



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de São José dos Campos
Faculdade de Odontologia

RODRIGO SIMÕES DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO ENTRE DENTINA
PREPARADA POR LASER E UM SISTEMA ADESIVO A
BASE DE SILORANO, VARIANDO A TÉCNICA DE
APLICAÇÃO E UMIDADE DO SUBSTRATO.**



2011

RODRIGO SIMOES DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO ENTRE DENTINA
PREPARADA POR LASER E UM SISTEMA ADESIVO A
BASE DE SILOXANO, VARIANDO A TÉCNICA DE
APLICAÇÃO E UMIDADE DO SUBSTRATO.**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia, Campus de São José dos Campos, UNESP - Univ Estadual Paulista, como parte dos requisitos para a obtenção do título de MESTRE, pelo Programa de Pós-Graduação em ODONTOLOGIA RESTAURADORA, Especialidade em Dentística.

Orientador: Prof. Dr. César Rogério Pucci

São José dos Campos

2011

Apresentação gráfica e normalização de acordo com:
Alvarez S, Coelho DCAG, Couto RAO, Durante APM. Guia prático para
Normalização de Trabalhos Acadêmicos da FOSJC. São José dos
Campos: FOSJC/UNESP; 2010.

O4a Oliveira, Rodrigo Simões de.

Avaliação da resistência de união entre dentina preparada por laser e um sistema adesivo a base de silorano, variando a técnica de aplicação e umidade do substrato / Rodrigo Simões de Oliveira. _ São José dos Campos : [s.n.], 2011. 79 .f. : il.

Dissertação (Mestrado em Odontologia Restauradora) – Faculdade de Odontologia de São Jose dos Campos, UNESP - Univ Estadual Paulista, 2011.
Orientador: Prof. César Rogério Pucci.

1. Silorano. 2. Microtração. 3. Adesivo Autocondicionante. I. Pucci., César Rogério . II. Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, UNESP - Univ Estadual Paulista. III. Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”. IV. Título

tD15

Ficha catalográfica elaborada pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação da
Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – UNESP

AUTORIZAÇÃO

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, desde que citada a fonte.

São José dos Campos, 25 de Julho de 2011 .

Assinatura :

E-mail: rodrigo.simoese@fosjc.unesp.br

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Cesar Rogerio Pucci (Orientador)

Faculdade de Odontologia de São José dos Campos

UNESP – Univ Estadual Paulista

Prof Adjunto Sileno Correa Brum

Curso de Odontologia de Vassouras

Universidade Severino Sombra - USS

Prof. Dra. Alessandra Bühler Borges

Faculdade de Odontologia de São José dos Campos

UNESP – Univ Estadual Paulista

DEDICATÓRIA

A minha noiva Cíntia Carneiro de Oliveira, que sempre esteve disposta a me ajudar e confortar em momentos difíceis, ouvindo meus problemas e convivendo com eles, mostrando a cada dia o lugar que conquistou em meu coração!

Aos meus pais Mariúinha e William, sempre foram e serão meu referencial, vocês são exatamente tudo que eu poderia esperar de DEUS pra minha vida; devo a ELE tudo pelo maravilhoso presente que vocês e meus irmãos são em minha vida!

Aos meus irmãos, Mariana e William, pelo carinho, apoio incondicional e paciência.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

À Deus, por me dar proteção, saúde e força em todos os dias da minha vida.

Ao meu orientador Prof. Dr. César Rogério Pucci, por seus ensinamentos, pelo convívio, dedicação e apoio para a realização deste trabalho.

A companheira de trabalho Luciana Harumi Aizawa, seu silêncio e empenho sempre constantes tiveram papel fundamental na execução deste experimento, muito obrigado!!!

Ao aluno e amigo Eryksson Souza de Souza, por sua disponibilidade abrindo mão de seus afazeres para me ajudar no laboratório da UNESP, como você mesmo diria "CRIA TIPO".

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual “Júlio de Mesquita Filho”, representada pelo diretor da faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Prof. Dr. José Roberto Rodrigues.

A Profa. Adj. Marcia Carneiro Valera Garakis, coordenadora do Programa de Pós-graduação em Odontologia, Área de Concentração em Odontologia Restauradora.

Às funcionárias do Departamento de Odontologia Restauradora, Rosângela, Josiana e Fernanda, por toda a colaboração na execução deste trabalho. E ainda à querida “Dona Marinete” por sua atenção, prontidão e carinho.

Aos professores do curso de Pós Graduação em Odontologia Restauradora pelos ensinamentos e colaboração para meu aprendizado.

Ao Departamento de Odontologia Restauradora, pela oportunidade concedida e por oferecer a estrutura necessária para o desenvolvimento deste trabalho.

