

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
CONCENTRAÇÃO EM MATERIAIS DENTÁRIOS**

ÁLVARO GRUENDLING

**AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA
DO TRATAMENTO DENTINÁRIO NA ADESÃO
DE CIMENTO RESINOSO AUTO-ADESIVO**

**Porto Alegre
2008**

ÁLVARO GRUENDLING

**AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA
DO TRATAMENTO DENTINÁRIO NA ADESÃO
DE CIMENTO RESINOSO AUTO-ADESIVO**

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre em Odontologia, área de concentração em Materiais Dentários, Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Hugo Mitsuo Silva Oshima

Porto Alegre

2008

ÁLVARO GRUENDLING

**AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA
DO TRATAMENTO DENTINÁRIO NA ADESÃO
DE CIMENTO RESINOSO AUTO-ADESIVO**

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre em Odontologia, área de concentração em Materiais Dentários, Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Aprovada em _____ de _____ de 2008.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Hugo Mitsuo Silva Oshima

Prof. Dr. Eduardo Gonçalves Mota

Prof. Dr. Ézio Teseo Mainieri

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha amada esposa Denise, pelo apoio incondicional e estímulo. Obrigado pelo amor, paciência e compreensão.

Às minhas filhas Marcela e Carolina, responsáveis pela minha alegria e razão de viver.

AGRADECIMENTOS ESPECIAS

Aos meus pais, Ottmar (IM) e Hildegardis, pela educação e orientação na busca de um objetivo.

Aos meus irmãos e cunhados, Virginia e Flávio, Raul e Rejane, por acompanharem e apoiarem todas as etapas da minha vida.

Aos meus sobrinhos César, Cícero e Grasiela pelo maravilhoso convívio diário.

À toda minha família, pelo amor, companherismo, auxílio e despreendimento. Por mostrarem como uma família unida protege os seus.

Ao meu orientador Prof. Dr. Hugo Mitsuo Silva Oshima pelos ensinamentos e amizade.

Aos Prof. Dr. Eduardo Gonçalves Mota e Prof. Dra. Luciana Mayumi Hirata pelos ensinamentos durante o curso e amizade.

À Prof. Dr. Ana Maria Spohr e Prof. Dr. Luiz Henrique Burnett Jr. pela preciosa contribuição a este trabalho.

Aos colegas de Mestrado, Fernanda, Joaquim, Cristiano e Lucas pelo agradável convívio e grande amizade neste período.

Aos colegas José Luis Martins, José Luís Piazza e Regênio Herbstrith Segundo pela amizade.

À Faculdade de Odontologia da PUC, na pessoa de seu diretor Prof. Dr. Marcos Túlio Mazzini Carvalho, bem como a coordenação da Pós-graduação, na pessoa da Prof. Dra. Nilza Pereira da Costa e Prof. Dr. José Poli Figueiredo, pela oportunidade.

Aos funcionários da Pós-graduação Ana, Carlos, Davenir e Marcos, pela dedicação.

À todas as pessoas que fazem parte da minha vida.

RESUMO

Este estudo teve como objetivo avaliar a influência do tratamento da superfície dentinária na resistência de união ao cisalhamento com o uso de um cimento resinoso auto-adesivo. Para tal, foram utilizados 75 incisivos inferiores bovinos, que tiveram a coroa clínica seccionada em área quadrangular de 1 cm² e incluídos em um tubo de PVC, preenchido com resina acrílica auto-polimerizável. O esmalte foi desgastado, expondo a superfície dentinária com lixas de carbetto de silício de granulação 180, 220 e 400, usadas sequencialmente. As amostras foram divididas em 5 grupos, escolhidas aleatoriamente, de acordo com o tratamento a que foram submetidas: Grupo 1: controle; Grupo 2: jateamento com óxido de alumínio; Grupo 3: jateamento com bicarbonato de sódio; Grupo 4: EDTA; Grupo 5: ácido poliacrílico. O cimento resinoso auto-adesivo utilizado foi Rely X Unicem (3M-ESPE). Após inserção do cimento, os corpos-de-prova foram armazenados em umidade 100% a 37°C por 7 dias. Os ensaios de resistência ao cisalhamento foram realizados em máquina de ensaios EMIC DL 2000 e os resultados obtidos em MPa. Através da MEV com magnitude de 50X, foi verificado o tipo de falha que ocorreu na interface dentina/cimento. Ao submeter os resultados ao teste ANOVA, foi possível observar que houve diferenças estatisticamente significantes entre os grupos ($p = 0,007$). De acordo com teste de Tukey, o grupo óxido de alumínio obteve os maiores valores de resistência de união, estatisticamente diferente ($p < 0,05$) em relação aos grupos controle, ácido poliacrílico e EDTA, que por sua vez não diferiram entre si ($p > 0,05$). O grupo bicarbonato de sódio não diferiu de nenhum grupo e o grupo EDTA obteve os menores valores de resistência de união. As falhas encontradas na interface foram caracterizadas como mistas, e somente o grupo óxido de alumínio apresentou presença de falhas coesivas em dentina. Concluiu-se que o jateamento com óxido de alumínio determinou uma maior resistência de união ao cisalhamento entre substrato dentinário/cimento.

Palavras-chaves: cimento resinoso, tratamento de superfície, união

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the influence of dentin surface treatment in the shear bond strength using self-adhesive luting cement. Mandible bovine incisors were used. The teeth crowns were cut in a 1cm² cube shape and included in a plastic tube (PVC) using self cured with acrylic resin. The enamel was removed with manual abrasive strip papers until dentin surface was exposed. The surfaces were then divided in 5 groups with 15 samples each, according to the surface treatment arrived ; group 1 : control; group 2 : aluminum oxide sandblasting; group 3 ; sodium carbonate air polishing; group 4; EDTA; group 5 ; poliacrylic acid. The self-adhesive luting cement used was Rely X Unicem (3M ESPE). After cement settlement, the samples were stored in a 37° C, 100% relative humidity for 7 days. The tests were performed using an EMIC DL 2000 test machine and the obtained results in MPa. The type of failure in the interface between dentin and luting cement was checked using 50x magnitude SEM. The results were submitted to ANOVA test and statistical differences were found among the groups ($p=0.007$). According to the Tukey test, the aluminum oxide sandblasting group showed the higher values for shear bond strength what happened to be statistically significant ($p<0.05$) comparing to all other groups analyzed. Furthermore, the results found for control group, poliacrylic acid group and EDTA group did not differ statistically ($p>0.05$). The sodium carbonate group also did not differ from none of the groups and the EDTA group showed the lowest values for shear bond strength. The breakdowns found in the interfaces were characterized as mixed failures and only the aluminum oxide group presented dentin cohesive failures. The results concluded that aluminum oxide sandblasting determines the highest shear bond strength between dentin and luting cement.

Key words: luting cement, surface treatment, shear bond strength.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1: A : vista da coroa por vestibular B: câmara pulpar: C: coroa por lingual B: vista da câmara pulpar C: vista da coroa por lingual | 39 |
| Figura 2: Inclusão da coroa em PVC..... | 40 |
| Figura 3: A e B: Politriz Aropol S 600 RPM com lixa 400 | 40 |
| Figura 4: dentina bovina lixada..... | 40 |
| Figura 5: armazenagem em água destilada..... | 41 |
| Figura 6: óxido de alumínio | 41 |
| Figura 7 : pó de bicarbonato de sódio | 42 |
| Figura 8: EDTA gel 24%..... | 42 |
| Figura 9: Ácido poliacrílico | 43 |
| Figura 10: cápsulas | 43 |
| Figura 11: amalgamador | 43 |
| Figura 12: A: dispositivo ativador da cápsula | 44 |
| B: dispositivo aplicador do cimento | |
| Figura 13: matriz desmontada..... | 44 |
| Figura 14: Inserção do cimento resinoso no interior da matriz bipartida de teflon | 45 |
| Figura 15: fotopolimerização | 45 |
| Figura 16: cimento polimerizado | 46 |
| Figura 17: remoção da matriz bipartida de teflon | 46 |
| Figura 18: Corpo de prova | 46 |
| Figura 20: Amostras a serem submetidas ao MEV | 48 |
| Figura 21: Controle (sem tratamento) presença de <i>smear layer</i> . Poucos túbulos visíveis e presença de riscos causados pela lixa 400 | 51 |

| | |
|---|----|
| Figura 22: Jateamento com óxido de alumínio. <i>Smear layer</i> presente e irregularidades na superfície dentinária | 51 |
| Figura 23: Jateamento com bicarbonato de sódio. Remoção parcial da <i>smear layer</i> | 52 |
| Figura 24:EDTA. Túbulos abertos e remoção da <i>smear layer</i> | 52 |
| Figura 25: Ácido poliacrílico, Túbulos abertos e remoção da <i>smear layer</i> | 52 |
| Figura 26: Controle..... | 53 |
| Figura 27: Jateamento Óxido de Alumínio. | 53 |
| Figura 28: Jateamento Bicarbonato de Sódio. | 54 |
| Figura 29: EDTA..... | 54 |
| Figura 30: Ácido Poliacrílico | 55 |

LISTA DE GRÁFICO

| | |
|---|----|
| Gráfico 1: valores médios de resistência ao cisalhamento e desvio-padrão dos grupos experimentais | 50 |
|---|----|

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1: Descrição dos grupos de ensaio deste estudo..... | 40 |
| Tabela 2: Resultado da Análise de Variância..... | 49 |
| Tabela 3: Valores médios de resistência ao cisalhamento e desvio-padrão..... | 49 |

LISTA DE SÍMBOLOS E UNIDADES E ABREVIATURAS

| | |
|--------------------|-------------------------------------|
| < | menor que |
| = | igual a |
| > | maior que |
| ° - | graus |
| °C | graus Celsius |
| µm | micrômetro |
| ANOVA | Análise de Variância |
| et al. | abreviatura de et alli (e outros) |
| EDTA | ácido etilenodiaminotetracético |
| cm | centímetro |
| mbar | milibar |
| MEV | Microscopia Eletrônica de Varredura |
| Min | minuto |
| mm | milímetro |
| mm/min | milímetros por minuto |
| mm ² | milímetros quadrados |
| MPa | mega Pascal |
| mW/cm ² | miliwatt por centímetro quadrado |
| N | Newton |
| Nº | número |
| nm | nanometro |
| PVC | polivinilcloreto |
| R.P.M. | rotações por minuto |
| rpm | rotações por minuto |
| s | segundos |
| SEM | Stereoscopic Eletronic Microscope |

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE GRÁFICOS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE SÍMBOLOS E UNIDADES

| | | |
|----------|------------------------------------|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 13 |
| 2 | OBJETIVOS..... | 15 |
| 3 | REVISÃO DA LITERATURA | 16 |
| 4 | MATERIAIS E MÉTODO | 38 |
| 4.1 | MATERIAIS..... | 38 |
| 4.2 | MÉTODO | 38 |
| 4.3 | ANÁLISE DOS TIPOS DE FALHAS..... | 47 |
| 5 | RESULTADOS | 49 |
| 6 | DISCUSSÃO | 56 |
| 7 | CONCLUSÃO | 62 |
| | REFERÊNCIAS..... | 63 |
| | ANEXO | 68 |

1 INTRODUÇÃO

Os cimentos resinosos há muito mostram-se como materiais de eleição para a fixação adesiva de peças protéticas a um remanescente dentário. Na sua evolução, muitos foram os aspectos considerados para uma utilização efetiva, como uma menor sensibilidade pós-operatória e maior facilidade no manuseio. Os cimentos auto-adesivos ou auto-condicionantes são uma evolução dos cimentos resinosos, especialmente no que se refere à facilidade de sua utilização com desempenho clinicamente satisfatório e menor sensibilidade na técnica de manuseio (HOLDEREGGER *et al.*; 2008).

Uma alternativa para dentes com grandes áreas de destruição são as restaurações indiretas. Estas necessitam ser coladas ao substrato remanescente, e neste quesito reside sempre uma grande dúvida no tipo de material adesivo para efetuar a união.

A necessidade de usar um agente cimentante que estabeleça uma união entre a peça protética e a estrutura dentária, com o mínimo de agressão à esta estrutura e manutenção da integridade física do agente cimentante, sempre foi um desafio. Atualmente, observa-se que há vários protocolos de cimentação de restaurações indiretas. Um deles, com o uso de cimentos resinosos convencionais, baseia-se no conceito do condicionamento ácido total, onde estrutura mineral é removida do substrato sendo substituída por um infiltrado de resina. Outro protocolo de cimentação, consiste no uso dos cimentos resinosos auto-adesivos ou auto-condicionantes, que minimizam a remoção de tecido mineral do substrato (IBARRA *et al.*; 2007, HAN *et al.*; 2007). Os trabalhos com estes cimentos, mostram-se promissores, indicando uma tendência de substituição aos protocolos de cimentações adesivas convencionais (Piwowarczyc e Lauer; 2003).

Muitos estudos “in vivo” sustentam que há uma degradação da matriz do colágeno com o envelhecimento da união dentina-resina (PASHLEY *et al.*; 2004). A lenta degradação da matriz de resina pela sorpção de água (hidrólise) é uma preocupação dos pesquisadores a cerca da manutenção da integridade da união dentina-resina (HEBLING *et al.*, 2005). A incorporação de agentes resinosos iônicos e hidrofílicos em adesivos autocondicionantes e de condicionamento ácido total é

necessária para união íntima com um substrato dentário úmido (GARCIA-GODOY *et al.*;2007).

Para Soares *et al.* (2007), são muito diferentes as conclusões acerca do desempenho de agentes condicionantes de tecidos dentários aplicados antes do uso de materiais adesivos. Isto porque o aumento da resistência de união dentina-resina depende de muitos fatores que influenciam no desempenho adesivo.

Todavia, uma preocupação constante dos clínicos, tem sido a diminuição da capacidade de união da superfície dentária causada pela contaminação da saliva, sangue, materiais restauradores provisórios, fluido intrasulcular e outros impedimentos. Com isso, cada vez mais percebemos a necessidade de tratamentos superficiais com finalidade de deixar o substrato mais ávido ao material cimentante, aumentando a longevidade clínica das restaurações odontológicas. É muito difícil isolar e evitar a contaminação das superfícies preparadas dos dentes, especialmente as localizadas próximo à gengiva, resultando em uma menor resistência de união entre restauração e substrato dentário (RÜYA YAZICI *et al.*; 2007).

Pesquisas têm investigado diferentes métodos de tratamento para dentina antes do uso de agentes cimentantes adesivos, com a finalidade de aumentar a resistência de união, integridade e durabilidade da cimentação (OSORIO *et al.*; 2005, SOUZA COSTA *et al.*; 2006; CARRILHO *et al.*; 2007). No entanto, não há trabalhos descrevendo se o tratamento prévio da dentina é significativo para o desempenho de cimentos resinosos auto-adesivos.

2 OBJETIVOS

Verificar, por meio de ensaios de cisalhamento, o efeito de diferentes tratamentos da superfície dentinária (óxido de alumínio, bicarbonato de sódio, EDTA e ácido poliacrílico) na resistência de união entre cimento resinoso auto-adesivo e dentina.

Verificar, por meio de microscopia eletrônica de varredura, os tipos de falhas ocorridas nos corpos-de-prova após ensaios de cisalhamento.

3 REVISÃO DA LITERATURA

Nakabayashi *et al.*, em 1982, determinaram a efetividade do 4-META na união de bloco de acrílico à dentina e esmalte condicionados. O substrato dentinário foi condicionado com ácido cítrico 10% e solução de cloreto férrico 3% antes da adesão ser realizada. Monômeros com grupos hidrofílicos e hidrofóbicos de 4-META promoveram a infiltração dos monômeros para o interior dos tecidos. Os monômeros infiltrados e polimerizados dentro da dentina determinaram uma melhor união com o substrato dentinário. A resistência de união do adesivo na dentina condicionada foi de 18MPa. Escaneamento por microscopia eletrônica mostrou que os monômeros possuem afinidade forte com os tecidos. A melhora da união não foi causada pela entrada nos túbulos, como havia sido considerada anteriormente. A penetração dos monômeros nos tecidos, seguido de polimerização, representam um mecanismo de concentração de “stress”, onde as falhas podem ser evitadas. Concluíram que a preparação de monômeros com grupos hidrofílicos e hidrofóbicos promovem adesão com o substrato pela sua capacidade de penetração e infiltração no mesmo.

Powis *et al.*, em 1982, analisaram a melhora da união do cimento de ionômero de vidro pelo tratamento químico do esmalte e dentina. Os condicionadores mais efetivos de superfície foram as substâncias de alto peso molecular, contendo múltiplos grupos funcionais, capazes de unir o hidrogênio. Agentes quelantes, de baixo peso molecular que dissolvem o cálcio e alteraram enormemente a superfície do esmalte e dentina, são os menos efetivos. Portanto, a utilização prévia de ácido poliacrílico no uso de cimentos de ionômero de vidro melhora a sua união ao esmalte e a dentina, enquanto que, o uso de EDTA e ácido cítrico atuando como agentes quelante, diminuem a união do cimento de ionômero de vidro às estruturas dentárias.

