejo A, Aguilera FS, Tay FR, Ferrari M. Effect of cyclic loading on the microtensile bond strengths of total-etching and self-etch adhesives. Oper Dent.2006;31(1):25-32.

Uno S, Finger WJ. Effects of acidic conditioners on dentine demineralization and dimension of hybrid layers J Dent.1996;24(3):211-6.

VanMeerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, et al. Buonocore memorial lecture; adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. Operat Dent.2003;28(3):215-35.

Van Meerbeek B, Perdigão J, Lambrechts P, Vanherle G. The clinical performance of adhesives. J Dent.1998;26 (1):1-20.

Van Schalkwyk JH, Botha FS, Van der Vyver PJ, De Wet FA, Botha SJ. Effect of biological contamination on dentine strength of adhesive resins. SADJ 2003;58(4):143-7.

Watanabe I, Nakabayashi n, Pashley DH. Bonding to ground dentin by a phenyl-P self-etching primer. J Dent Res.1994;73(6):1212-20.

Yoshida Y, Nagakane K, Fukuda R, Nakayama Y, Okasaki M, Shintani H, et al Comparative study on adhesive performance of functional monomers J Dent Res.2004;83(6):454-8.

APÊNDICE A – Valores da resistência de união (MPa), pelo ensaio de microtração, obtidos com os sistemas adesivos submetidos ou não por ciclagem mecânica

| Adesivo             | Amostra | Ciclagem Mecânica |       |
|---------------------|---------|-------------------|-------|
|                     |         | Não               | Sim   |
| Adper Single Bond 2 | 1       | 40,61             | 60,61 |
|                     | 2       | 45,58             | 39,42 |
|                     | 3       | 35,79             | 44,95 |
|                     | 4       | 42,63             | 42,19 |
|                     | 5       | 42,27             | 48,85 |
|                     | 6       | 30,13             | 30,43 |
|                     | 7       | 30,63             | 53,77 |
|                     | 8       | 54,54             | 48,52 |
|                     | 9       | 39,90             | 40,86 |
|                     | 10      | 42,34             | 32,18 |
| Clearfil SE Bond    | 1       | 33,37             | 40,97 |
|                     | 2       | 42,48             | 24,42 |
|                     | 3       | 50,41             | 41,11 |
|                     | 4       | 47,67             | 53,60 |
|                     | 5       | 58,00             | 41,81 |
|                     | 6       | 38,28             | 38,37 |
|                     | 7       | 55,93             | 61,46 |
|                     | 8       | 55,98             | 37,77 |
|                     | 9       | 50,73             | 32,13 |
|                     | 10      | 43,84             | 38,03 |

## ANEXO A – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa



Universidade de São Paulo  
Faculdade de Odontologia  
Comitê de Ética em Pesquisa

**PARECER DE APROVAÇÃO**  
FR – 256649  
Protocolo 67/2009

O grupo de trabalho indicado pelo Comitê de Ética em Pesquisa **APROVOU** o protocolo de pesquisa "**Efeito da ciclagem mecânica na resistência de união à dentina de uma resina composta associada a dois sistemas adesivos**", de responsabilidade do(a) Pesquisador(a) Lucia Helena Vieira Diniz Bodi, sob orientação do(a) Prof.(a) Dr.(a) Miriam Lacalle Turbino.

Tendo em vista a legislação vigente, devem ser encaminhados a este Comitê relatórios anuais referentes ao andamento da pesquisa e ao término cópia do trabalho em "cd". Qualquer emenda do projeto original deve ser apresentada a este CEP para apreciação, de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas.

São Paulo, 11 de maio de 2009.

Prof. Dr. João Guálberto de Cerqueira Luz  
Coordenador do CEP-FOUSP