Às secretárias do curso de pós-graduação Erena, Rosemary e Cidinha pelos esclarecimentos e colaboração.

Aos professores da Dentística Maria Filomena R. Lima Huhtala e Sérgio Eduardo de Paiva Gonçalves, pela oportunidade e carinho com que me receberam em sua disciplina.

Ao Prof Ivan Balducci, pela oportunidade de dividir seu vasto conhecimento em estatística e meu auxiliar nessa análise.

À Maria Lúcia Brison por sua grande ajuda na aquisição de imagens no MEV.

À Universidade Severino Sombra, pelo apoio irrestrito e pela confiança em meu trabalho, sem vocês não alcançaria este objetivo.

Ao Coordenador do curso de Odontologia da USS, Prof. Dr. Frederico dos Reis Goyatá, pelo apoio e compreensão nos meus momentos de ausência.

Ao Amigo Síleno Correa Brum, por “emprestar sua orelha”, pela atenção, carinho e por estar sempre presente e disposto a me ajudar!

Aos Professores, amigos e alunos do curso de odontologia da USS, o incentivo de vocês me fez buscar novos horizontes!

Aos familiares e amigos que sempre torceram e incentivaram a minha busca pelo conhecimento.

SUMÁRIO

RESUMO	09
ABSTRACT	10
1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
3 PROPOSIÇÃO	45
4 MATERIAL E MÉTODO.....	46
4.1. Confecção dos corpos de prova.....	46
4.2. Aplicação dos sistemas adesivos.....	47
4.3. Ciclagem Termomecânica.....	51
4.4. Preparo dos espécimes para microtração.....	52
4.4. Análises ilustrativas por microscopia eletrônica	
de varredura (MEV).....	55
5 RESULTADO	57
6 DISCUSSÃO	65
7 CONCLUSÃO	70
8 REFERÊNCIAS	71
ANEXO	79

Oliveira RS. Avaliação da resistência de união entre dentina preparada por laser e um sistema adesivo a base de silorano, variando a técnica de aplicação e umidade do substrato [dissertação]. São José dos Campos: Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, UNESP - Univ Estadual Paulista; 2011.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência de união à dentina do sistema adesivo autocondicionante P-90 System Adhesive Self-Etch Primer e Bond utilizado com a resina composta Filtek P-90, variando a técnica de aplicação (ativa e passiva), a umidade dentinária (dentina úmida ou seca) e a utilização ou não do laser de Er:YAG Kavo Key Laser 3. Foram utilizados 90 incisivos bovinos recém extraídos, limpos e que tiveram as raízes removidas. O esmalte vestibular foi aplainado com a finalidade de expor a dentina. Os espécimes foram embutidos em resina acrílica utilizando uma matriz de silicone. A dentina exposta na superfície vestibular foi desgastada na Politriz para padronização da smear layer. Os espécimes foram divididos aleatoriamente em 9 grupos (10 dentes) divididos de acordo com o material e a técnica de aplicação do sistema adesivo: Nos Grupos 1 (controle), foi utilizado o sistema adesivo P-90 System Adhesive Self-Etch Primer e Bond utilizado com a resina composta Filtek P-90 de acordo com indicação do fabricante. Os demais grupos foram divididos em dois subgrupos com e sem aplicação do laser Er:YAG (60 mJ de energia e 2 Hz de frequência, 30 s) previamente à aplicação do sistema adesivo. Dentro de cada subgrupo o sistema adesivo foi aplicado na dentina úmida e seca de forma ativa e passiva. Sobre a área onde foi aplicado o sistema adesivo foi adaptada uma matriz de silicone, com uma perfuração central de forma quadrada com dimensões 6x6x4 mm onde foi inserida a resina composta, de acordo com o grupo e com as instruções do fabricante. Os corpos de prova foram submetidos à ciclagem termomecânica e seccionados em palitos, os quais foram submetidos ao teste de microtração na Máquina de Ensaio Universais DL-1000. Os dados obtidos foram submetidos à ANOVA e ao Teste de Tukey ($\alpha = 5\%$). As fraturas foram classificadas e apenas as fraturas mistas ou adesivas foram observadas em microscópio eletrônico de varredura. Os valores de resistência de união foram mais altos nos grupos G3, G7 e G8 respectivamente; a umidade dentinária não influenciou os resultados quando o laser foi aplicado e o laser previamente aplicado aumentou os valores de resistência quando a dentina foi mantida úmida e o adesivo foi aplicado passivamente.

Palavras-chave: Microtração. Silorano. Resistência de união. Adesivo autocondicionante.