Já Nakamichi *et al.*, em 1983, desenvolveram um trabalho para encontrar um substituto de dentes humanos em testes de adesão. A força de adesão de dentes bovinos foi comparada com dentes humanos usando cinco cimentos dentinários e dois compostos de resina. A adesão em esmalte e na superfície da lama dentinária não mostrou estatisticamente diferenças significantes entre dentes humanos e bovinos, entretanto o significado dos valores são sempre ligeiramente mais baixos

com dentes bovinos. A adesão à dentina bovina decresce consideravelmente em dentina mais profunda.

Silva *et al.*, em 1996, realizaram um trabalho com o propósito de comparar a resistência de união de sistemas adesivos em esmalte e dentina humana, com dentes suínos e bovinos, depois de 24 horas e sete dias de armazenagem a 37°C e 100% de umidade relativa. O resultado da resistência de cisalhamento em MPa foi: a resistência de cisalhamento em esmalte humano não apresenta diferença estatisticamente significativa em relação ao esmalte bovino, embora ambos registrassem diferença significativa em relação ao esmalte suíno. A resistência ao cisalhamento obtida entre dentina humana, bovina e suína não apresenta nenhuma diferença significativa entre elas. A resistência ao cisalhamento obtida após os períodos de armazenagem de 24 horas e sete dias não apresentou diferença estatisticamente significantes.

Rinaudo *et al.*, em 1997, compararam os efeitos de diferentes tratamentos de superfície da dentina na resistência de união ao cisalhamento com três sistemas adesivos. Foi incluído ionômero de vidro modificado por resina Fugii LC e dois sistemas de união à dentina, One Step e Scotchbond Multi-Purpose Plus. Os tratamentos de superfície foram: grupo de controle; jateamento com 120 psi sem condicionamento; jateamento com 160 psi sem condicionamento; jateamento com 120 psi com condicionamento e jateamento com 160 psi com condicionamento. Para o jateamento foi usado Whisperjet KCP 1000 e o material adesivo usado de acordo com as recomendações do fabricante. Os resultados mostraram que o jateamento com óxido de alumínio baixa significativamente a resistência de união do ionômero de vidro condicionado ou não. Jateamento usado isoladamente, baixa a resistência de união à dentina. Entretanto, o uso de jateamento mais condicionamento resulta numa resistência de união similar ao das amostras somente condicionadas.

Blomlöf *et al.*, em 1997, exploraram a possibilidade de obtenção de aceitável remoção da *smear-layer* e exposição de colágeno pelo condicionamento com concentrações baixas e supersaturadas (24%) de EDTA. Uma superfície plana em dentina foi utilizada em dentes humanos extraídos devido a periodontite severa. Os dentes foram condicionados com as seguintes concentrações de EDTA por 2 minutos: Grupo 1 (1,5%); Grupo 2 (5%); Grupo 3: (15%), Grupo 4: (24%) e avaliados pelo SEM em relação à remoção da *smear-layer* e exposição de fibras colágenas da raiz. O trabalho demonstrou que o condicionamento com as concentrações de 1,5%

e 5% de EDTA não foram suficientes para dissolver a *smear-layer* em elevado grau. Ao ser usada a concentração de 15% de EDTA, a *smear-layer* foi dissolvida mais efetivamente e as fibras colágenas encontradas mais espessadas. Seguindo com concentração de EDTA de 24%, significativamente menos *smear-layer* é encontrada na superfície da dentina em relação aos outros grupos e fibras colágenas são encontradas cobrindo por inteiro a dentina intertubular. Baseados nestes achados, com concentrações de EDTA entre 15% e 24% em ordem, se obtém uma aceitável remoção da *smear-layer* e exposição de fibras colágenas, com efeito clinicamente aceitável pelo período de tempo.

Los e Barkmeier, em 1999, examinaram os valores de resistência de união ao cisalhamento entre dentina e resina com seis diferentes tipos de sistemas adesivos usando ou não jateamento com óxido de alumínio. Diferenças significantes foram encontradas na resistência de união, dependendo do sistema adesivo usado, mas não diferença entre os grupos jateados com o controle. Isto pode concluir que a escolha do sistema adesivo tem mais influência na união entre dentina e compósito do que o método de pré-condicionamento utilizado.

Schilke *et al.* concluíram, em 2000, que informações detalhadas da dentina são essenciais para investigar a adesão de materiais à ela. No estudo foi comparado o número e o diâmetro dos túbulos dentinários de incisivos centrais bovinos permanentes, utilizando coroa e raiz com as coroas de terceiros molares humanos e molares decíduos. Não foram encontradas diferenças significativas entre o número de túbulos na dentina coronal bovina comparada com a dentina humana decídua e em molares permanentes. A medida do diâmetro dos túbulos da dentina bovina é ligeiramente, mas não significante maior que na dentina humana. Estes achados demonstram que a dentina correspondente à camada de coroa entre decíduos humanos e molares permanentes e incisivos centrais bovinos não são significativamente diferentes no número de túbulos por mm² e no diâmetro dos túbulos, enquanto a densidade dos túbulos da dentina da raiz bovina é significativamente maior. Os resultados sugerem, contanto que preparos estandarizados sejam usados, que a dentina da coroa de incisivos bovinos são adequados substitutos da dentina de molares humanos em estudos de adesão.

Cehreli *et al.*, em 2000, investigaram os efeitos do condicionamento com EDTA 17% e solução formada por ácido itatônico, ácido maleico e água, na micromorfologia primária em esmalte e dentina, em comparação com ácido fosfórico

36%, quando aplicado por 15 segundos e 7 segundos. Amostras de esmalte foram obtidas de 40 molares humanos e formaram quatro grupos que receberam os seguintes tratamentos na superfície do esmalte: Grupo 1: 36% de ácido fosfórico por 15 s; Grupo 2: 36% de ácido fosfórico por 7 s; Grupo 3: solução de ácido itatônico, ácido maleico e água por 20 s; Grupo 4: EDTA 17% por 60 s. O mesmo tratamento foi aplicado na dentina primária das amostras e divididos em 4 grupos de 10 amostras. Todas as superfícies tratadas foram examinadas em SEM. Concluíram que a solução formada por ácido itatônico, ácido maleico e água, quando aplicado simultaneamente na superfície de esmalte e dentina por 20 s, parece ser o mais efetivo condicionamento, limpando os prismas no esmalte e removendo a *smear-layer* na dentina. Entretanto, são necessárias maiores confirmações clínicas. Apesar da aplicação por um período de 60 s, a solução de EDTA 17% não foi a mais efetiva para condicionar o esmalte nem para remover a *smear-layer* da dentina.

Armstrong *et al.*, em 2001, determinaram o tipo de falha na união dentina/resina e resina/resina com testes de microtração usando uma barra curta chanfrada Chevron. Usaram tempo de armazenagem de 30 e 180 dias e os tipos de falhas foram examinados por MEV e testado pelo teste de Fischer e estatística qui-quadrada de Wald. A resistência à fratura foi de 0,82 e 0,87 MPa para 30 e 180 dias de armazenagem respectivamente, enquanto que a distribuição de falha 4,60 e 4,56, não tendo diferenças estatísticas significantes. A resistência à tensão foi de 52,53 e 14,71 MPa enquanto a distribuição de falha 3,04 e 1,56, sendo estatisticamente diferentes. As falhas K, foram adesivas independentemente do tempo de armazenagem. Com 30 dias ocorreram na região superior da camada híbrida e após 180 dias mais no fundo da camada híbrida. Com 30 dias de armazenagem, houve mais propensão de descolar na dentina ou na resina, enquanto que aos 180 dias as falhas envolveram o fundo da camada híbrida.

Cederlund *et al.*, em 2001, basearam seu estudo na hipótese de que a utilização de agentes quelantes como o EDTA em solução aquosa saturada (24%), pode agir na dentina como agente condicionador em exposição de tempo comparado ao do ácido fosfórico, sem comprometer a resistência de união. Foram utilizados molares humanos divididos em dois grupos. No Grupo 1: quatro superfície

foram preparadas em cada dente e tratadas com gel de EDTA 24% por 30, 60, 120 e 240 segundos, respectivamente; Grupo 2: serviu de controle, onde duas superfícies foram preparadas em cada dente, uma não foi condicionada enquanto que a outra foi tratada com gel de EDTA 24% por 30 segundos. O sistema adesivo utilizado em todas as amostras foi o All Bond 2, sistema de dois componentes, *primer* e adesivo, efetivando uma união com uma resina composta Tetric Flow (Vivadent). Os corpos de prova foram armazenados por 24 horas à 37°C antes dos ensaios de cisalhamento. Não houveram diferenças estatisticamente significantes para os resultados da resistência de união ao cisalhamento entre os diferentes tempos de condicionamento com EDTA. O grupo controle mostrou diferenças entre as superfícies condicionadas e as não condicionadas por 30 segundos com EDTA. Portanto, os resultados indicaram que a duração do condicionamento com EDTA na superfície da dentina necessitam não exceder as do ácido fosfórico na prática clínica, para se obter níveis aceitáveis de resistência de união.

Koibuchi *et al.*, em 2001, investigaram em um estudo os efeitos da *smear layer* na resistência de união à tração, determinando a viabilidade do uso clínico de sistemas adesivos auto-condicionantes. Foram utilizados molares humanos, onde a dentina foi exposta com lixas d'água de granulação 180 ou 600. O *primer* auto condicionante (Clearfil Liner Bond II) foi aplicado na superfície dentinária por 30s, deixando-o agir sem nenhum movimento. Após leves jatos de ar, o agente adesivo foi aplicado e polimerizado por 20 s. Tacos de resina composta (Clearfil Photo Posterior) foram coladas na superfície dentinária, com *smear layer* presente, e polimerizadas por 60 s. As amostras foram armazenadas em água a 37° C por 24 horas, quando os ensaios de resistência de união foram realizados, com uma velocidade de carregamento de 1.0 mm/min. As superfícies fraturadas das amostras, em resina e dentina, foram analisadas em SEM. Significantes diferenças foram encontradas para resistência de união para a dentina preparada com lixa 180 ou 600. As amostras preparadas com lixas 180 formaram uma *smear layer* mais grosseira e tiveram uma resistência de união menor que as amostras preparadas com lixas 600, onde a superfície dentinária ficou mais lisa e a resistência de união foi estatisticamente maior. Portanto, a presença e a qualidade da *smear layer* causam diferenças estatisticamente significantes na resistência de união da dentina humana preparada, *in vitro*, e a utilização de *primers* auto-condicionantes tem boa aceitação clínica.

Em 2001, Pilo *et al.* avaliaram o efeito de dois desinfetantes de dentina (Consepsis e Tubulicid), uma solução aquosa a base de Hema (Aqua Prep), a combinação de Aqua Prep e Tubulicid e o jateamento com óxido de alumínio 50 um na resistência de união ao cisalhamento com uso de adesivos de frasco único (One Step e Prime Bond 2.1). Foram utilizados as faces oclusais de 167 terceiros molares humanos recém extraídos, onde a dentina foi polida com lixa d'água granulação 600. Os dentes foram divididos em 12 grupos de testes (dois agentes de união para seis diferentes protocolos de pré-tratamento). A dentina exposta foi condicionada com ácido fosfórico 35% por 20 segundos, lavados e secos com jatos de ar. No grupo jateado com óxido de alumínio, o condicionamento com ácido era realizado após o pré-tratamento. One Step e Prime Bond 2.1 foram aplicados conforme especificações do fabricante. Cilindros de resina composta Z 100 foram unidos à dentina, as amostras termocicladas entre 5 e 55° C e os ensaios de cisalhamento realizados na máquina Instron. Para análise estatística, foram aplicados testes ANOVA, Tukey HSD post-hoc. Concluíram que o uso de agentes desinfetantes ou reumedecedores podem determinar efeitos positivos na resistência de união ao cisalhamento, dependendo do agente de união utilizado. Jateamento com óxido de alumínio, mesmo seguido de condicionamento ácido, não aumenta a resistência de união com adesivos de quarta geração, tornando supérfluo o seu uso. Por outro lado, a solução aquosa Hema pode ser a maneira mais efetiva e o procedimento de técnica menos sensível para aumentar a resistência de união de resinas ao substrato dentinário.

Um estudo de Hecht *et al.*, em 2002, comparou cimentos resinosos comercialmente disponíveis (Dyract Cem Plus, Panavia F, Variolink II, Fuji Plus) em relação a resistência de união à tração, em dentina bovina, com o cimentos resinosos auto-adesivo (Rely X Unicem). Concluíram que a ausência de pré-tratamento à estrutura dentária, mostra a resistência de união do Rely X Unicem à dentina bovina com valores comparáveis a de todos os outros cimentos resinosos disponíveis comercialmente.

Irie *et al.*, em 2002, verificaram se o cimento Rely X Unicem é adequado para cimentação de *Inlays* de resina composta sem pré-tratamento da dentina. Dez *Inlays* foram cimentados e a resistência de união ao cisalhamento bem como espaço marginal foram analisados. Os cimentos Panavia F e Calibra serviram como grupo controle, foram comparados com o cimento auto-adesivo Rely X Unicem e

usados de acordo com as instruções do fabricante. A análise foi realizada 30 minutos após a fotopolimerização e um dia de armazenagem. Concluíram que o espaço marginal e a resistência de união ao cisalhamento do cimento auto-adesivo foi comparável aos encontrados para os cimentos resinosos convencionais.

Chaves *et al.*, em 2002, avaliaram a resistência de união de dois sistemas adesivos, autocondicionante e de frasco único, na superfície dentinária após diferentes tratamentos da *smear layer*. Coroas de 36 terceiros molares humanos foram seccionadas transversalmente com pontas diamantadas até a dentina ficar exposta. As superfícies foram polidas com lixas d'água granulação 600 e reunidas em 12 grupos ao acaso, de acordo com três tipos de sistemas adesivos a serem avaliados (Prime e Bond, Clearfil e Etch Prime 3.0) e quatro tratamentos de superfície: sem tratamento; jateamento com óxido de alumínio 50 µm por 10 s; condicionamento com ácido fosfórico 36% por 15 s; condicionamento com 0,5 M de EDTA por 2 minutos. Coroas de resina composta foram construídas pela técnica incremental e coladas na superfície dos dentes. As amostras foram armazenadas em água destilada a 37° C. Os dentes foram seccionados verticalmente em dois sentidos obtendo-se amostras de 0,8 mm² de área. Cada amostra foi testada em máquina de teste universal por 0,5 mm/min. de carregamento. A resistência de união com uso de sistemas adesivos de frasco único foi significativamente maior que para os sistemas autocondicionantes. Não foram observadas diferenças significativas entre os diferentes tratamentos da *smear layer* com o uso do mesmo sistema adesivo de dentina.

Piowarczyk e Lauer, em 2003, determinaram o efeito da armazenagem em água na resistência flexural e compressiva com 12 diferentes classes de cimentos resinosos. Também foi investigada a influência do método de polimerização nas propriedades mecânicas. Os materiais examinados foram: cimento de fosfato de zinco (Harvard e Fleck's); cimento de ionômero de vidro (Fuji I e Ketac Cem); cimento de ionômero de vidro modificado por resina (Fuji Plus, Fuji Cem, Rely X Luting); cimentos resinosos (Rely X ARC, Panavia F, Variolink II, Compolute) e um cimento resinoso universal auto-adesivo (Rely X Unicem). As amostras foram preparadas e testadas de acordo com as especificações ISO e testadas frente a testes de resistência flexural e compressiva com carregamento a uma velocidade de 1mm/min. As propriedades mecânicas foram medidas após as amostras serem armazenadas a 37° por 24 horas e 150 dias após a mistura. Os resultados foram

submetidos a teste ANOVA. Os autores concluíram que os cimentos resinosos possuem as mais altas resistências flexural e compressiva seguidas dos cimentos resinosos auto-adesivos. Estes materiais são estatisticamente mais fortes que os cimentos de ionômero de vidro modificados por resina, cimento de ionômero de vidro convencionais e cimento de fosfato de zinco. O cimento resinoso Variolink II apresentou a mais alta resistência flexural e compressiva após 24 horas e 150 dias. Quanto ao método de polimerização, o modo de polimerização dual aumenta a resistência mecânica após 150 dias de armazenagem em água.

Torii *et al.*, em 2003, investigaram o efeito do condicionamento com EDTA antes da aplicação de sistemas adesivos na resistência de união de resina composta à dentina. Foram utilizados 80 dentes bovinos onde a superfície dentinária foi exposta com lixa d'água de granulação 600. Metade das amostras foi condicionada com solução aquosa de EDTA 0,5 mol (pH 7,4), lavadas e secadas, enquanto que a outra metade não recebeu nenhum pré-tratamento. As amostras foram divididas ao acaso em quatro grupos de 10, recebendo os seguintes tipos de sistemas adesivos: sistemas de passo único (One-up Bond F, Reactmer Bond); sistema auto-condicionante (Clearfil SE Bond); sistemas de condicionamento ácido total de frasco único (Single Bond). Neste último grupo o EDTA foi aplicado previamente à dentina sem uso de ácido fosfórico. Os estudos revelaram que a utilização de EDTA mostrou significativo aumento em MPa na resistência de união à dentina com os adesivos de passo único. Para os sistemas adesivos auto-condicionantes e condicionamento ácido total não houve diferença significativa nos valores de resistência de união.