Oliveira RS. Evaluation of bond strength of dentin prepared by laser and an adhesive system based Silorane, varying the application technique and substrate moisture [dissertation]. São José dos Campos: School of Dentistry of São José dos Campos, UNESP – Univ Estadual Paulista; 2011.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the bond strength to dentin of the system self-etch adhesives P-90 System Adhesive Self-Etch Primer and Bond used with composite resin Filtek P-90, varying the application technique (active and passive), humidity dentin (dentin wet or dry) and use or not of the Er: YAG Laser Kavo Key 3. We used 90 recently extracted bovine incisors, cleaned and had the roots removed. The enamel was flattened in order to expose the dentin. The specimens were embedded in acrylic resin using a silicone matrix. The exposed dentin on the buccal surface was worn on the polisher to standardize smear layer. The specimens were randomly divided into nine groups (10 teeth) divided according to the material and technical application of the adhesive system: In Group 1 (control), the adhesive system used was P-90 System Adhesive Self-Etch Primer and Bond used with composite resin Filtek P-90 according to the manufacturer's specifications. The other groups were divided into two subgroups with and without application of Er: YAG laser (60 mJ energy and 2 Hz frequency, 30 s) prior to application of the adhesive system. Within each subgroup the adhesive system was applied to the wet and dry dentin of active and passive. About the area where it was applied to the adhesive system was adapted a silicone matrix, with a central perforation of square shape with dimensions 6x6x4 mm which was inserted into the composite resin, according to the group and with the manufacturer's instructions. The samples were submitted to thermomechanical cycling and cut into sticks, which were tested for microtensile testing machine Universal DL-1000. The data were subjected to ANOVA and Tukey's test ($\alpha = 5\%$). The fractures were classified and only the adhesive or mixed fractures were observed in a scanning electron microscope. The bond strength values were higher in groups G3, G7 and G8, respectively; dentin moisture did not influence the results when the laser and the laser was applied previously applied increased resistance values when the dentin was kept moist and the adhesive was applied passively.

Keywords: Microtensile. Silorane. Bond strength. Self-etch adhesives.

1 INTRODUÇÃO

Desde a introdução do condicionamento ácido por (Buonocore, 1955) e do advento da resina composta idealizada por (Bowen, Rodriguez, 1962), os materiais restauradores têm sofrido um grande avanço técnico-científico, tornando-se cada vez mais estéticos e efetivos (Bowen, 1963; Duarte Jr et al., 2008). Nesse contexto, as resinas compostas apresentaram evolução singular no que diz respeito às suas propriedades. Tornando possível seu emprego em restaurações anteriores e posteriores de forma satisfatória (Hervas-Garcia et al., 2006).

No entanto, a contração resultante do processo de polimerização mostra-se como um grande inconveniente das restaurações em resinas compostas (Klautau et al., 2011). A contração de polimerização e a tensão de contração resultante induzem a um aumento da microinfiltração marginal (Davidson, Feilzer, 1997; Yamazaki et al., 2006), de trincas de esmalte e da sensibilidade pós operatória (Bedran de Castro, 2002; Souza et al., 2000). As resinas à base de metacrilato sofrem significativa contração de polimerização em torno de 2 a 3% do volume da resina composta (Abate et al., 2000; Rueggeberg, 1999). A canforoquinona (agente fotossensível) ao ser exposta à luz, num comprimento de onda de 450 a 500 nm torna-se altamente energizada e reage com uma amina terciária formando um complexo que irá quebrar as duplas ligações ($C=C$) e formar radicais livres ($C\cdot$) os quais buscarão restabelecer novas ligações, conseqüentemente haverá uma aproximação das moléculas para permitir a formação das cadeias poliméricas, gerando

a contração de polimerização (Antoniazzi, Nagen, 2003; Baush, 1982; Salim et al., 2002).

No intuito de melhorar as propriedades das resinas compostas, esforços foram concentrados no aumento das partículas de carga e, conseqüentemente, na redução da proporção de monômeros metacrilatos, resultando na diminuição da contração de polimerização, porém existe um limite para a incorporação de cargas sem a alteração das propriedades físicas e mecânicas da resina composta, embora, a contração intrínseca ainda permaneça como um grande desafio (Erickson, 1992; Fares, 2004).

Novas tecnologias têm sido desenvolvidas para amenizar este problema, entre elas se destaca uma resina composta baseada na química do silorano e que contém monômeros de anéis abertos (Schmidt et al., 2011). O processo de polimerização por anel aberto ocorre através de uma reação catiônica de abertura de um anel, que reduz significativamente a quantidade de contração. A reação de abertura do anel dos siloranos inicia com a clivagem dos anéis, propiciando uma nova configuração molecular (linear) que, desse modo, compensa a contração da resina quando as novas ligações químicas são formadas. Além da baixa contração de polimerização (Yamazaki et al., 2006), esta resina proporciona menor absorção de água, fator este que diminui as interferências estéticas e mecânicas que a absorção de água pode ocasionar à restauração, tais como, expansão higroscópica, diminuição do módulo de elasticidade, interferência na estabilidade de cor da resina.

A polimerização desse sistema resinoso envolve um mecanismo químico diferente de metacrilatos convencionais, portanto, um sistema adesivo compatível que proporcione durabilidade e eficácia a restauração se faz necessário (Weinmann et al., 2005), para tanto, foi

desenvolvido um sistema adesivo autocondicionante a base de silorano indicado para utilização com a resina composta Filtek™ P 90.

Essa resina composta poderá ser amplamente utilizada para dentes posteriores com a finalidade de reduzir os efeitos da contração de polimerização (Gwinnett, 1992; Gwinnett, Yu, 1995), assim deve-se avaliar a forma mais adequada de aplicação do sistema adesivo para sua utilização.

A contração de polimerização gera forças que tem sido relacionadas à sensibilidade pós-operatória , podendo também danificar a camada híbrida (Erickson, 1992), o que causaria áreas de desunião na interface dente/material restaurador, sendo preenchida por fluidos dentinários e posteriormente estimulação dos odontoblastos (Busato, 2005; Carvalho, 1998). Além da contração de polimerização outro possível fator causador da sensibilidade pós-operatória é o condicionamento inadequado da superfície dentinária (Chersoni, 1997; Kato, Nakabayashi, 1998; Matos et al., 1997). O laser de Er: YAG aparece como uma técnica alternativa para o condicionamento da superfície dentinária (Gonçalves, 1997; Oda et al., 2001), promovendo um aumento de resistência ao ácido na dentina remanescente, prevenindo recidiva de cárie e promovendo um melhor padrão de microrretenção mecânica para os materiais restauradores, atuando na redução da sensibilidade pós-operatória (Eick et al., 1995; Menezes Filho, 2008).

2 REVISÃO DA LITERATURA

O conceito de condicionamento ácido total, proposto por Fusayama et al. (1979), aliado à hibridização da dentina, sugerido por Nakabayashi et al. (1982), constituíram a base dos agentes adesivos contemporâneos. Dessa forma, os sistemas convencionais promovem a remoção completa da smear layer pelo uso de ácidos, e conseqüente desmineralização da superfície dentinária, expondo uma fina teia de fibras colágenas para ser infiltrada por monômeros hidrofílicos. Tais materiais são compostos por um gel ácido, uma solução de monômeros hidrofílicos denominada *primer*, geralmente dissolvidos em etanol e/ou acetona e uma resina fluida, com ou sem carga, a qual contém monômeros hidrofóbicos, como BisGMA, TEGDMA ou UDMA, por vezes combinados com moléculas hidrofílicas, como HEMA.

A efetividade da solução 4-META no procedimento adesivo foi verificada por Nakabayashi et al.(1982), em um estudo onde um cilindro de acrílico foi aderido ao esmalte e à dentina humana e bovina condicionadas com uma solução de ácido cítrico a 10% e cloreto férrico a 3%. Nesse estudo, observaram que monômeros resinosos com grupos hidrofílicos, como o 4-META, infiltravam-se entre as fibras colágenas expostas pelo tratamento ácido e, posteriormente à polimerização, verificaram a presença de uma zona mista, ácido-resistente, de dentina desmineralizada permeada pela resina, abaixo da interface adesiva, chamada de camada híbrida. Essa camada promovia um aumento na resistência de união da resina à dentina. Esse estudo

demonstrou que a obtenção de uma adesão efetiva não se dava exclusivamente pela formação de tags no interior de túbulos dentinários, como até então era preconizado, mas a retenção micro-mecânica ocorria principalmente entre os agentes resinosos e as fibras colágenas da dentina intertubular. Por promover uma mudança de conceito esse trabalho é considerado um marco na odontologia.