Pashley *et al.*, em 2004, estudaram a susceptibilidade à degradação a que estão sujeitas as fibras colágenas parcialmente infiltradas quando a dentina é condicionada com ácido. Esta degradação hipoteticamente pode ocorrer na ausência de bactérias. Matrizes de colágeno parcialmente desmineralizadas foram preparadas em dentina humana e armazenadas em saliva artificial. Amostras controle foram armazenadas em saliva artificial contendo enzimas proteolíticas inibidoras ou óleo mineral puro, e eram examinadas 24 horas, 90 e 250 dias para verificar a degradação da matriz de colágeno. Em 24 horas, 90 ou 250 dias, foi observado uma camada de 5 a 6 μm de espessura de matriz de colágeno desmineralizada. Matriz de colágeno desmineralizada foi quase completamente destruída em 250 dias nas amostras, mas não quando foram incubadas com enzimas inibidoras em óleo mineral. Análise funcional de enzimas em pó de dentina

revelaram baixo nível de degradação do colágeno, atividade que era inibida pelos inibidores de proteases como a clorexidina 2%. Os autores especulam que a degradação do colágeno ocorre todo o tempo.

Geitel *et al.*, em 2004, avaliaram a influência do jateamento com óxido de alumínio, como tratamento da dentina, na resistência de união à tração com dois diferentes sistemas adesivos resinosos compostos (Scotchblond Multi-Purpose/Z100 e OptiBond FL/Herculite XR). Foram utilizados 200 incisivos centrais humanos onde a coroa teve a dentina exposta com 5 mm de diâmetro, através de lixa de água de granulação 600. A dentina foi condicionada com ácido fosfórico e com jateamento por óxido de alumínio, a uma distância de 2 mm por 5 segundos com partículas de 27µm, 50 µm de tamanho. Os sistemas adesivos foram aplicados de acordo com as especificações do fabricante e a sua resistência de união avaliados frente a testes de tração e tipos de falha. A resistência de união à tração foi significativamente mais alta para o grupo condicionado com ácido fosfórico, independentemente do sistema adesivo-resina utilizado. Na avaliação por microscopia, foram observadas mais falhas adesivas entre a dentina jateada e a resina, do que entre dentina condicionada com ácido e resina. Concluíram que exclusivamente jatear a dentina, com partículas de óxido de alumínio, resulta em menor força de união do que condicionar com ácido fosfórico, e que a combinação de ambas as técnicas pode aumentar a resistência de união entre a resina e a dentina.

Ahid *et al.*, em 2004, testaram a influência de diferentes tratamentos de superfície na resistência de união de diferentes sistemas adesivos em dentina. Foram utilizados no experimento 50 molares humanos onde a dentina foi exposta com lixa d'água de granulação 100, 320 e 600, usadas sequencialmente. Os tratamentos foram divididos em grupos, com uso de ácido fosfórico 10% por 30s; ácido fosfórico 37% por 15 s; Jateamento com óxido de alumínio 50 µm por 10 s seguido de condicionamento com ácido fosfórico 10% por 30 s; jateamento com óxido de alumínio 50 µm por 10 s seguido de condicionamento com ácido fosfórico 37% por 15 s. O sistema de união utilizado para unir à dentina a resina composta Z 100 foi Optibond Solo Plus (Kerr). As amostras foram armazenadas em água destilada por 24 horas a 37°C e termocicladas em 500 ciclos de 10 a 50 °C de variação. Posteriormente seccionadas perpendicularmente ao adesivo, para serem submetidas aos testes de tração. O jateamento com diferentes concentrações de

ácido fosfórico associado ao jateamento com óxido de alumínio afeta a resistência de união de agentes adesivos ao substrato dentário. Determina ainda uma contaminação com partículas de óxido na superfície dentinária. A dentina tratada com ácido fosfórico 37% por 15 segundos mostrou os mais baixos valores de resistência de união, enquanto que os outros grupos tiveram resultados semelhantes entre si.

Inoue *et al.* em 2004, analisaram o efeito do condicionamento com ácido poliacrílico como pré-tratamento na resistência de união de adesivos a base de ionômero de vidro ao substrato, com ou sem *smear layer*. Foram preparados 24 molares humanos extraídos, onde a superfície do esmalte e dentina estavam cobertas ou livres da *smear layer*. A resina composta foi colada à superfície, utilizando cimento ionomérico FujiBond LC, com ou sem condicionamento com ácido poliacrílico e submetidos a testes de microtração. O tipo de falha foi determinado utilizando microscopia por escaneamento de elétrons. Em dentina, a cobertura de *smear layer* e condicionamento não revelou diferenças significativas em testes de microtração, ficando na faixa de 20 a 29 MPa. Em esmalte, a cobertura de *smear layer* não afetou os testes de microtração, porém, o condicionamento aumentou significativamente os testes de microtração, atingindo os mesmos valores de união obtidos na dentina. Em relação ao tipo de falha, em dentina houve falhas mistas. Concluíram que a união adesiva do ionômero de vidro à dentina pode ser realizada sem o condicionamento do ácido poliacrílico, até mesmo na presença da *smear layer*. Entretanto o condicionamento com ácido poliacrílico em esmalte aumenta a retenção micromecânica.

Behr *et al.*, em 2004, compararam a adaptação marginal de novos cimentos resinosos auto-condicionantes com somente um passo de aplicação com cimentos resinosos convencionais e seus sistemas adesivos. Foram utilizados no experimento o cimento resinoso Variolink com Syntac Classic; Dyract Cem Plus com Prime Bond NT; Rely X Unicem e Rely X Unicem com Prompt L-Pop. Coroas em cerâmica pura foram coladas em molares humanos usando cimento resinoso auto-adesivo com e sem passos de pré-tratamento (Unicem); cimento resinoso que atua removendo a *smear-layer* (Variolink) e compômero, com a *smear-layer* modificada pelo seu sistema adesivo (Dyract Cem Plus). Após simulação de 5 anos de fadiga (ciclagem térmica com execução de 6000 ciclos de carregamento mecânico de $1,2 \times 10^0 \times 50N$, 1,66 Hz em temperatura de 5 – 55°C), a adaptação marginal foi determinada

pela penetração de corante com microscopia eletrônica. Pela SEM, todos os agentes cimentantes investigados mostraram uma soma comparável à margens perfeitas. Em relação a penetração de corante, o cimento auto-adesivo Rely X Unicem teve significativamente baixa penetração de agente corante, indicando que cimentos resinosos sem pré-tratamento dentário podem determinar adaptação marginal em dentina comparável à cimentos resinosos convencionais.

Hebling *et al.*, em 2005, investigaram neste estudo, a não diferença entre a degradação da dentina unida com adesivos de condicionamento ácido total em conjunto com gluconato de clorexidina 2%, um inibidor da matriz de metaloprotease, aplicada à dentina depois do condicionamento com ácido fosfórico. Foram utilizados molares humanos analisados por microscopia eletrônica de transmissão. A camada híbrida dos dentes tratados com clorexidina exibiu uma integridade estrutural normal em sua rede de colágeno. Inversamente, uma anormal camada híbrida foi vista no grupo de dentes controle, com uma progressiva desintegração da rede de fibras colágenas, além de ser detectado pelo manchamento do colágeno. A autodestruição da matriz de colágeno ocorre rapidamente na interface dentina-resina “*in vivo*” e pode ser detida com o uso de clorexidina após o condicionamento ácido e antes dos procedimentos adesivos convencionais.

Dutra Correa *et al.*, em 2005, detalharam que dentes bovinos têm sido utilizados como substitutos de dentes humanos, de forma aleatória, sem que se defina se as características dessa dentina são semelhantes à humana. Objetivaram portanto, estudar aspectos micromorfológicos da dentina bovina, a fim de normatizar o uso de dentes bovinos, substituindo dentes humanos em pesquisas científicas e embasar novos estudos comparativos, uma vez que a literatura apresenta poucos estudos aprofundados sobre o assunto. Dentes bovinos foram fixados em formol tamponado a 10%, preparados em lâminas pela técnica de desgaste e descalcificação, corados com Hematoxilina/Eosina e Tricrômico de Masson. Os autores concluíram que a dentina bovina apresenta maior número de túbulos dentinários/área próximo à polpa e menor número próximo ao esmalte, semelhante à dentina humana; maior diâmetro nas proximidades do esmalte e menor diâmetro nas proximidades da polpa, ao contrário da dentina humana; a distribuição da dentina intertubular bovina próximo à polpa não foi uniforme ao longo do dente. Contudo, é razoável supor presença de alterações em pesquisas que utilizam essa dentina em substituição à dentina humana.

Osório *et al.*, em 2005, avaliaram a existência de auto-proteção das fibras colágenas dentro da camada híbrida, para aumentar a longevidade das restaurações. Este fenômeno pode ser evitado se soluções com ácidos fortes forem utilizadas para a desmineralização da dentina. A hipótese a ser testada é que a durabilidade da união pode ser aperfeiçoada pela desmineralização com EDTA. Superfícies dentinárias humanas e bovinas foram unidas após condicionamento com ácido fosfórico e após desmineralização com EDTA, utilizando adesivos de condicionamento ácido total (Adper Scotchbond 1) e auto-condicionantes (Clearfil SE Bond). As amostras foram divididas em grupos através dos seguintes procedimentos: Grupo 1: dentina condicionada com ácido fosfórico e usado sistema adesivo Adper Scotchbond 1; Grupo 2: aplicação de EDTA (pH 7,4) por 60 s lavado por 10 s e usado sistema adesivo Adper Scotchbond 1; Grupo 3: dentina não foi condicionada e o sistema adesivo Clearfil SE Bond aplicado. Corpos de prova de resina composta Tetric Ceram (Vivadent) foram coladas às amostras, que foram armazenadas por 24 horas à 37°C. Após, os dentes foram seccionados em fatias, metade das amostras foram imersas em hipoclorito de sódio e a outra metade em água. As amostras foram testadas quanto ao tipo de falhas em testes de tensão, através de testes de múltipla comparação e ANOVA. Não foram encontradas diferenças na resistência de união entre os procedimentos de união realizados entre as três diferentes técnicas adesivas. No entanto, os valores da resistência de união encontradas para os molares humanos foi 43 a 61% mais alta que para os incisivos bovinos. Após imersão em hipoclorito de sódio, somente as amostras submetidas à desmineralização pelo EDTA mantiveram a resistência de união inicial. Concluíram portanto, que a rede de colágeno é melhor preservada após desmineralização realizada com EDTA.

Souza Costa *et al.*, em 2006, avaliaram a presença de alterações pulpares após a cimentação de *Inlays* utilizando dois diferentes cimentos resinosos. Foram preparadas cavidades classe V na superfície lingual de 34 pré-molares humanos. Após as moldagens e confecção dos *Inlays*, estes foram cimentados e divididos em 2 grupos: grupo 1 com Rely X Unicem (3M-ESPE); grupo 2 com Variolink II. Em um terceiro grupo, controle, a parede em dentina foi forrada com Dycal (Dentsply), e os *Inlays* foram cimentados com Rely X Unicem. Para o grupo cimentado com Variolink II, o sistema adesivo Excite foi utilizado nos procedimentos de cimentação. Após 7 ou 60 dias, os dentes foram extraídos e processados para análises histológicas.

Após 7 dias Rely X Unicem e Variolink II desencadearam, em duas amostras, uma suave e moderada resposta inflamatória, respectivamente. Em 60 dias, a alteração pulpar decresceu em ambos os grupos. Uma discreta e persistente alteração inflamatória ocorreu no grupo 2, com deslocamento de componentes resinosos observados sobre os túbulos dentinários. O grupo controle demonstrou características histológicas normais. Alteração histológica e desorganização de tecidos foi observado no remanescente de dentina entre o fundo da cavidade e o tecido pulpar. Os autores confirmaram que cimentações com cimentos resinosos podem causar específicas alterações pulpares. Variolink II associado com sistema adesivo Excite causou mais efeitos agressivos ao complexo dentino-pulpar que o cimento Rely X Unicem.

Yang *et al.*, em 2006, avaliaram a resistência de união à microtração em diferentes regiões da dentina humana com 3 cimentos resinosos. Foram utilizados terceiros molares humanos preparados em diferentes regiões da dentina (dentina superficial, dentina profunda e dentina cervical), e os cimentos resinosos utilizados foram Super-Bond C&B, Panavia F e Rely X Unicem, manipulados de acordo com as instruções do fabricante. Os resultados mostraram que a resistência de união à microtração foi significativamente mais alta na dentina superficial do que na dentina profunda ou cervical para os três tipos de cimento. A resistência de união foi maior para o cimento Super-Bond e Panavia, com falhas primeiramente coesivas na resina de cimentação. Microscopia mostrou que falhas adesivas ocorrem no topo da camada híbrida para o cimento Super-Bond e Panavia F, o que não foi observado para o Rely X Unicem. O Rely X Unicem, possui a maior resistência de união à microtração, e falhou principalmente na dentina desmineralizada.

Betamar *et al.*, em 2007, examinaram a alteração da resistência de união a microtração, em relação a forma escolhida para as amostras, com diferentes sistemas de união à dentina. Incisivos centrais bovinos recentemente extraídos foram divididos ao acaso em nove grupos experimentais. A dentina foi exposta com lixa d'água granulação 600 e os sistemas adesivos utilizados foram: Adper Prompt L-Pop, Adper Scotchbond XT e Adper Scotchbond Multipurpose, Para unir resina composta Filtek Supreme à dentina, foi usada técnica incremental. ANOVA, Tukey e kaplan-meier revelaram não haver diferenças significantes entre a resistência de união para diferentes desenhos das amostras, quando o mesmo agente de união de dentina foi utilizado. Entretanto, houve significativa diferença entre os três sistemas

adesivos quando somente um desenho de amostra foi utilizada. O desenho em forma de ampulheta segue um modelo diferente de distribuição de *stress*, porém não há diferenças estatísticas entre os demais desenhos.

Han *et al.*, em 2007, avaliaram o valor do pH, espessura da película, percentual de partículas de carga e alterações morfológicas dos cimentos resinosos auto-adesivos. Foram testados os cimentos G-Cem, Maxcem, Smart Cem e Rely X Unicem. O pH do cimento foi medido com papel testes de pH. O percentual de partículas de carga foi calculado depois das amostras cimentadas serem incineradas a 750°C. Para a espessura da película, os cimentos foram misturados e colocados entre duas placas de vidro e comprimidos usando um instrumento de carregamento. Para mudanças morfológicas as superfícies das amostras foram observadas no SEM, após tratamento com variações. Houve diferença significativa entre os valores de pH dos cimentos medidos com 20 segundos de polimerização, 90 segundos e 48 horas após a mistura. O percentual de partículas de carga foi diretamente proporcional a espessura do filme. A degradação de superfície do cimento foi também detectado após polimento da superfície e imersão em água, ácido acético e acetona. Como conclusão, diferenças significativas foram encontradas nas propriedades das superfícies dos materiais testados, e estas diferenças podem determinar alterações do desempenho clínico do material. Os resultados do estudo demonstraram que os cimentos auto-adesivos têm benefícios para a cimentação de restaurações indiretas, quando comparados com cimentos resinosos convencionais.

Garcia-Godoi *et al.*, em 2007, em testes de hipótese nula verificaram se não há diferença na estrutura da união adesiva de dentina condicionada com ácido fosfórico, tendo o envelhecimento acelerado em saliva artificial ou óleo mineral. Foram utilizados terceiros molares humanos, onde a dentina foi colada com três sistemas adesivos de condicionamento ácido total, armazenados por três anos e preparados para microscopia eletrônica de transmissão. Os sistemas adesivos utilizados foram: Prime & Bond NT, Excite e All-Bond 2. Os dentes foram condicionados com ácido fosfórico 37% por 15 segundos e lavados com água por 20 segundos. As amostras de resina-dentina com cada grupo de sistema adesivo foram divididos em duas porções iguais e armazenados em 5 ml de saliva artificial ou óleo mineral por 3 anos à 55° C. A saliva artificial era trocada todo mês durante o período de 3 anos. A camada híbrida das amostras envelhecidas em óleo mineral exibiu integridade na estrutura da rede de colágeno. Inversamente, uma anormal camada

híbrida foi verificada nas amostras envelhecidas em saliva artificial, com progressiva desintegração da rede fibrilar. A auto-destruição da matriz de colágeno pode ocorrer na resina infiltrada na dentina, e em menor grau em dentina mineralizada na ausência de bactérias na saliva.

Carrilho *et al.*, em 2007, fizeram um experimento onde testaram a hipótese de que a degradação na interface de união dentina-resina pode ser prevenida ou retardada pela aplicação de clorexidina, um inibidor de matriz de metaloproteinase, em dentina após o condicionamento com ácido fosfórico. Foram utilizados terceiros molares humanos isentos de cárie onde foram realizadas cavidades tipo classe I. A preservação da união resina-dentina foi avaliada em testes de microtração e examinadas em microscopia por transmissão de elétrons. “*In vivo*” a resistência de união ficou estável nas amostras tratadas com clorexidina, enquanto que a resistência de união diminuiu significativamente no grupo controle. Nas amostras tratadas com clorexidina, o infiltrado entre dentina-resina exibiu uma integridade na rede de colágeno. Inversamente uma progressiva desintegração na rede fibrilar foi identificada nas amostras controle. Portanto, conclui-se que uma auto-degradação na matriz de colágeno pode ocorrer na interface resina-dentina, mas pode ser prevenida com a aplicação de um inibidor sintético de proteases, tal como a clorexidina 2%, após o condicionamento da dentina com ácido fosfórico.