Utilizando um único sistema adesivo (Scotchbond) e dois tipos de preparos da superfície dentinária (com discos de lixa de granulação 320 e com broca tronco-cônica, invertida, nº 37 em baixa rotação) promovendo diferentes tipos de smear layer, Tao e Pashley, em 1988, compararam a resistência adesiva na dentina localizada mais ao centro da coroa e na dentina situada sobre os cornos pulpares. Para o experimento, utilizaram terceiros molares humanos não-erupcionados, nos quais foram removidas parcialmente as porções coronárias, obtendo-se superfícies planas de dentina, com espessuras dentinárias variadas. Para a avaliação dos diferentes tratamentos superficiais da smear layer na resistência adesiva, utilizaram como controle lavagem com água durante um minuto e, como grupos experimentais, ultra-som por uma hora, Tubulucid (EDTA 0.2% pH 7,1) por um minuto, ácido cítrico 6% por um minuto ou ácido fosfórico 37% por 15 s. Para a análise da resistência adesiva nos espécimes, foram confeccionadas áreas de adesão em forma circular, com diâmetro de 3 mm, estocados durante 24 h a 37% e, em seguida, aplicada força de cisalhamento. Os resultados demonstram que a resistência adesiva na smear layer criada com discos de lixa foi ligeiramente superior, quando comparada à smear layer criada com brocas. O tratamento com ácido cítrico ou fosfórico proporcionou uma menor resistência adesiva a dentina profunda em relação à dentina superficial. A resistência adesiva não diferiu significativamente em relação à área adesiva (central ou periférica), variando apenas em função do tratamento dado à smear layer.

Pashley et al. (1993) compararam as características subestruturais da dentina fraturada com a dentina recoberta com smear layer antes e após o condicionamento ácido (ácido fosfórico a 37%), durante 30 s, através da observação em MEV. Procuraram identificar a presença de porosidade superficial que permite a infiltração da resina durante os procedimentos adesivos. Verificaram, pelas fotomicrografias, que não houve diferença aparente entre a superfície de dentina fraturada, que foi seca com jato de ar e aquela mantida úmida. Os túbulos dentinários apareceram abertos, com um diâmetro aproximado de 1 μm , circundados por uma matriz de dentina peritubular de cerca de 1 μm de espessura. O condicionamento ácido produziu algumas alterações significativas na dentina, alargando o diâmetro dos túbulos para 3 μm , em função da perda da dentina peritubular. Houve um aumento na porosidade tanto na dentina intertubular quanto na matriz de dentina peritubular, e a dentina abaixo da superfície apresentou maior porosidade do que a dentina superficial. A profundidade da desmineralização da matriz de dentina foi de aproximadamente 5 μm , e as fibras colágenas abaixo da superfície apresentaram um diâmetro aproximado de 100 nm. Observaram também que nos espécimes secos com ar havia uma camada mais espessa de colágenos condensados ou colapsados. Quando o ácido foi aplicado sobre a dentina recoberta pela smear layer e a superfície mantida úmida, a smear layer foi totalmente removida juntamente com a maioria dos smearplugs. Os orifícios dos túbulos apresentaram um diâmetro de 2 a 3 μm . Além disso, observaram a presença de uma grande quantidade de pequenos poros (cerca de 0,95 μm) na dentina intertubular, e a profundidade de desmineralização foi de 5 a 7 μm . Nos espécimes em que a smear layer estava presente inicialmente, e em que após o condicionamento ácido a superfície foi seca, verificaram a presença de algumas fendas superficiais e uma alternância de áreas com maior e menor porosidade. Muitas fibras colágenas ficaram colapsadas, e a superfície da matriz de dentina

desmineralizada apresentava uma camada amorfa com baixa porosidade e com a profundidade de desmineralização de 5 a 10 μm .

Com a finalidade de investigar a influência de duas variáveis (profundidade e idade da dentina humana) na resistência adesiva à tração, Burrow et al. (1994) utilizaram um sistema autocondicionante (Clearfil Liner Bond II - Kuraray) e dois sistemas adesivos com condicionamento dentinário (Scotchbond Multi Purpose - 3M, Super Bond D-Liner - Sun Medical). Os dentes foram divididos em dois grupos: o primeiro, constituído de dentes extraídos de pacientes com idade em torno de trinta anos, e o segundo, com pacientes acima de cinquenta anos de idade. Foram preparados discos de dentina a partir da porção oclusal, abaixo da junção esmalte-dentina e acima da polpa, com aproximadamente 3 mm de espessura. Essas duas superfícies foram classificadas como dentina superficial e profunda, respectivamente. Foram aplicados, nas superfícies, os sistemas adesivos seguidos da resina Foto Clearfil Anterior (Kuraray) em uma camada de 3 mm de diâmetro. Os espécimes foram submetidos aos testes de resistência adesiva após 24 e 48 h, sendo seis espécimes testados para cada variável (dentina jovem ou adulta e dentina superficial e profunda). Os resultados demonstraram que não houve diferença estatisticamente significativa quando os espécimes foram testados nos períodos de 24 ou 48 h, e todos os valores foram maiores do que 10 MPa para todos os materiais. Os grupos Scotchbond Multi Purpose e Clearfil Liner Bond II mostraram uma uniformidade de resultados, o mesmo não ocorreu quando o Super Bond D-Liner foi utilizado em dentina jovem (7 MPa), profunda (10 MPa) e dentina adulta superficial (17,4 MPa). Entretanto, para os espécimes de dentina profunda, em sua totalidade, os valores foram levemente menores.

Eick et al., em 1995, conduziram um estudo empregando quatro sistemas adesivos, MET, MEV e Espectroscopia de Energia

Dispersa (EDS), com o objetivo de comparar a morfologia da camada híbrida, o molhamento e a penetração do adesivo na superfície dentinária submetida à diferentes tratamentos. Para tanto, alteraram a molécula do HEMA, substituindo o átomo de oxigênio por enxofre, produzindo um análogo (HETMA), com parâmetros de solubilidade, molhamento e outras propriedades físicas muito semelhantes. Assim, quatro grupos, contendo cada um deles três molares humanos, extraídos, foram tratados com diferentes tipos de primer ou condicionamento (grupo A – 10% de ácido cítrico e 3% de cloreto férrico; grupo B – 10% de ácido maleico; grupo C – 10% de ácido nítrico; grupo D – HEMA em solução alcoólica e um éster fosfatado), sendo em seguida aplicada a solução de HETMA a 10% em acetona. Quando foram empregados como tratamento prévio o ácido nítrico, o ácido maleico e a solução ácido cítrico-cloreto férrico houve a formação de uma zona desmineralizada de aproximadamente 1 a 3 μm , analisaram as fotomicrografias e observaram o HEMA penetrando perfeitamente na área desmineralizada pelo ácido maleico (B) e a solução; entretanto, com o uso do ácido nítrico (C) a permeação do HETMA não foi possível. O último grupo de dentes foi tratado com uma solução à base de álcool + PENTA e HEMA, a qual, aparentemente, modificou pouco a smear layer, mas não desmineralizou a dentina subjacente; dessa forma o HETMA aplicado nesses espécimes estava visivelmente em contato com a dentina ou com a smear layer modificada, sem difundir-se nessa área. Os autores concluíram que o prétratamento ácido da dentina influencia o comportamento de molhamento do adesivo e, portanto, pode afetar substancialmente o resultado da resistência adesiva.

Com o objetivo de conduzir um estudo durante três anos, para avaliar a durabilidade da resistência adesiva à tração de uma resina com e sem uso do primer (controle), Burrow et al. (1996) prepararam a dentina superficial de dentes bovinos, utilizando lixa com granulação 600.

A dentina foi condicionada com ácido fosfórico a 37%; o primer (AS Primer – Kuraray) foi utilizado em apenas um dos grupos e, em seguida foi utilizado o adesivo Clearfil Photobond (Kuraray). Os corpos de prova foram submetidos ao teste de tração para a fratura em um dia, um mês, três meses, seis meses, um ano e três anos após o preparo. Utilizaram dez espécimes para cada grupo. Avaliaram visualmente o tipo de fratura e utilizaram alguns espécimes para observação em MEV. O grupo controle (sem primer) mostrou uma pequena diminuição na resistência adesiva, sendo as diferenças não-significativas entre um dia (5,2 MPa) e três anos (4,3 MPa), possivelmente pela pobre infiltração da resina. No grupo com primer, foi observada uma diminuição na resistência adesiva após três anos. A força de adesão do grupo sem o primer (5,2 MPa) foi menor do que no grupo com primer (10,6 MPa) em um dia, mas no grupo de três anos as adesões de ambos foram similares (4,3 e 5,5 MPa respectivamente). A resistência adesiva aos três anos foi significativamente menor do que todos os demais períodos testados, possivelmente devido à hidrólise na interface resina/camada híbrida. No grupo controle observaram somente fraturas adesivas, enquanto que no grupo com primer, durante os seis primeiros meses as fraturas eram totais ou parciais em dentina e o restante, fraturas adesivas. Após três anos as falhas adesivas aumentaram bastante, e ocorreram principalmente na base ou no topo da camada híbrida. A observação do grupo com primer, por MEV, mostrou uma camada híbrida, com estruturas consideradas como fibras colágenas circundadas por resina. O grupo controle também apresentou fibras colágenas características, porém com aparência mais porosa, o que indica a falta de sucesso na penetração do adesivo na dentina descalcificada. Os autores concluíram que a aplicação do primer pode ser útil para melhorar a adesão em curto prazo.