Czarnecka *et al.*, em 2007, procuraram determinar se a união do cimento de ionômero de vidro em dentina não cariada, difere quando da união em dentina cariada. Foram utilizadas cinco marcas comerciais de cimentos de ionômero de vidro, Fugix GP, Fugix em cápsulas, Fugix presa rápida (todos GC, Japão), Ketac-Molar e Ketac-Molar Aplicap (ambos 3M-ESPE, Alemanha). Os substratos dentinários foram condicionados com ácido poliacrílico 10% por 10 segundos, partindo de 10 amostras, onde os cimentos foram colados em dentes removidos por razões ortodônticas. Os dentes usados tinham dentina consistente ou esclerótica. A resistência de união ao cisalhamento foi determinada após 24 horas de armazenagem. Nos cimentos mecanicamente misturados, a resistência de união ao cisalhamento na dentina normal não foi diferente para a dentina esclerótica, entretanto, os cimentos misturados manualmente a resistência de união à dentina normal foi mais alta que na dentina cariada. Isso sugere que o maior fator de união do cimento de ionômero de vidro à dentina é a sua interação com a fase mineral, onde existe uma afinidade dos grupamentos carboxílicos do ionômero com a

hidroxiapatita da dentina. Embora a dentina esclerótica e a dentina não cariada sejam estruturalmente e quimicamente diferentes, quando clinicamente tratadas, demonstram substratos similares.

Frankenberger *et al.*, em 2007, avaliaram a resistência de união à microtração em relação ao uso de diferentes cimentos, métodos de limpeza de dentina, cimentos temporários e modos de polimerização em cavidades classe I na cimentação de *Inlays*. Foram preparadas cavidades oclusivas (4x4 mm com 3 mm de profundidade) em 96 terceiros molares humanos. Uma parte das cavidades foi temporizada com diferentes cimentos provisórios que foram removidos uma semana após através de três técnicas (curetas ou jateamento com pó Prophypearls e ClinPro). *Inlays*, confeccionados em resina composta (Clearfil AP-X) foram cimentadas com resina Calibra, utilizando três tipos de adesivos (XP Bond/SCA, Syntac e OptiBond FL). Os dentes foram cortados após 24 horas e armazenados em água destilada a 37°C, e as amostras foram avaliadas quanto a microtração e submetidos à análise fractográfica de falhas em suas interfaces de união. Concluíram que a contaminação com cimentos provisórios é um risco e reduz a resistência de união à dentina e que o polimento com jateamento com pó Prophypearls causa redução na resistência de união. Polimerizar o adesivo separadamente não produziu aumento na resistência de união, no entanto, selar a dentina com uma camada de resina hidrofóbica antes da cimentação provisória, provoca um aumento na resistência de união interna. O uso de sistemas adesivos de polimerização dual aumentam a resistência de união entre *Inlays* e dentina.

Soares *et al.*, em 2007, determinaram a efetividade do tratamento prévio do substrato dentário nos valores de resistência de união de dois sistemas de união auto-condicionantes (Clearfil Protect Bond e One Up Bond F). Foram utilizados 100 incisivos bovinos que tiveram a superfície vestibular da dentina exposta. As amostras foram divididas em 5 grupos de acordo com o tratamento realizado e o sistema adesivo: controle; sem tratamento prévio; condicionamento com ácido fosfórico 37% em esmalte e dentina por 15s; condicionamento com ácido fosfórico 37% somente em esmalte por 15s; jateamento com óxido de alumínio por 10s a uma distância de 2 cm.; condicionamento do esmalte e dentina com gel de EDTA 24% (pH 7.0) por 1 minuto. Blocos de resina composta TPH Spectrum foram coladas as superfícies dentárias com cimento resinoso de presa dual Rely X ARC. As amostras foram armazenadas em 37° C em 100% de umidade. Os autores concluíram que as

maiores resistência de união foram em esmalte com a utilização de condicionamento com ácido fosfórico. Já em dentina, a utilização prévia de EDTA provocou aumento nos valores de resistência de união. Portanto, com uso de sistemas adesivos auto-condicionantes, o uso de EDTA simultaneamente em esmalte e dentina é o tratamento prévio mais indicado.

D'arcangelo e Vanini, em 2007, avaliaram o efeito de diferentes tratamento na superfície de resina composta nas propriedades adesivas de restaurações indiretas de resina. Foram testados: condicionamento com ácido hidrofúorídrico 9,5% seguido da aplicação de silano; jateamento com partículas de óxido de alumínio 50 μm a uma distância de 1 cm. por 10 s.; combinação de jateamento com óxido de alumínio e silano. Foi utilizado um sistema adesivo de dois passos (Enabond HFO), as amostra armazenadas por 24 horas em água destilada a 37° C e submetidas à ciclagem térmica (5000 ciclos de 4 – 55° C). Concluíram que o jateamento com óxido de alumínio e aplicação de silano é responsável pelo aumento da retenção mecânica em restaurações indiretas, em função das irregularidades e ranhuras criadas, sendo recomendadas ao compósito antes da sua cimentação. A aplicação de silano e condicionamento com ácido hidrofúorídrico na superfície do compósito não aumentou a sua resistência de união, sendo um procedimento recomendado com melhor resultado para superfícies cerâmicas.

Onisor *et al.*, em 2007, compararam a adaptação marginal em esmalte e dentina com diferentes tratamentos de superfície antes e depois de *stress* térmico em restaurações classe V. Foram analisados 36 molares humanos divididos em quatro grupos de tratamento: Grupo 1: 30 s de exposição ao gás ozônio; Grupo 2: jateamento com partículas de óxido de alumínio 50 μm por 20 s a uma distância de 5mm; Grupo 3: jateamento com óxido de silício 27 μm por 20 s a uma distância de 5mm; Grupo 4: sem tratamento. As cavidades foram restauradas com resina composta Tetric Ceram e o sistema adesivo empregado foi Syntac Classic e as superfícies dentárias condicionadas com ácido fosfórico 35%. As amostras foram armazenadas a 37°C e termocicladas (3000 ciclos com variação de 5 – 55° C). As restaurações foram moldadas com polivinilsiloxano (President), réplicas de resina epóxi confeccionadas e a adaptação analisada em SEM com 200X de magnificação. O carregamento mecânico foi realizado com 1,200,000 ciclos com frequência de 1.7 Hz e 49N. Concluíram que o tratamento com gás ozônio e jateamento com partículas de sílica pode diminuir significativamente a adaptação marginal em dentina, sem

influenciar negativamente a adaptação marginal no esmalte. O jateamento com partículas de óxido de alumínio não interfere na adaptação marginal das restaurações adesivas nem em esmalte nem dentina. O uso de partículas de sílica deve ter aplicação cuidadosa no meio oral.

Al-Assaf *et al.*, em 2007, avaliaram as características interfaciais de cinco cimentos resinosos em dentina, como resistência de união à tração, tipos de falhas, extensão da desmineralização, morfologia e formação de camada híbrida. Foram examinados Bistite II DC, C & B Super-Bond, M-Bond, Panavia F e Rely X Unicem. Foram utilizadas na pesquisa coroas de molares humanos intactas, divididos em cinco grupos de 10 amostras cada. Para termociclagem foram executados 3000 ciclos (5-55 °C, 4 ciclos/min). Diferenças significantes foram observadas entre as resistências de união à tração, com maior valor encontrado para o cimento Bistite II e o menor valor para o Rely X Unicem. Da mesma forma, o percentual de desunião em dentina teve os menores valores para o Rely X Unicem e maiores para Bistite II e C & B Super-Bond. A *smear-layer* foi parcialmente removida, sem abertura dos túbulos dentinários com o uso de Rely X Unicem, mostrando uma não detectável formação de camada híbrida, enquanto que para os outros cimentos houve uma variação na espessura da camada híbrida encontrada.

Frankenberger *et al.*, em 2007, propuseram, por ser rotineiro o jateamento com pós abrasivos para a limpeza de dentes, um estudo objetivando avaliar a influência de diferentes pós para polimento na resistência de união à dentina. Foram utilizados na pesquisa 60 molares humanos isentos de cárie onde a resina composta Clearfil AP-X foi unida à dentina com diferentes classes de sistemas adesivos, divididos pelos diferentes números de passos na sua execução. Os sistemas adesivos utilizados foram: 4 passos: Syntac; 3 passos: OptiBond FL; 2 passos: Single Bond Plus; 2 passos autocondicionante: AdheSE, Clearfil SE Bond, Clearfil Protect Bond, One Coat Self-Etch Bond; passo único: Xeno III, Clearfil S3 Bond, G-Bond. O polimento prévio da superfície dentária, quando polido com pó a base de carbonato de cálcio, teve significativa redução na resistência de união da resina composta à dentina, exibindo severa nanoinfiltração. O uso de pó a base de glicina não afetou o desempenho da resistência de união à dentina nos adesivos investigados. Os autores concluíram que o polimento com bicarbonato de sódio deve ser evitado em restaurações unidas à dentina, podendo pó de glicina ser uma alternativa.

Garcia *et al.*, em 2007, avaliaram a resistência de união de sistemas adesivos auto-condicionantes após uma semana e um ano de armazenagem em água. Foram utilizados fragmentos de incisivos bovinos, onde a superfície da dentina foi exposta com lixa d'água granulação 600 para estandarizar a *smear layer*. As amostras foram divididas em 18 grupos experimentais de acordo com o sistema adesivo testado (Single Bond; Adper Prompt L-Pop; iBond; One-Up Bond F; Xeno III; Clearfil SE Bond; Optibond Solo Plus SE; Tyrian SPE/One-Step Plus; e UniFil Bond). Também foram usadas dois períodos de armazenagem: uma semana e um ano. Os sistemas adesivos foram empregados de acordo com as especificações dos fabricantes e modelos de resina composta Z 250 foram unidos. Resistência de união ao micro-cisalhamento foram determinadas usando uma Máquina de Teste Universal com carregamento de 0,5 mm/min. Testes de ANOVA e Tukey foram empregados para análise dos resultados. Os autores concluíram que um ano de armazenagem em água reduz significativamente a resistência de união à dentina, exceto para o sistema adesivo One-Up Bond F, e que de forma geral, excessivo período de armazenagem em água causa decréscimo na resistência de união à dentina com os agentes testados de aproximadamente 50%.

Hikita *et al.*, em 2007, estabeleceram a efetividade da união de cinco agentes de cimentação, em esmalte e dentina, com diferentes procedimentos de aplicação em relação à testes de microtração. Na pesquisa, trinta molares humanos foram utilizados e blocos de resina composta Paradigm (3M-ESPE) foram cimentados com: Linkmax (GC), Nexus 2 (Kerr), Panavia F (Kuraray), Rely X Unicem (3M-ESPE) e Variolink II (Ivoclar-Vivadent), seguindo as especificações dos fabricantes. Também foi testado um outro grupo experimental: Prompt L-Pop + Rely X Unicem (3M-ESPE), Scotchbond + Rely X Unicem (3M-ESPE), Opti Bond Solo Plus + Nexus 2 (Kerr) e K-Etchant gel + Panavia F (Kuraray). As amostras foram armazenadas em água destilada a 37°C antes dos testes de microtração. Com procedimentos corretos de aplicação, os sistemas adesivos de condicionamento ácido total, auto-condicionantes e cimentos auto adesivos demonstraram eficiência na união a esmalte e dentina. Alguns fatores influenciaram negativamente a efetividade da união: a não fotopolimerização do adesivo antes da colagem; fotopolimerizar o adesivo separadamente, não o convertendo a cura dual; uso de agentes cimentantes de cura dual com baixo potencial polimerizante; condicionamento ácido da dentina com ácido fosfórico antes do uso de Rely X

Unicem; e não condicionar o esmalte com ácido fosfórico antes do uso de Rely X Unicem.

Ibarra *et al.*, em 2007, avaliaram o desempenho de cimentos resinosos auto-adesivos modificados (Rely X Unicem 3M-ESPE), na fixação de restaurações cerâmicas sem condicionamento prévio da superfície dentária, combinado com sistemas adesivos de frasco único e sistemas auto-condicionantes. Foram utilizados na pesquisa trinta e seis pré-molares humanos, com preparos até a dentina, recebendo coroas reforçadas por Leucita (Empress 1), cimentados de acordo com as instruções do fabricante. As amostras foram divididas em quatro grupos de acordo com o cimento utilizado e o respectivo sistema adesivo: Variolink – Excite (Ivoclar-Vivadent) como grupo controle, Rely X Unicem – Single Bond (3M-ESPE), Rely X Unicem – Adper Prompt L-Pop (3M-ESPE) e Rely X Unicem (3M-ESPE). Após 24 horas de armazenagem a 37°C, os dentes foram termociclados em 2000 ciclos entre 5 – 55°C, imersos em nitrato de prata por 24 horas, mantidos em solução reveladora e seccionados em baixa rotação. Foram realizadas três secções longitudinais de 1 mm para cada dente, e a infiltração avaliada em microscópio (1 para 4X de magnitude). Um programa de imagens foi utilizado para medir a penetração do corante ao longo das superfícies de esmalte e dentina. Através do teste ANOVA, foi constatado que o cimento Rely X Unicem teve a mais baixa infiltração em relação aos cimentos onde a superfície foi tratada com ácido fosfórico. Já em esmalte, os valores de infiltração foram maiores do que nas amostras que usaram sistemas adesivos previamente ao cimento. Este estudo concluiu que o cimento auto-adesivo Rely X Unicem seria contra-indicado para ser utilizado em esmalte.

Rüya Yazici *et al.*, em 2007, avaliaram o efeito da contaminação por saliva na micro-infiltração em sistemas adesivos de condicionamento ácido total e auto-condicionante. Cavidade classe V foram preparadas na junção amelo-cementária de 40 molares humanos recentemente extraídos. Os dentes foram divididos ao acaso em dois grupos para diferentes adesivos: Grupo 1: (Single Bond – adesivo de dois passos, condicionamento e lavagem); Grupo 2: (Futura Bond NR – adesivo de um passo, auto-condicionante). Os materiais adesivos foram aplicados de acordo com as especificações dos fabricantes. As amostras foram divididas em cinco sub-grupos: A: contaminação antes da polimerização do adesivo; B: contaminação antes da polimerização do adesivo com reaplicação do adesivo; C: contaminação após a

polimerização do adesivo; D: contaminação após a polimerização do adesivo e reaplicação do adesivo; E: grupo controle, sem contaminação. A contaminação da superfície do adesivo foi realizada com saliva natural fresca e foi removida com moderados jatos de ar. As amostras foram restauradas com compósito híbrido Z 250. Após termociclagem (500 ciclos entre 5 – 55°C) e imersão em 0,5% de fuccina básica, o grau de penetração foi avaliado em microscópio estereoscópico. Os autores concluíram que não há diferenças estatisticamente significativas entre a contaminação de esmalte e dentina, e, se o adesivo foi contaminado pela saliva antes ou depois da polimerização. Também não há diferença significativa estatisticamente na infiltração entre os grupos 1 e 2 para todos os sub-grupos.

Bishara *et al.*, em 2008, determinaram a resistência de união ao cisalhamento de novos ionômeros de vidro modificados por resina, que possuem, como propriedades, alta liberação de flúor na colagem de *brackets* ortodônticos. Foram utilizados 60 molares humanos recentemente extraídos e armazenados em solução de 0,1% em timol. Os dentes foram limpos, polidos e divididos ao acaso, em três grupos de acordo com o condicionamento ácido e adesivo utilizado. No grupo 1, vinte dentes foram condicionados com ácido poliacrílico 10% e os *brackets* colados com o cimento ionomérico GC Fuji Triage (GC América INC). grupo 2, vinte dentes foram condicionados com ácido fosfórico 20% e os *brackets* colados com cimento ionomérico GC Fuji Triage (GC América INC). No grupo 3, controle, vinte dentes foram condicionados com ácido fosfórico 37% e os *brackets* colados com resina acrílica Transbond XT (3M Unitek). Os resultados foram obtidos através de análise de variância comparando os três grupos experimentais e indicando que houve presença de diferenças significativas entre os grupos. Nos grupos colados com os novos cimentos ionoméricos (GC Fuji Triage) a resistência de união ao cisalhamento foi baixa, independentemente do uso de ácido poliacrílico 10% ou ácido fosfórico 37%, quando comparado com o grupo controle, onde os *brackets* foram colados com resina composta e sistemas adesivos convencionais. Com isso conclui-se que, embora a alta liberação de flúor do ionômero de vidro tenha um potencial de diminuir a descalcificação em torno dos *brackets*, a sua resistência de união ao cisalhamento é relativamente baixa quando comparada à resina composta.