Com o intuito de examinar o efeito do tempo e da distância de secagem sobre a resistência de união ao cisalhamento,

proporcionada pelo uso do One Step (Bisco), Kanca (1996), utilizou setenta molares humanos extraídos, os quais foram divididos em sete grupos. A superfície vestibular dos dentes foi removida, expondo uma superfície plana de dentina que foi tratada com ácido fosfórico a 37% durante 10 s, lavada e, em seguida, restaurada, seguindo-se as variações de cada grupo no que se refere à secagem da superfície, para receber uma restauração de resina Bisfil (Bisco) compreendendo uma área adesiva de 4 mm de diâmetro. Os valores obtidos foram: a) grupo 1 – secagem durante 5 s, deixando a superfície visivelmente úmida: $30,0 \pm 4,3$ MPa; b) grupo 2 – secagem por 1 segundo a uma distância de 1 cm: $25,7 \pm 5,4$ MPa; c) grupo 3 – secagem por 3 s a uma distância de 1 cm: $11,0 \pm 4,3$ MPa; d) grupo 4 – secagem por 5 s a uma distância de 1 cm: $8,6 \pm 2,3$ MPa; e) grupo 5 – secagem por 1 segundo a uma distância de 10 cm: $30,7 \pm 2,9$ MPa; f) grupo 6 secagem por 3 s a uma distância de 10 cm: $24,3 \pm 5,2$ MPa; g) grupo 7 – secagem por 5 s a uma distância de 10 cm: $15,8 \pm 4,7$ MPa. Verificou que o tempo e a distância de secagem tiveram uma influência significativa sobre os valores de resistência de união, ou seja, quanto maior o tempo de secagem e menor à distância, pior a resistência adesiva.

Relatando que para se conseguir uma boa adesão e um bom selamento existe a necessidade de uma quantidade suficiente de água, mas o excesso de água pode prejudicar esse resultado, considerando assim que a umidade superficial da dentina torna-se um assunto que precisa ser melhor compreendido, Tay et al. (1996), realizaram um trabalho para testar a hipótese nula de que o grau de umidade superficial da dentina não é um fator importante para que os adesivos apresentem um bom desempenho. Utilizaram vinte e quatro molares humanos, com os quais foram confeccionados discos de dentina de aproximadamente 1 a 1,5 mm de espessura, sendo em seguida os espécimes divididos em três grupos. Todos os grupos receberam

tratamento com ácido fosfórico a 10% durante 20 s, foram lavados com água e restaurados com All Bond II (Bisco). Porém no grupo 1, a superfície dentinária foi seca por 3 s com jatos de ar a 20 cm de distância sem deixar sinais visíveis de água; no grupo 2 o excesso de água foi removido com pequenos pedaços de papel absorvente, deixando a superfície dentinária visivelmente úmida; no grupo 3, para simular um super molhamento, foi gotejada água destilada sobre a superfície dentinária. Os discos foram tratados com sistema adesivo de forma a se obter pares de discos aderidos. Os espécimes foram então preparados para análise em microscópio óptico. Os resultados revelaram que quando foi mantido um excesso de umidade sobre a superfície dentinária, formaram-se espaços semelhantes a uma bolha na interface dentina-primer; abaixo desses espaços existiam túbulos que não estavam completamente selados. Além disso, havia a formação de glóbulos de primer sobre a superfície dentária. Os autores afirmaram que a presença de bolhas microscópicas na interface adesiva pode resultar em menor resistência adesiva quando o sistema adesivo All Bond II (Bisco) é aplicado com excesso de umidade superficial. Concluíram que, provavelmente, deve existir uma quantidade de água limite necessária para deixar a rede de colágeno desmineralizada estável, de forma que se possa usufruir dos benefícios da técnica úmida. Comentaram que a quantidade de água presente no All Bond II (Bisco) ou em sistema semelhantes, pode ser um fator negativo para a prática da técnica úmida.

Continuando a mesma linha de pesquisa, investigando o efeito da umidade superficial sobre a interface adesiva, Tay et al., ainda em 1996, realizaram outro trabalho empregando vinte e quatro terceiros molares humanos extraídos, divididos em três grupos tratados da mesma forma que no trabalho acima descrito, porém preparados para avaliação em MEV. Observaram que embora a camada híbrida estivesse presente nos três grupos, houve uma deterioração sequencial da interface e uma

perda completa do selamento tubular à medida que a umidade superficial aumentava. Observaram também a presença de glóbulos de resina intratubular abaixo de plugs curtos de resina no grupo onde foi feita a secagem durante 3 s. No grupo cujo excesso de água foi removido com papel absorvente e a superfície dentinária apresentava-se visivelmente úmida, havia pequenos espaços em forma de bolha, isolados, confinados no interior da camada de resina. Essas bolhas também se encontravam presentes nos espécimes onde o sistema adesivo foi aplicado sobre a dentina excessivamente úmida; porém, neste caso, os espaços eram bem maiores. Comentaram que o excesso de umidade superficial e a presença de falhas microscópicas ao longo da interface adesiva propiciam uma diminuição da resistência adesiva. O selamento incompleto dos túbulos associado à presença de espaços poderia formar um canal para a movimentação hidrodinâmica dos fluidos e explicar casos de sensibilidade pós-operatória relatada com o uso de sistemas adesivos à base de acetona.