Holderegger *et al.*, em 2008, avaliaram a resistência de união à dentina do cimento auto-adesivo Rely X Unicem comparando-o à três cimentos resinosos convencionais em relação a influência do tempo da união, influência do operador no

desempenho da qualidade da união em dois diferentes centros de pesquisa. Cento e sessenta terceiros molares humanos isentos de cárie foram divididos entre duas universidades: Universidade de Zurick e Universidade de Berna. Os cimentos resinosos utilizados foram: Rely X Unicem, Rely X ARC, Multilink e Panavia 21. As amostras foram estocadas em água destilada por 24 horas e submetidas à 1500 ciclos entre 5 – 55 °C e testados a resistência de união em relação a testes de cisalhamento. Todos os cimentos foram afetados pela termociclagem, no entanto, o menos afetado foi o Rely X Unicem. Em relação à resistência de união à dentina, o cimento Rely X Unicem foi o que atingiu o mais baixo valor em MPa, quando comparado à Rely X ARC, Multilink ou Panavia 21; entretanto, foi o menos afetado pela variação do operador e da idade da união. A idade da união foi simulada pela realização de ciclos térmicos.

Cantoro *et al.*, em 2008, avaliaram a influência da temperatura de pré-polimerização no potencial de união dos cimentos resinosos à dentina. Foram analisados 40 molares humanos, divididos ao acaso, em oito grupos: Grupo 1-4 (Rely X Unicem); Grupo 4-8 (Panavia F), e usadas temperaturas de polimerização de 4, 24, 37 e 60°C respectivamente. O cimento resinoso de polimerização dual foi utilizado para unir a dentina a um *overlay* de resina composta (Paradigm MZ 100). Testes de microtração e observação em SEM verificaram o desempenho nas interfaces cimento/dentina. Análises estatísticas revelaram que ambos agentes adesivos desenvolveram união significativamente fraca quando usados em temperaturas refrigeradas. Resultados não estatisticamente diferentes na resistência de união foram encontrados em qualquer dos dois cimentos quando usados a 24°C ou 37°C. O pré-aquecimento do Panavia F a 60°C resultou em significativo aumento na resistência de união. Observações no microscópio revelaram um potencial realçado do Panavia F em formar camada híbrida à temperatura aumentada acima de 4°C. O cimento resinoso Rely X Unicem mostrou menor porosidade e maior homogeneidade de camada a temperatura intra-oral do que quando refrigerado. Os autores concluíram que o pré-aquecimento de 60°C melhora o potencial de união do Panavia F, e é aconselhável aquecer ao menos à temperatura ambiente os cimentos resinosos, quando estes estiverem em refrigerador, antes do seu uso clínico.

4 MATERIAIS E MÉTODO

4.1 MATERIAIS

Para a realização desta pesquisa foi utilizado cimento resinoso de ativação dual Rely X Unicem (3M-ESPE, St. Paul, MN, EUA, Lote 313680). Os materiais foram adquiridos comercialmente e armazenados em suas embalagens originais segundo as instruções do fabricante.

| <i>Material</i> | <i>Nome Comercial</i> | <i>Fabricante</i> |
|----------------------|-----------------------|-------------------|
| Cimento resinoso | Rely X Unicem | 3M-ESPE |
| Óxido de alumínio | BioArt | BioArt |
| Bicarbonato de sódio | Profilax | Dabi-Atlante |
| EDTA | EDTA Gel 24% | Biodinamica |
| Ácido Poliacrílico | Vidrion 11,6% | SSWhite |

Cimento resinoso Rely X Unicem:

Composição: Pó: vidro em pó silanizado, sílica silanizada, hidróxido de cálcio, pirimidina substituída, persulfato, pigmentos, solventes e polímeros;

Líquido: fosfato dimetacrilato de glicerina, dimetacrilato, acetato monohidratado de cobre fenol substituído e canforoquinona.

4.2 MÉTODO

Preparação das amostras para ensaio de resistência ao cisalhamento.

Para o presente estudo, foram utilizados como amostras dentes bovinos extraídos imediatamente após o abate dos mesmos em frigorífico estabelecido. Projeto aprovado pela CEUA (08/00041). Após a realização de raspagem dos remanescentes teciduais com uma cureta periodontal, os dentes foram limpos com pasta de pedra pomes e água, com auxílio de escovas de Robinson montadas em contra-ângulo. Na seqüência, eles ficaram submersos em solução anti-séptica de timol 1%, durante 48 horas, para desinfecção, sendo depois armazenados até sua

utilização, em recipientes contendo água destilada na temperatura aproximada de 5° C.

Para confecção das amostras, os dentes foram seccionados, separando a raiz da coroa, com disco diamantado sinterizado (KG Sorensen Ind. e Com Ltda., Barueri, SP, Br) montado em motor de polimento protético, formando área quadrangular 1cm² (Figura 1). A face vestibular da coroa clínica foi planificada com disco de carborundum, montado em baixa-rotação.

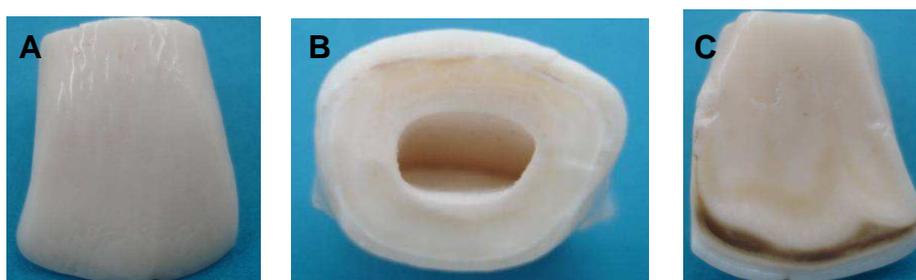


Figura 1: **A** : coroa por vestibular; **B**: câmara pulpar; **C**: coroa por lingual

Após, as amostras foram incluídas em um tubo de PVC com 20 mm de diâmetro interno por 25 mm de altura com resina acrílica autopolimerizável (Figura 2). Para isto, cada amostra foi fixada contra uma lâmina de cera utilidade (Jon Produtos Odontológicos, SP, Br) com a face vestibular em esmalte voltada para a cera. O cilindro de PVC foi então posicionado na cera de modo que a amostra ficasse localizada exatamente no centro. Tanto a amostra quanto o cilindro ficaram levemente intruídos na cera para que não houvesse extravasamento da resina acrílica junto à interface. A resina acrílica autopolimerizável (Jet, Artigos Odontológicos Clássico, SP, Br) foi manipulada de acordo com as instruções do fabricante, sendo vertida lentamente no interior do cilindro ainda na fase arenosa, para que a amostra não fosse deslocada da posição central. Com o objetivo de minimizar a exotermia da resina, inicialmente foi preenchida a porção do cilindro de PVC correspondente a amostra. Em uma segunda etapa, todo cilindro foi preenchido com resina acrílica e imerso em água para dissipação do calor. Após polimerização da resina acrílica, a amostra obtida foi posicionada em uma matriz metálica e planificada com o auxílio de lixas de carbetto de silício de granulação 180, sob irrigação em uma politriz horizontal Aropol S 600 R.P.M. (Figura 3 A e B). Na seqüência, uso de lixas 220 e 400. Este desgaste foi realizado até exposição de

área total da amostra em dentina (Figura 4). A armazenagem das amostras durante as fases do experimento foi sempre em água destilada (Figura 5).



Figura 2: Inclusão da coroa em PVC

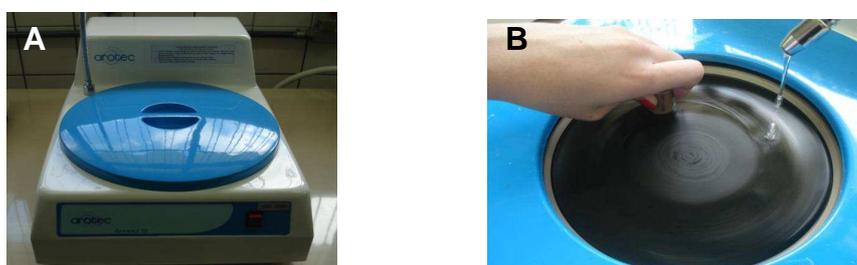


Figura 3: **A e B:** Politriz Aropol S 600 RPM com lixa 400

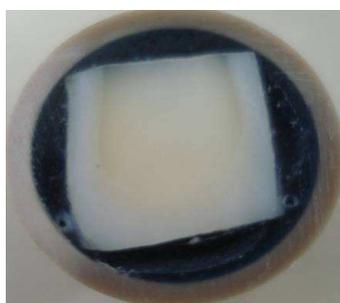


Figura 4: Dentina bovina lixada

Foram obtidas 75 amostras, as quais foram divididas aleatoriamente em 5 grupos de 15 amostras de acordo com o tipo de tratamento de superfície a ser realizado, conforme descrito na Tabela 1. O Grupo 1 foi considerado controle, recebendo o tratamento de acordo com as especificações do fabricante.

Tabela 1: Descrição dos grupos de ensaio deste estudo

| Grupo | N^o | Tratamento de Superfície |
|--------------|----------------------|---------------------------------|
| 1 | 15 | Controle |
| 2 | 15 | Óxido de Alumínio |
| 3 | 15 | Bicarbonato de sódio |
| 4 | 15 | EDTA |
| 5 | 15 | Ac. Poliacrílico |



Figura 5: armazenagem em água destilada.

Jateamento com óxido de alumínio

A superfície da amostra do grupo 2 foi microjateada com partículas de 50 μm de óxido de alumínio (Bio-Art Equipamentos Odontológicos, SP, BR) (Figura 6) durante 10 segundos sobre pressão de 80 libras com o auxílio de um microjato removedor (Microetcher/Danville Engineering, EUA). A distância mantida entre a amostra e a ponteira do microjato foi padronizada com um anel de cera adaptado ao tubo de PVC com uma altura de 1 cm, em posição perpendicular à superfície dentinária. Em seguida, as superfícies das amostras foram abundantemente lavadas com jatos de água para remoção das partículas de óxido de alumínio e o excesso de água removido com papel absorvente ficando a dentina levemente umedecida.



Figura 6: óxido de alumínio

Jateamento com bicarbonato de sódio

A superfície da amostra do grupo 3 foi jateada com bicarbonato de sódio pó Profident (Dabi-Atlante, Prodontex Indústria e Comércio Ltda, SP, Br.) (Figura 7) por

15 segundos, com aparelho de profilaxia Profilax (Dabi-Atlante, SP, Br) a uma distância padronizada com um anel de cera adaptado ao tubo de PVC com 1 cm. de altura, perpendicular à superfície dentinária, e lavado abundantemente com jatos de água pelo mesmo tempo da aplicação. O excesso de água removido com papel absorvente ficando a superfície da dentina levemente umedecida.



Figura 7 : pó de bicarbonato de sódio

Aplicação de EDTA

A superfície da amostra do grupo 4 foi pincelada com pincel descartável (Microbrusch) embebido em solução gel de EDTA 24% Trissódico Gel (Biodinâmica Química Ltda, Pr, Br) (Figura 8) por 60 segundos, lavado abundantemente com jatos de água pelo mesmo tempo da aplicação. O excesso de água removido com papel absorvente, ficando a superfície da dentina levemente umedecida.



Figura 8: EDTA gel 24%

Condicionamento com ácido poliacrílico 10%

A superfície da amostra do grupo 5 foi condicionada com solução condicionadora de dentina Vidrion (ácido poliacrílico 11,5% SSWhite Artigos

Dentários Ltda, RJ, Br) (Figura 9) por 30 segundos, lavado abundantemente com jatos de água pelo mesmo tempo da aplicação. O excesso de água removido com papel absorvente, ficando a superfície da dentina levemente umedecida.



Figura 9: Ácido poliacrílico

Procedimentos de colagem

A apresentação comercial do cimento em forma de cápsula (Figura 10),



Figura 10: cápsulas



Figura 11: amalgamador ou triturador mecânico

Figura 12: **A:** dispositivo ativador da cápsula**B:** dispositivo aplicador do cimento

Para a fotopolimerização utilizou-se o aparelho LED Elipar FreeLight 2 (3M/ESPE, St. Paul, Mn, EUA) com, no mínimo, intensidade de luz de 450 mW/cm^2 .

Preparação das amostras para inserção do cimento resinoso:

Após a realização dos tratamentos de superfície, foi realizado o procedimento de inserção do cimento resinoso. Para isto, utilizou-se um cilindro de aço inox composto de 2 partes: uma base com uma perfuração de 21 mm contendo um parafuso para a fixação do cilindro de PVC e uma parte superior com uma perfuração de 21 mm, a qual foi fixada na base com os parafusos. No orifício da parte superior foi adaptada uma matriz de teflon bi-partida, a qual fixou-se por um parafuso lateral, que possui um orifício central de 3 mm de diâmetro e 2mm de altura. Essa justaposição foi possível em função das pequenas movimentações permitidas na parte superior (figura 13).



Figura 13: matriz desmontada



Figura 14: Inserção do cimento resinoso no interior da matriz bipartida de PTFE (teflon)

No procedimento de inserção, o cilindro de PVC foi colocado e fixado por meio de parafuso lateral, na base do dispositivo metálico, de maneira que a superfície dentinária ficava posicionada exatamente no centro do orifício da matriz de teflon. A cápsula foi ativada em dispositivo próprio (Figura 12 A) e imediatamente o cimento foi triturado em amalgamador (Figura 11) por 10 segundos. A seguir, o cimento foi introduzido no orifício central da matriz de teflon (Figura 14) com o auxílio de um dispositivo aplicador do cimento (Figura 12B) e fotopolimerizado por 40 segundos (Figura 15), após a presa química do cimento, com um aparelho LED Elipar FreeLight 2 (3M/ESPE) com intensidade mínima de luz de 450 mW/cm^2 . Em seguida, os parafusos que unem as duas partes do dispositivo de aço inox foram liberados, permitindo a remoção da matriz e a liberação do corpo-de-prova (Fig. 16,17 e 18). Realizado polimerização complementar de 40 segundos.



Figura 15: fotopolimerização

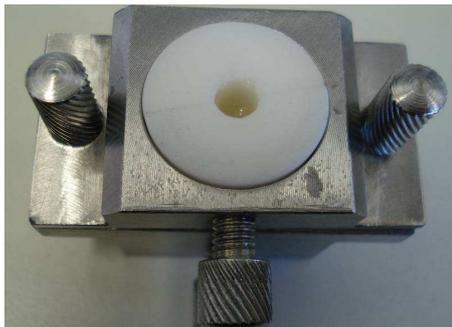


Figura 16: cimento polimerizado

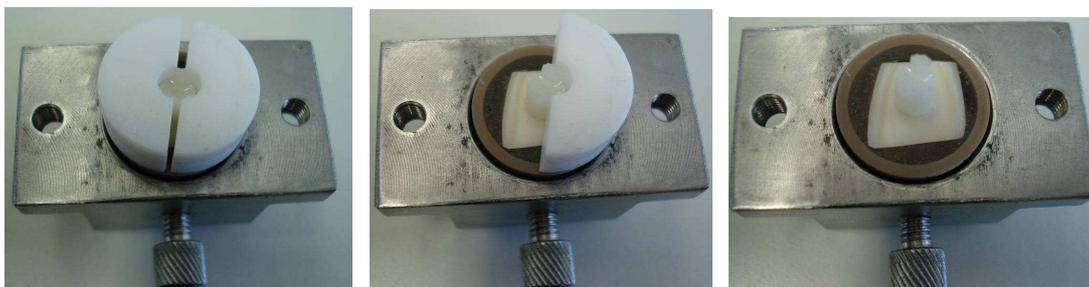


Figura 17: remoção da matriz bipartida de PTFE (teflon)



Figura 18: Corpo de prova

Logo após a confecção, os corpos-de-prova foram armazenados a 37°C e 100% de umidade relativa em estufa (Fanem, modelo 002 CB, SP, Br) durante 7 dias. Os grupos foram ensaiados após este período. Os testes de resistência de união ao cisalhamento foram realizados em uma máquina de ensaio universal EMIC DL 2000 (Figura 19 A), a uma velocidade de 0,5 mm/min, até a falha, utilizando uma matriz com cinzel (Figura 19 B).



Figura 19 A : EMIC DL 2000

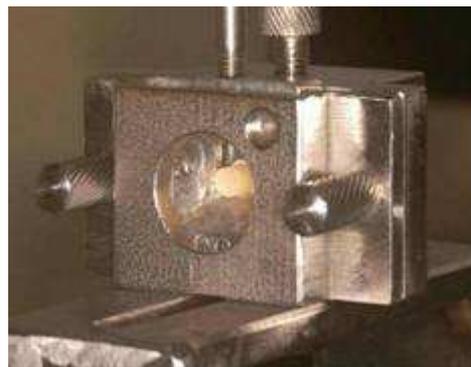


Figura 19 B : matriz com cinzel

A resistência de união ao cisalhamento (MPa) foi calculada pela seguinte fórmula:

$$R_c = F/A \quad R_c = N/\pi R^2 \quad \text{MPa} = N/\text{mm}^2$$

Onde: **R_c** é a resistência ao cisalhamento; **F**, a força aplicada e **A**, a área de união.

Os valores obtidos pela divisão da Força em Newton pela área em mm², foram considerados como sendo a resistência de união em MPa e avaliados estatisticamente com Análise de Variância e teste post-hoc de Tukey ao nível de significância de 5%.

4.3 ANÁLISE DOS TIPOS DE FALHAS

Após a fratura, os corpos de prova foram avaliados em um Microscópio Eletrônico de Varredura com detector de elétrons secundários XL 30/Phillips (Electron Optics B.V., Eindhoven, Holanda). Da mesma forma, após a realização dos tratamentos de superfície dentinária, amostras adicionais foram examinadas no MEV, com finalidade de evidenciar o resultado do tratamento de superfície realizado (figuras 21 a 25).

A montagem dos corpos-de-prova nos dispositivos de fixação amostral (“stubs”) ocorreu como auxílio de uma fita adesiva de cobre dupla face (3M), que permitiu que a região fraturada de cada corpo-de-prova ficasse voltada para cima.

Posterior à fixação das amostras nos “stubs”, o conjunto foi seco por um dessecador a vácuo Primatec modelo 131A (Primatec Ind. E Com. LTDA, Itu, SP, Br) por 7 dias e cobertas com aproximadamente 30nm de espessura de liga

ouro/paládio em máquina Sputter Coater BAL-TEC SCD 005 (BAL-TEC AG, Liechtenstein, Alemanha). A liga foi depositada nas amostras em um nível de vácuo de 5×10^{-2} mbar. Após este procedimento, as amostras foram analisadas no microscópio eletrônico de varredura para determinar o tipo de falha ocorrido.

Através dos arquivos de imagem digital MEV, o tipo de falha teve parte de sua conceituação baseada na classificação proposta por Armstrong *et al.*, (2001), nos seguintes tipos: interfacial, coesiva em dentina, coesiva no cimento e mista. A falha tipo mista corresponde à presença de mais de um tipo de falha conceitual citada acima na mesma superfície analisada.

Para a análise das áreas relativas de cada corpo-de-prova, foi realizada uma aproximação de 50X possibilitando a visualização da área de união, determinando o tipo de falha pelo material predominantemente remanescente (cimento ou dentina). Foram escolhidos aleatoriamente seis amostras de cada grupo de tratamento para serem submetidos à microscopia (Figura 20).

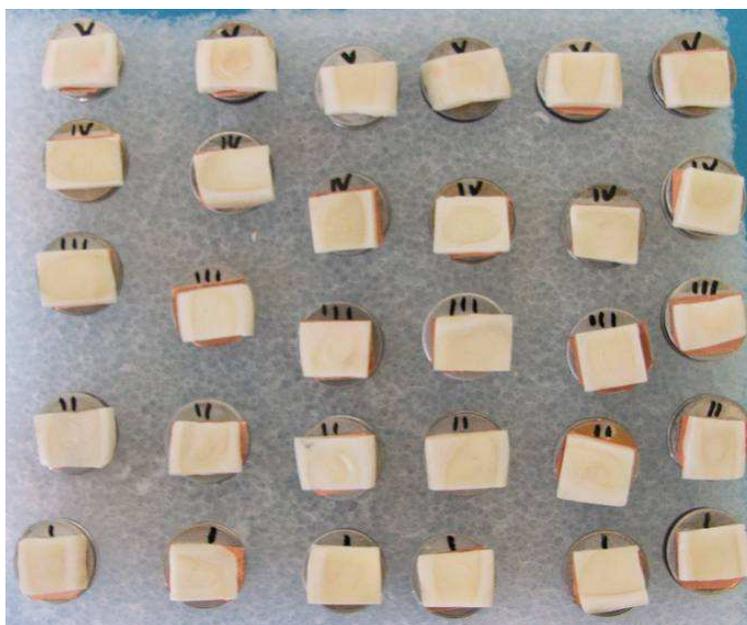


Figura 20: Amostras a serem submetidas ao MEV

5 RESULTADOS

Ao submeter os resultados ao teste Análise de Variância (ANOVA) foi possível observar que houve diferenças estatisticamente significantes entre os grupos experimentados ($p = 0,007$).

Tabela 2: Resultado da Análise de Variância

| | Soma das Médias | Df | Médias | F | Sig. |
|-------------------|------------------------|-----------|---------------|----------|-------------|
| Entre os Grupos | 143,460 | 4 | 35,865 | 3,910 | 0,007 |
| Dentro dos Grupos | 587,119 | 64 | 9,174 | | |
| Total | 730,580 | 68 | | | |

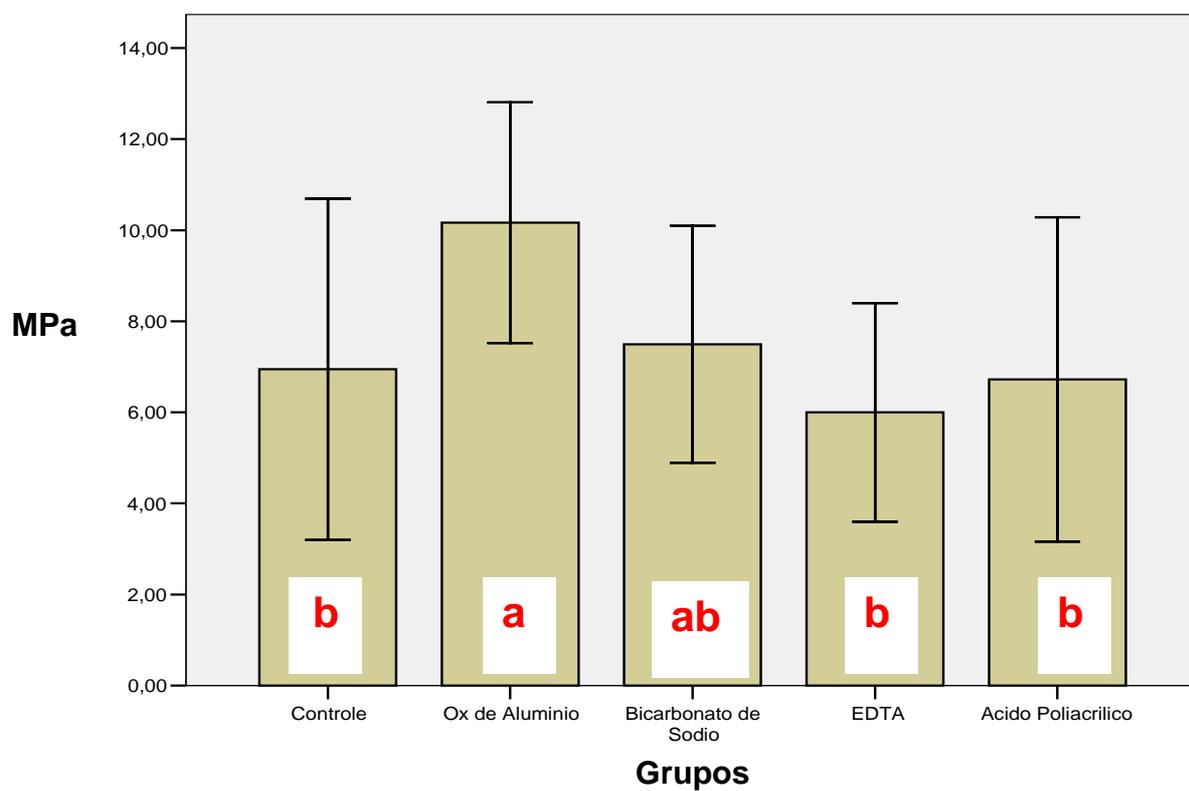
De acordo com o teste de comparação múltipla de Tukey, o tratamento que determinou maior resistência ao cisalhamento foi o obtido pelo grupo óxido de alumínio, sendo estatisticamente diferente ($p < 0,05$) dos grupos controle, ácido poliacrílico e EDTA. Para grupos controle, ácido poliacrílico e EDTA não foram observadas diferenças estatísticas entre si ($p > 0,05$), enquanto que o grupo bicarbonato de sódio não diferiu estatisticamente de nenhum grupo. O grupo EDTA foi o que obteve a menor resistência de união ao cisalhamento.

Tabela 3: Valores médios de resistência ao cisalhamento e desvio-padrão.

| Tratamento | Média (MPa) | DP |
|----------------------|--------------------|-----------|
| Óxido de Alumínio | 10,16 ^a | 2,64 |
| Bicarbonato de Sódio | 7,49 ^{ab} | 2,60 |
| Controle | 6,94 ^b | 3,74 |
| Ácido poliacrílico | 6,72 ^b | 3,55 |
| EDTA | 5,99 ^b | 2,40 |

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si em nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey.

Gráfico 1: valores médios de resistência ao cisalhamento e desvio-padrão dos grupos experimentais



Médias seguidas de letras distintas diferem entre si em nível de 5% de significância pelo Teste de Tukey.

Nas figuras 21 a 25, é possível evidenciar, através de Microscopia Eletrônica de Varredura, o aspecto da superfície dentinária para os diferentes tratamentos à que os grupos foram submetidos.

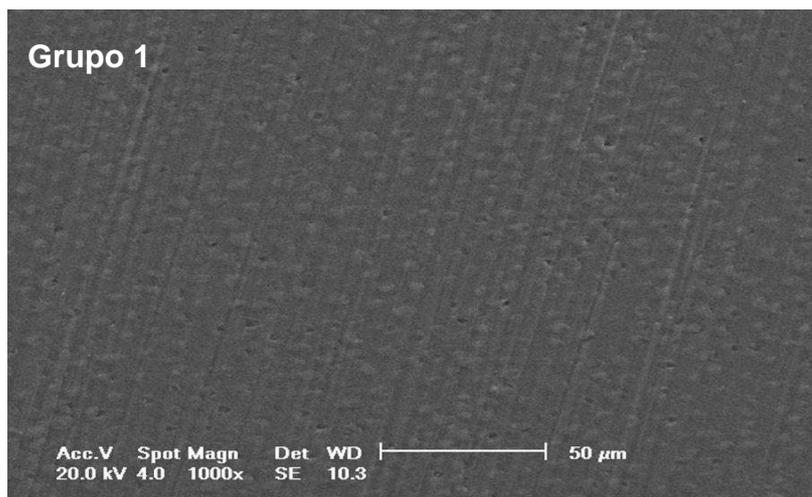


Figura 21: Controle (sem tratamento) presença de *smear layer*. Poucos túbulos visíveis e presença de riscos causados pela lixa 400

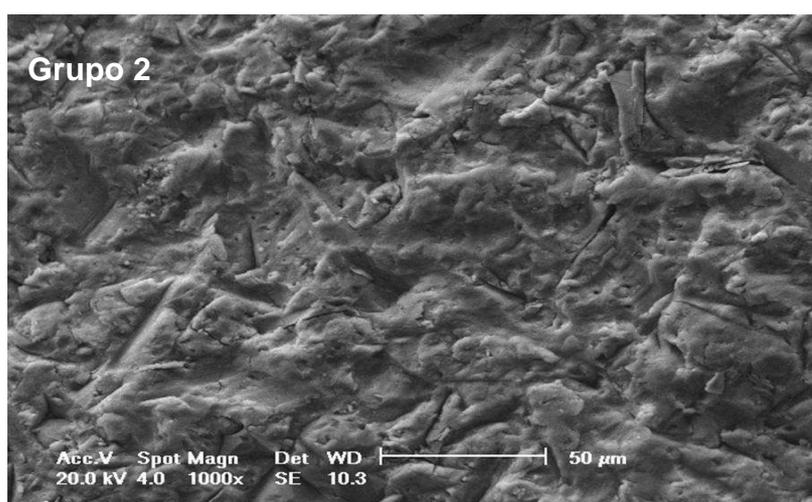


Figura 22: Jateamento com óxido de alumínio. *Smear layer* presente e irregularidades na superfície dentinária

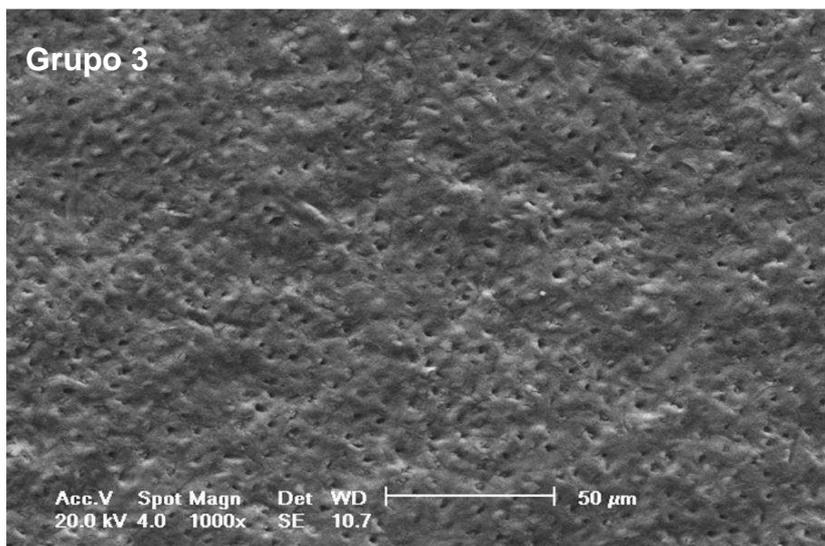


Figura 23: Jateamento com bicarbonato de sódio. Remoção parcial da *smear layer*

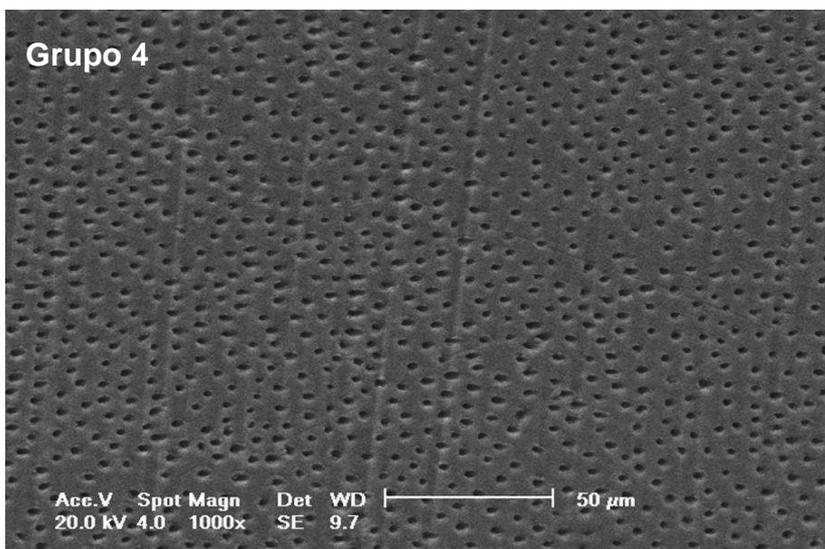


Figura 24:EDTA. Túbulos abertos e remoção da *smear layer*

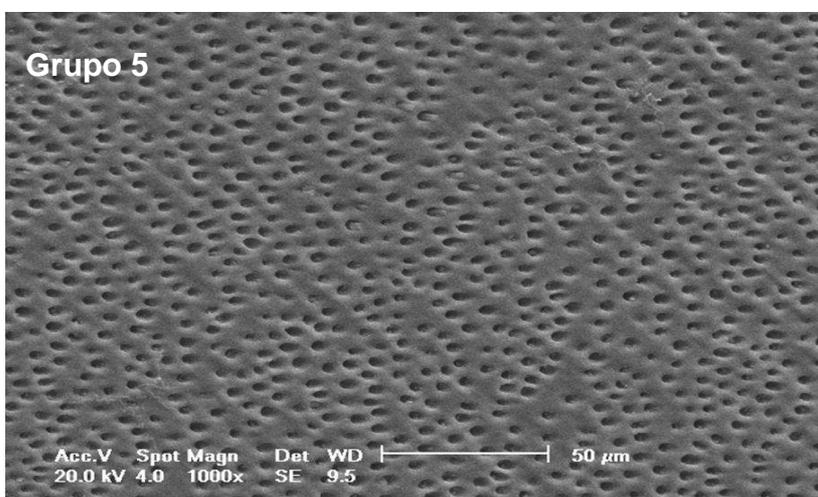


Figura 25: Ácido poliacrílico, Túbulos abertos e remoção da *smear layer*

Nas figuras 26 a 30, é possível evidenciar, através de Microscopia Eletrônica de Varredura, o aspecto da dentina e remanescentes de cimento, após os ensaios de cisalhamento:

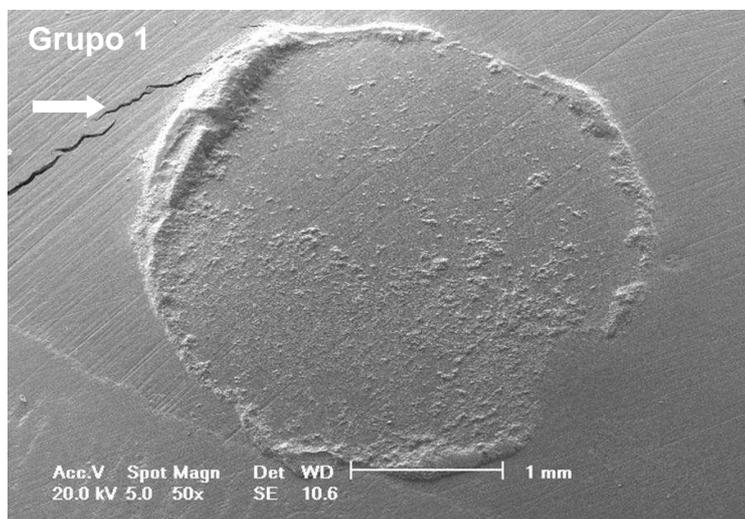


Figura 26: Controle

Linha de fratura visível na figura (seta) caracteriza artefato de técnica

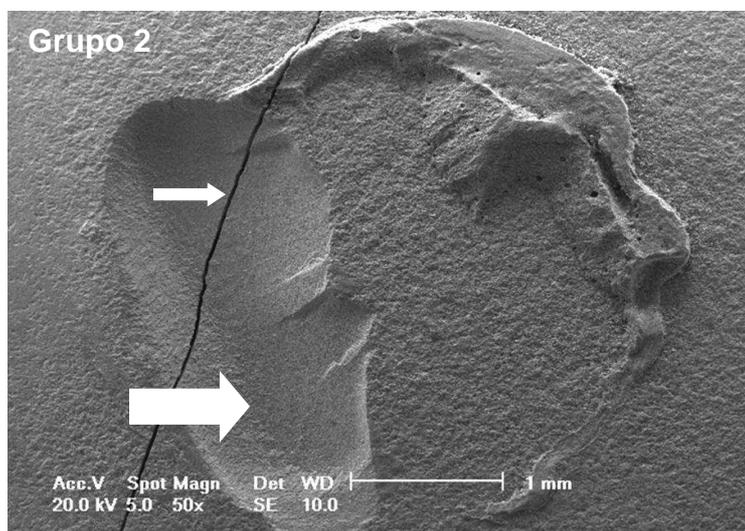


Figura 27: Jateamento Óxido de Alumínio.

Seta (maior) indicando falha coesiva em dentina

Linha de fratura visível na figura (seta menor) caracteriza artefato de técnica

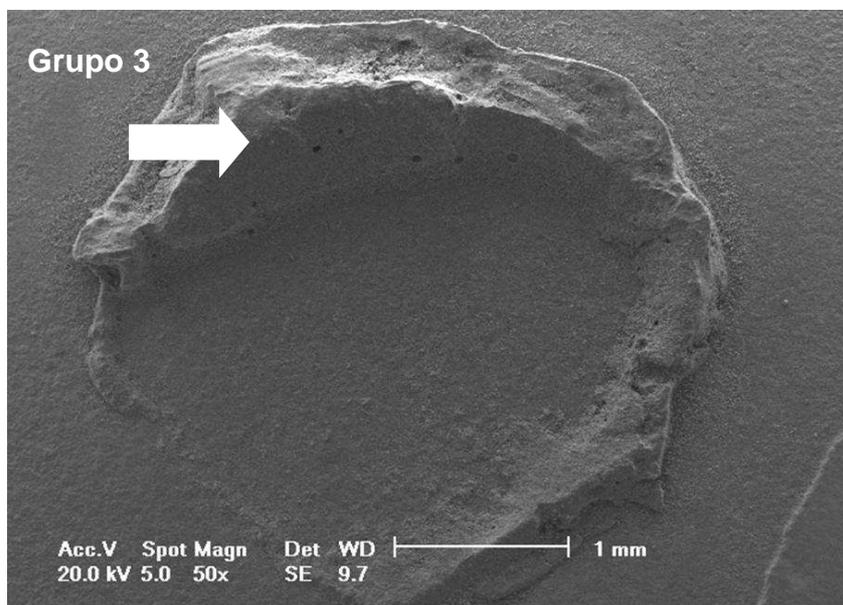


Figura 28: Jateamento Bicarbonato de Sódio.
Seta indicando remanescente de cimento

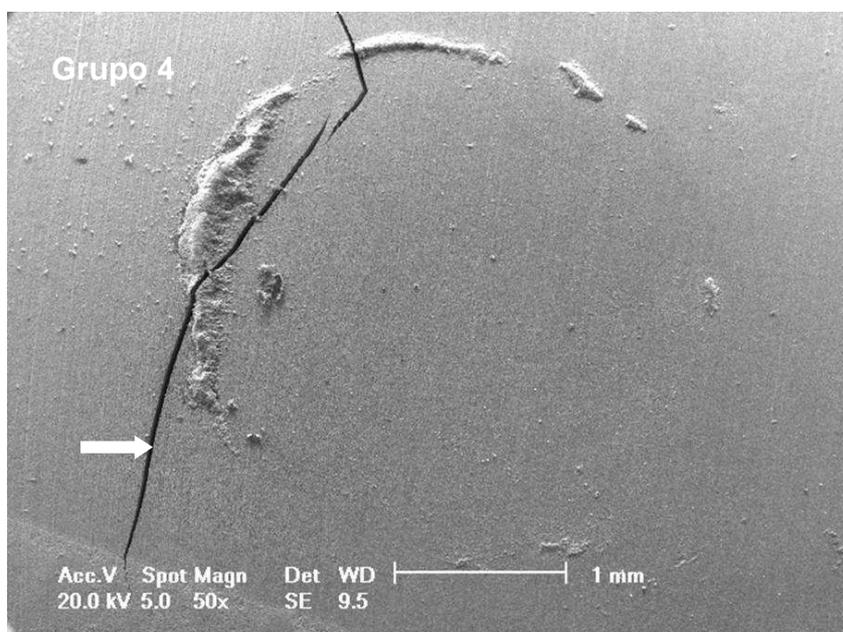


Figura 29: EDTA

Linha de fratura visível na figura (seta) caracteriza artefato de técnica

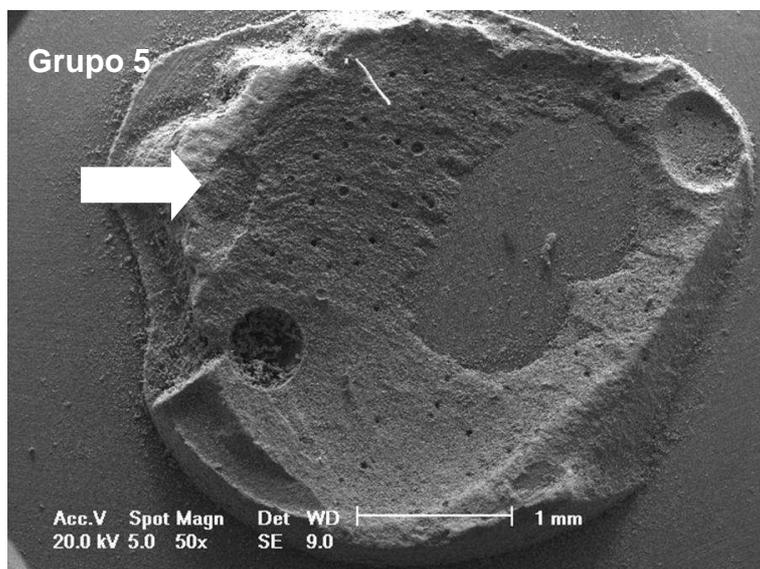


Figura 30: Ácido Poliacrílico
Seta indicando remanescente de cimento

Podemos concluir que, independentemente do tipo de tratamento executado na superfície dentinária, as falhas foram catalogadas como mistas.

O único grupo que apresentou falha coesiva em dentina foi o tratado com óxido de alumínio (Figura 27, seta maior indicando).

6 DISCUSSÃO

A dúvida de como preparar o substrato dentinário sempre foi pertinente e o presente estudo visou verificar se diferentes maneiras de tratar a dentina, previamente à cimentação auto-adesiva, poderia trazer benefícios na resistência de união entre o cimento e o substrato dentinário.

Foi utilizado o cimento resinoso auto-adesivo, Rely X Unicem (3M-ESPE), que é um cimento resinoso dual em cápsula, desenvolvido como cimento universal, para uso em cerômeros, resinas, cerâmicas, pinos de fibra de vidro e trabalhos metálicos. O fabricante preconiza sua utilização sem necessidade de pré-tratamento à estrutura dentária. Aliado a isto, combina facilidade na manipulação quando comparado a cimentos resinosos convencionais, adesão à estrutura dentária e estética.

A dificuldade de obtenção de dentes humanos para realização de testes de união, em razão dos progressos dos tratamentos dentários conservadores, tem consagrado o uso de dentes bovinos. Estes têm se mostrado substitutos confiáveis, embora alguns estudos demonstram que existem diferenças morfológicas entre dentes humanos e bovinos. Nakamichi *et al.*, em 1983, comprovaram que a união ao esmalte e na superfície da “lama” dentinária não possuíam diferenças significantes entre dentes humanos e bovinos; entretanto, os valores de união foram ligeiramente mais baixos em dentes bovinos. Dutra Correa *et al.* (2005) estabeleceram que a resistência de união à dentina bovina decresce consideravelmente em dentina mais profunda, que ao contrário da dentina humana, possuem túbulos com menor diâmetro quanto mais próximo da polpa, sugerindo por isso, a utilização da camada mais superficial da dentina para realização de testes. Já o número de túbulos dentinários por área é maior próximo a polpa na dentina bovina e menor próximo ao esmalte, semelhante à dentina humana. Nos estudos de Schilke *et al.* (2000), o número de túbulos dentinários bem como o seu diâmetro, não possuem diferenças estatisticamente significantes entre dentes humanos e bovinos, sugerindo que preparos padronizados sejam utilizados. Para Betamar *et al.* (2007), o desenho do preparo das amostras não tem influência na resistência de união quando é utilizado um mesmo agente de união.

No presente estudo, os ensaios de cisalhamento foram realizados sete dias após a armazenagem dos corpos de prova à temperatura de 37°C na presença de umidade 100% em água destilada. Segundo estudos de Silva *et al.* (1996), Garcia *et al.* (2007), não existem diferenças estatisticamente significantes, quando os ensaios são realizados após período de armazenagem de 24 horas ou sete dias, tanto para dentes bovinos como humanos. Além disso, o conjunto das reações químicas do cimento auto-adesivo Rely X Unicem só estão completas após 72 horas (YANG *et al.* 2006).

A “lama” dentinária (*Smear Layer*), pela sua baixa resistência coesiva, é motivo de exaustivos estudos, pois em alguns momentos pode agir como um impedimento à íntima união entre o substrato dentinário e o material cimentante, e, em outros, pode atuar melhorando esta união, dependendo do mecanismo de ação do agente cimentante (KOIBUCHI *et al.* 2001). Por isso, a integridade da camada híbrida, formada pela interação efetiva de substratos naturais e artificiais, representada pela infiltração de resina a uma rede de colágeno, sempre é um quantificador da resistência de união (NAKABAYASHI *et al.* 1982).

Os resultados obtidos em MPa para a resistência de união ao cisalhamento, quando a dentina foi microjateada com partículas de óxido de alumínio 50 µm apresentou o maior valor, sendo estatisticamente diferente de todos os grupos ($p < 0,05$). No entanto, de acordo com as especificações do fabricante, o cimento resinoso auto-adesivo Rely X Unicem tem seu uso preconizado sem a necessidade de realização de pré-tratamentos à superfície dentária, mantendo a integridade da *smear-layer*. No presente trabalho, o grupo controle, que recebeu tratamento conforme especificação do fabricante, obteve um valor médio de 6,94 MPa de resistência de união aos ensaios de cisalhamento. Hecht *et al.* (2002), comparando diferentes tipo de cimentos resinosos, encontrou o valor de 4,4 MPa para resistência de união à dentina bovina com o Rely X Unicem, enquanto que Irie *et al.* (2002), para os mesmos tipos de ensaios, no entanto em dentina humana como substrato, chegou a uma resistência de união de 16,2 MPa. Em princípio, auto-adesão pode ser gerado com uso de metacrilatos fosfatados. Rely X Unicem possui dois grupos de ácido fosfóricos e a união de dois carbonos por moléculas em seus monômeros, o que determina a alta reatividade, dispensando pré-tratamento à superfície, além de causar um aumento do pH durante a reação (3M – ESPE). O alto grau de ligações cruzadas, assim como o alto peso molecular dos polímeros são gerados pelos

monômeros mencionados. A remoção incompleta da *smear-layer*, para possibilitar ligação com a dentina tubular pode interferir tanto na adesão química como na união micro-mecânica (RINAUDO *et al.* 1997). É sugerido que o condicionamento da superfície dentinária é necessária para formar uma união estável com o uso de cimento de ionômero de vidro, ao contrário de sistemas adesivos que necessitam a remoção da *smear layer* e formação de camada híbrida, que mostram uma união fraca à dentina quando esta é abrasionada com partículas de óxido de alumínio e não condicionadas com ácido.

A abrasão com óxido de alumínio determina uma morfologia irregular na superfície da dentina, aumentando a área resultante, além de criar um tipo diferente de *smear-layer*, podendo ser uma vantagem para a união micro-mecânica de alguns materiais resinosos (LOS e BARKMEIER; 1994). Esta abrasão, muitas vezes realizada para remoção de cimentos provisórios, previamente à cimentações definitivas, pode acarretar alterações na resistência de união cimento/dentina. (SOARES *et al.*, 2007; FRANKENBERGER *et al.*, 2007).

Muitos autores citam que não há um benefício na resistência de união entre dentina e resina após uso do jateamento com óxido de alumínio. Tal fato ocorre devido as diferentes angulações, distância do esguicho, duração do tratamento, tipo de movimento e possíveis interrupções durante a utilização. Por conseguinte, a rugosidade não é uniforme, o que pode ou não causar uma influência positiva na resistência de união entre dentina e compósito (GEITEL *et al.*, 2004). Na literatura investigada, o jateamento com óxido de alumínio mostra que a resistência de união entre material restaurador e dentina tem resultados contraditórios, onde em dentina, a película formada pelo tratamento de superfície, só teria efeitos realçados na resistência de união se fosse seguido pelo uso de ácido fosfórico (PILO *et al.*, 2001; AHID *et al.*, 2004; ONISOR *et al.*, 2007). É também sugerido, que o aumento das propriedades retentivas seria verificado quando o tratamento fosse realizado na superfície do compósito ou da cerâmica, no caso de restaurações indiretas (D'ARCANGELO e VANINI, 2007).

Ao observar-se no presente estudo a figura 22, é possível compreender os melhores resultados obtidos para este grupo. Uma superfície mais rugosa, permite uma maior capacidade de molhamento quando materiais tixotrópicos, como o cimento Rely X Unicem entre em contato com a mesma (ANUSAVICE 2005). Corrobora esta situação para explicar os resultados obtidos no presente trabalho,

aliados ao tipo de reação química que ocorre entre o cimento e a dentina, desestimulando a associação de outras técnicas adesivas. Não obstante, o uso de condicionamento ácido antes da aplicação de Rely X Unicem é prejudicial para a efetividade da união. Isto pode ser atribuído pela inadequada infiltração através da espessa e compacta malha de colágeno e pela viscosidade do cimento (HIKITA *et al.*, 2007; CANTORO *et al.*, 2008).

O uso de jateamento com bicarbonato de sódio não apresentou diferença estatística em relação aos grupos, provavelmente porque a modificação no aspecto da *smear-layer* determinada, não ter a capacidade de causar nenhum aumento na interação dentina/cimento (FRANKENBERGER *et al.*, 2007). O que se observa na figura 23 é a remoção parcial da *smear layer*. Tal fato pode ter efeito prejudicial no mecanismo de ação do cimento Rely X Unicem, uma vez que a dentina intertubular será desmineralizada porém não preenchida pelo cimento.

O grupo controle também não demonstrou diferenças estatísticas quando comparado aos que foram tratados com EDTA e ácido poliacrílico. O EDTA é um quelante com pH neutro, que dissolve a hidroxiapatita seletivamente sem alterar a estrutura da matriz de colágeno (SOARES *et al.*, 2007). Remove o cálcio da dentina e tem capacidade de provocar alteração na quantidade e qualidade da *smear-layer*, (figura 24) dependendo do tempo de utilização e de sua concentração (BLOMLÖF *et al.*, 1997; CEHRELI e ALTAY 2000; CEDERLUND *et al.*, 2001). Seu uso combinado a sistemas adesivos auto-condicionantes ou de condicionamento ácido total causa um aumento na resistência de união à dentina, mas não substitui o tratamento com ácido fosfórico para estes sistemas (CHAVES *et al.*, 2002; TORII *et al.*, 2003). De outra forma, a desmineralização da dentina com solução de EDTA poderia melhorar a preservação da rede de colágeno, mantendo os valores de resistência de união entre dentina e resinas (OSORIO *et al.*, 2005). No entanto, o cimento auto-adesivo Rely X Unicem, por possuir uma matriz ionomérica em sua formulação, realiza uma reação química com a dentina, necessitando do cálcio para efetivar uma maior união. Se este for removido pelo tratamento, esta união tenderá ser menor, o que talvez explique o pior desempenho, no que se refere à resistência de união, obtido pelo grupo cujas amostras foram tratadas com aplicação prévia de EDTA.

O ácido poliacrílico, considerado um ácido fraco de alto peso molecular com capacidade de modificar ou de até remover a *smear-layer* (figura 24), também não obteve diferenças estatísticas para o grupo controle. Estudo de longa data, mostra

que o mais efetivo condicionador de superfície para realçar a união do cimento de ionômero de vidro à dentina é o ácido poliacrílico (POWIS *et al.*, 1982). Consiste numa substância de alto peso molecular que assegura a umidade e limpeza do substrato sem perturbar ou alterar indevidamente a superfície da dentina. No presente estudo, como o cimento auto-adesivo Rely X Unicem possui uma matriz ionomérica, o uso do ácido poliacrílico não causou diferença estatisticamente significativa para o grupo controle, corroborando com outros estudos, onde o cimento ionomérico tem união mesmo com interdeposição de *smear-layer*, tratando ou não a superfície dentinária previamente com ácido poliacrílico (INOUE *et al.*, 2004). Cimentos ionoméricos mais modernos, com alta capacidade de liberação de flúor, que determina uma minimização da descalcificação, tiveram uma resistência de união baixa quando a superfície dentária foi tratada com ácido poliacrílico (BISHARA *et al.*, 2008). Observa-se assim, que com a presença de materiais ou matrizes ionoméricas, o fator mais importante na união com a dentina é a interação do material com a fase mineral da dentina, vindo este fato de encontro aos resultados do presente trabalho (CZARNECKA *et al.*, 2007). A *smear-layer*, rica em cálcio e fosfato, pode ser um importante assistente na união à dentina, funcionando como uma ponte entre o colágeno da dentina e o cimento.

O cimento auto-adesivo Rely X Unicem, quando utilizado sem pré-tratamento da superfície dentinária, obteve o menor índice de microinfiltração marginal na cimentação de coroas à dentina, do que quando a superfície foi tratada com sistemas auto-condicionantes, de condicionamento ácido total ou cimentos resinosos convencionais (BEHR *et al.*, 2004; IBARRA *et al.*, 2007). É interessante observar que outros autores, ao estudarem cimentos resinosos convencionais comparados aos auto-adesivos, verificaram que o não pré-tratamento da superfície pode determinar uma diminuição na resistência de união ao cisalhamento, porém, exibe uma menor influência do operador na manipulação e desempenho clínico do material (HOLDEREGGER *et al.*, 2008). Não obstante, parece também determinar uma menor agressão ao órgão pulpar, uma vez que ocorre uma elevação do pH do cimento após a mistura, causando um baixo efeito citotóxico, em função do mecanismo de auto-neutralização durante a realização do conjunto de reações de polimerização (SOUZA COSTA *et al.*, 2006; HAN *et al.*, 2007). Esta neutralização do pH, que ocorre durante as fases da reação, é um conceito adotado da tecnologia do ionômero de vidro. O mecanismo de união é também similar ao do ionômero de

vidro, com uma camada interfacial intermediária incorporando em partes partículas dissolvidas na *smear-layer*, sem no entanto formar uma camada híbrida (AL ASSAF *et al.*, 2007). O cimento auto-adesivo Rely X Unicem estabelece um conjunto de duas reações na sua química de presa: uma reação de redução de cura dual, para polimerizar a fase resinosa, e outra reação ácido-base, resultando na formação de fosfato de cálcio. A união com a dentina é estabelecida pelos ácidos fosfóricos metacrilatos ionizados da mistura do monômero. A ionização ocorre tanto a partir da água presente na dentina como da água produzida durante a reação de neutralização dos monômeros fosfatados com partículas básicas (3M-ESPE Espertise). Corroborando com tudo que foi esplanado, o pré-tratamento pode representar um passo adicional, contradizendo os princípios de simplificação de técnica onde estão alicerçados os sistemas auto-adesivos.

Qualquer que tenha sido o tipo de tratamento de superfície utilizado no presente estudo, a análise realizada no microscópio de varredura demonstrou que as falhas que ocorreram na interface dentina/cimento após os ensaios de cisalhamento foram de natureza mista (figuras 27 e 28). Isto deve-se ao fato de que, em todas as amostras analisadas, nota-se a presença de alguma quantidade de cimento sobre o substrato dentinário, o que comprova a interação entre a superfície dentinária e o cimento. O grupo jateado com partículas de óxido de alumínio, além de ter obtido os maiores valores de resistência de união (10,16 MPa), foi o único onde pode ser percebido a presença de falhas coesivas em dentina, (figura 27) o que vem demonstrar uma maior efetividade na união do cimento Rely X Unicem à dentina.

De acordo com os resultados obtidos, podemos concluir que ao tratarmos a dentina, a resistência de união entre cimento-dentina pode ser aumentada. No entanto, este tratamento para determinar uma alteração com respaldo estatisticamente significativo, deve ser aumentando a área de superfície através da obtenção de rugosidades, sem remover elementos estruturais que compõem a morfologia da dentina. O jateamento com partículas de óxido de alumínio foi o tratamento que atingiu este objetivo, mostrando que é um passo adicional simples, porém trazendo benefícios no sentido de aumentar a resistência de união do cimento à estrutura dentinária. No entanto, a durabilidade da união dos cimentos auto-adesivos à dentina, ainda deve ser investigada.

7 CONCLUSÃO

A realização de rugosidades superficiais com conseqüente aumento da área de superfície através do jateamento com óxido de alumínio determinou maior resistência de união entre substrato dentinário e cimento auto-adesivo;

Alteração na quantidade de *smear-layer*, através da utilização de produtos que provocam limpeza na dentina como: jateamento com bicarbonato de sódio, EDTA ou ácido poliacrílico, não determinaram diferenças estatísticas no aumento da resistência de união entre dentina e cimento auto-adesivo.

Há um predomínio da presença de falhas mistas, que comprovam o mecanismo de adesão do cimento com a estrutura dentinária.

REFERÊNCIAS*

- AHID, F. et al. Influence of different dentin etching times and concentrations and air-abrasion technique on dentin microtensile bond strength. **Am J Dent**, San Antonio, v.17, n.6, p. 447-449, dec. 2004.
- AL-ASSAF, K .et al. Interfacial characteristics of adhesive luting resins and composites with dentine. **Dent Mater**, Washington, v.23, n.7, p.829-838, jul. 2007.
- ANUSAVICE, K.J. **Propriedade dos Materiais Dentários**, Philips – Materiais Dentários. 11^a. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.
- ARMSTRONG, S.R.; KELLER, J.C.; BAYER, D.B. Mode of failure in the dentine-adhesive resin-resin composit bonded joint as determined by strength-based (μ TB) and fracture-based (CNBS) mechanical testing. **Dent Mat.** ,Washington, v.17, n. 3, p. 201-10, may. 2001.
- BEHR, M. et al. Marginal adaptation in dentin of a self-adhesive universal resin cement compared with well-tried systems. **Dent Mater**, Washington, v. 20, p.191-198, apr. 2004.
- BETAMAR, N.; CARDEW, G.; NOORT, R.V. Influence of specimen designs on the microtensile bond strenght to dentin. **J Adhes Dent**, Berlin, v.9, n.2, p.159-167, 2007.
- BISHARA, S.E.; SOLIMAN M.; LAFFOON, J.F.; WARREN, J. Shear bond strength of a new high fluoride release glass ionomer adhesive. **Angle Orthod**, Appleton, v.78, n.1, p.125-128, Feb, 2007.
- BLOMLÖF, J.; BLOMLÖf L.; LINDSKOG, S. Effect of different concentrations of EDTA on smear removal and collagen exposure in periodontitis-affected root surfaces. **J Clin Periodontol**, Denmark, v.24, p.534-536, 1997.
- CANTORO, A. et al. Effect of pré-cure temperature on the bonding potential of self-etch and self-adhesive resin cements. **Dent Mater**, Washington, v.24, n.5, p.577-583, may. 2008.

*De acordo com a NBR 6023 de agosto de 2002.

CARRILHO, M.R.O. et al. In vivo preservation of the hybrid layer by chlorhexidine. **J Dent Res**, Washington, v.86, n.6, p.529-533, 2007.

CEDERLUND, A.; JONSSON, B.; BLOMLÖF, J. Shear strength after ethylenediaminetetraacetic acid conditioning of dentin. **Acta Odontol Scand**, Oslo, v.59, p. 418-421, jun, 2001.

CEHRELI, Z.C.; ALTAY, N. Etching effect of 17% EDTA and a non-rinse conditioner (NRC) on primary enamel and dentin. **Am J Dent**, San Antonio, v.13, n.2, p. 64-67, apr. 2000.

CHAVES, P.; GIANNINI, M.; AMBROSANO, G.M.B. Influence of smear layer pretreatments on bond strength to dentin. **J Adhes Dent**, Berlin, v.4, n.3, p.191-195, 2002.

CZARNECKA, B.; DEREGOWSKA-NOSOWICZ, P.; LIMANOWSKA-SHAW, H.; NICHOLSON, J.W. Shear bond strengths of glass-ionomer cements to sound and to prepared carious dentine. **J Mater Sci Mater Med**, Netherlands, v.18, n.5, p.845-849, may. 2007.

D'ARCANGELO, C.; VANINI, L. Effect of three surface treatments on the adhesive properties of indirect composite restorations. **J Adhes Dent**, Berlin, v.9, n.3, p.319-326, 2007.

DUTRA CORREA, M.; ANAUATE NETTO, C.; CARMO, A.R.P.; KUCHINSKI, F.B. Estudo comparativo ao microscópio de luz da morfologia das dentinas bovina e humana. **ABO Nac**, Brasil, v.13, n.3, p.179-183, jun./jul. 2005.

FRANKENBERGER, R.; LOHBAUER, U.; TASCHNER, M.; PETSCHERT, A.; NIKOLAENKO, S.A. Adhesive luting revised: influence of adhesive temporary cement, cavity cleaning, and curing mode on internal dentin bond strength. **J Adhes Dent**, Berlin, v.9, supplement 2, p.269-273, 2007.

FRANKENBERGER, R.; LOHBAUER, U.; TAY, F.R.; TASCHNER, M.; NICOLAENKO, S.A. The Effect of different air-polishing powders on dentin bonding. **J Adhes Dent**, Berlin, v.9, n.4, p.381-389, 2007.

GARCIA, R.N.; GOES, M.F.; GIANNINI, M. Effect of water storage on bond strength of self-etching adhesives to dentin. **J Contemp Dent Pract**, Cincinnati, OH. v.8, n.7, p.46-53, nov, 2007.

GARCIA-GODOY, F.; TAY, F.R.; PASHLEY, D.H.; Feilzer, A.; Tjäderhane, L.; Pashley E.L. Degradation of resin-bonded human dentin after 3 years of storage. **Am J Dent**, San Antonio, v.19, n.2, p.109-113, apr. 2007.

GEITEL, B. et al. Tensile bond strength of composite to air-abraded dentin. **Oper Dent**, Seattle, v.29, n.1, p.69-74, 2004.

HAN, L.; OKATOMOTO, A.; FUKUSHIMA, M.; OKIJI, T. Evaluation of physical properties and surface degradation of self-adhesive resin cements. **J Dent Mater**, Tokyo, v.26, n.6, p.906-914, 2007.

HEBLING, J.; PASHLEY, D.H.; TJÄDERHANE, L.; TAY, F.R. Chlorhexidine arrests subclinical degeneration of dentin hybrid layers in vivo. **J Dent Res**, Washington, v.84, n.8, p.743-746, 2005.

HECHT, R.; LUDSTECK, M.; RAI, G. Tensile bond strength of first self adhesive resin based dental materials. **IADR**, San Diego, #398, 2002.

HIKITA, K. et al. Bonding effectiveness of adhesive luting agents to enamel and dentin. **Dent Mater**, Washington, v.23, n.1, p.71-80, jan. 2007.

HOLDEREGGER, C. et al. Shear bond strength of resin cements to human dentin. **Dent Mater**, Washington, v.24, n.7, p.944-950, jul. 2008.

IBARRA, G.; JOHNSON, G.H.; GEURTSSEN, W.; VARGAS, M.A. Microleakage of porcelain veneer restorations bonded to enamel and dentin with a new self-adhesive resin-based dental cement. **Dent Mater**, Washington, v.23, p.218-225, 2007.

INOUE, S. et al. Effect of conditioner on bond strength of glass-ionomer adhesive to dentin/enamel with and without smear layer interposition. **Oper Dent**, Seattle, v.29, n.6, p.685-692, nov. dez., 2004.

IRIE, M.; SUZUKI, K.; WINDMÜLLER, B. Effect of one-day storage on marginal gap of composite inlays. **IADR**, San Diego, # 3365, 2002.

KOIBUCHI H.; YASUDA, N.; NAKABAYASHI N. Bonding to dentin with a self-etching primer: the effect of smear layers. **Dent Mater**, Washington, v.17, p.122-126, 2001.

LOS, S.A.; BARKMEIER, W.W. Effects of dentin air abrasion with aluminium oxide and hydroxyapatite on adhesive bond strength. **Oper Dent**, Seattle, v.19, p.169-175, 1994.

NAKABAYASHI, N.; KOJIMA, K.; MASHUHARA, F. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. **J Biomed Mater Res**, Hoboken, v.16. p.265-273, 1982.

NAKAMICHI, I.; IWAKU, M.; FUSAYAMA, T. Bovine teeth as possible substitutes in the adhesion test. **J Dent Res**, Washington, v.62, n.10, p.1076-1081, oct. 1983.

ONISOR, I.; BOUILLAGUER, S.; KREJCI, I. Influence of different surface Treatments on marginal adaptation in enamel and dentin. **J Adhes Dent**, Berlin, v. 9, n.3, p.297-303, 2007.

OSORIO, R. et al. EDTA treatment improves resin-dentin bonds resistance to degradation. **J Dent Res**, Washington, v.34, n.8, p.739-740, 2005.

PASHLEY, D.H. et al. Collagen degradation by host-derived enzymes during aging. **J Dent Res**, Washington, v. 83, n.3, p.216-221, 2004.

PILO, R.; CARDASH, H.S.; OZ-ARI, B.; BEM-AMAR, A. Effect of preliminary treatment of the dentin surface on the shear bond strength of resin composite to dentin. **Oper Dent**, Seattle, v.26, p.569-575, 2001.

PIWOWARCZYK, A.; LAUER, H.C. Mechanical properties of luting cements after water storage. **Oper Dent**, Seattle, v.28, n.5, p.535-542, 2003.

POWIS, D.R.; FOLLERAS, T.; MERSON, S.A.; WILSON, A.D. Improved adhesion of glass ionomer cement to dentin and enamel. **J Dent Res**, Washington, v.61, n.12, p.1416-1422, dec. 1982.

RINAUDO, P.J.; COCHRAN, M.A.; MOORE, B.K. The effect of air abrasion on shear bond strength to dentin with dental adhesives. **Oper Dent**, Seattle, v.22, p.254-259, 1997.

RÜYA YAZICI, A. et al. The effect of saliva contamination on microleakage of an etch-and-rinse and self-etching adhesive. **J Adhes Dent**, Berlin, v.9, n.3, p.305-309, 2007.

SCHILKE, R.; LISSON, J.A.; BAUS, O.; GRURTSSEN, W. Comparison of the number and diameter of dentinal tubes in human and bovin dentine by scanning electron microscopic investigation. **Archives of Oral Biology**, Germany, v.45, n.5, p.355-361, may. 2000.

SILVA, C.M. Shear bond strength of an adhesive system in human, bovine and swinish teeth. **Rev. FOB**, Brasil, v.6, n.4, p.29-33, out.dez. 1998.

SOARES, C.J.; CASTRO, C.G.; SANTOS FILHO, P.C.F.; MOTA, A.S. Effect of previous treatments on bond strength of two self-etching adhesives systems to dental substrate. **J Adhes Dent**, Berlin, v.9, n.3, p.291-296, 2007.

SOUZA COSTA, C.A.; HEBIKING, J.; RONDALL, R.C. Human pulp response to resin cements used to bond inlay restorations. **Dent Mater**, Washington, v.22, p.954-962, 2006.

TORII, Y. et al. Effect of EDTA conditioning on bond strength to bovine dentin promoted by four current adhesives. **Am J Dent**, San Antonio, v.16, n.6, p.398-400, dec. 2003.

YANG, B.; LUDWING, K.; ADELUNG, R.; KERN, M. Micro-tensile bond strength of three luting resins to human regional dentin. **Dent Mater**, Washington, v. 22 , p.45-56, 2006.

3MESPE – Informações do fabricante – CD-Room , Scientific Facts. 2005

ANEXO



Comissão Científica e de Ética Faculdade da Odontologia da PUCRS

Porto Alegre 07 de julho de 2008

O Projeto de: Dissertação

Protocolado sob nº: 0028/08
Intitulado: Avaliação da influência do tratamento dentinário na adesão de cimento auto-adesivo à dentina bovina
Pesquisador Responsável: Prof. Dr. Hugo Mitsuo Silva Oshima
Pesquisadores Associados Álvaro Gruending
Nível: Mestrado

Foi **aprovado** pela Comissão Científica e de Ética da Faculdade de Odontologia da PUCRS em 14 de maio de 2008.

Este projeto deverá ser imediatamente encaminhado ao CEUA/PUCRS

Prof. Dr. Eraldo Luiz Batista Junior
Presidente da Comissão Científica e de Ética da
Faculdade de Odontologia da PUCRS