Com a publicação de uma revisão da literatura, Pashley e Carvalho, em 1997, procuraram enfocar a importância da permeabilidade dentinária com os procedimentos adesivos. Comentaram que a permeabilidade intratubular e intertubular da dentina condicionada são características desejáveis para a penetração da resina no interior dos túbulos e na rede de fibras colágenas expostas. A porosidade superficial presente após o condicionamento ácido é um fator de grande importância na infiltração da resina na dentina intertubular. Salientaram que procedimentos adesivos que utilizam a secagem por ar possuem um efeito adverso na permeabilidade da dentina intertubular desmineralizada, podendo resultar na diminuição das dimensões dos espaços entre as fibras colágenas, promovendo a contração e ocasionando o colapso das mesmas. Caso ocorra o colapso das fibras colágenas da dentina desmineralizada pela secagem com ar, poderá ocorrer uma redução da

permeabilidade da zona desmineralizada. Esse fato comprometeria a posterior formação da zona de dentina impregnada pelo adesivo (camada híbrida). A densidade tubular tem grande importância na difusão radial do monômero através da luz do túbulo dentinário. A dentina profunda, possuindo maior quantidade de túbulos, permite maior difusão do monômero em relação à dentina superficial. Esse mecanismo de difusão proporcionará uma melhor infiltração do adesivo em dentina intertubular na dentina profunda do que em dentina superficial, uma vez que os túbulos dentinários são em maior número na dentina profunda. Verificaram a importância do reumidecimento da superfície dentinária desidratada pelo ar e a interferência da superfície dentinária quando deixada visivelmente úmida antes da aplicação do primer. Mencionaram a importância da penetração do adesivo em toda a profundidade de dentina desmineralizada, afirmando que para se obter uma melhor força de adesão seria mais importante que houvesse uma penetração uniforme da resina na dentina desmineralizada do que a profundidade de penetração. Observaram ainda, que a utilização de adesivos autocondicionantes, por serem aplicados diretamente sobre a smear layer, relativamente seca, evitam certos problemas associados à utilização de passos separados para o condicionamento ácido da dentina, como a subjetividade da umidade excessiva ou ressecamento da superfície dentinária. Esses agentes aumentam simultaneamente a permeabilidade dentinária devido sua acidez intrínseca e a infiltração da resina na porosidade da dentina. Dessa forma concluíram que esses sistemas são mais simples de serem utilizados que os adesivos desenvolvidos anteriormente. A dentina, por ser um substrato dinâmico em relação ao processo adesivo, poderá apresentar resistências adesivas não-uniformes em função das diferenças regionais na densidade dos túbulos dentinários, permeabilidade dentinária, concentração de cálcio, presença de dentina esclerótica e variação de espessura da smear layer. A variabilidade relacionada a esses fatores resultará em uma variação no padrão do condicionamento

ácido da dentina, e, conseqüentemente, em uma variabilidade na infiltração dos monômeros resinosos na dentina, modificando a qualidade da adesão, sua resistência e possivelmente sua durabilidade.

Eduardo et al. (1997) realizaram um estudo a fim de comparar a resistência à força de cisalhamento de uma resina composta aderida à superfície do esmalte dental após condicionamento com ácido fosfórico a 35% ou com a irradiação de um laser Nd:YAG, com densidade de energia de $165,8 \text{ J/cm}^2$ por pulso. Após o condicionamento e a adaptação da resina a essas superfícies, os espécimes sofreram ciclagem térmica e foram, então, submetidos ao teste de resistência à força de cisalhamento em uma velocidade de 5 mm/min. Os resultados encontrados, após análise estatística pelo teste *t* de Student, revelaram que a adesão foi significativamente maior no grupo tratado pelo ácido fosfórico a 35% do que no grupo tratado pelo laser Nd:YAG, revelando, dessa forma, a necessidade do desenvolvimento de novos estudos, a fim de se alcançarem os parâmetros ideais para o condicionamento da superfície do esmalte, bem como adesivos e resinas compostas específicas, quando o laser Nd:YAG é utilizado.

Utilizando molares humanos extraídos livres de cárie, Armstrong et al., em 1998, mensuraram a resistência à microtração de dois sistemas adesivos (AH Bond II - Bisco e Optibond FL - Kerr) e analisaram o tipo de fratura de cada espécime em MEV. A superfície oclusal de cada dente foi removida, obtendo-se uma superfície plana em dentina. Em seguida, foram divididos em dois grupos de três dentes cada um, receberam a aplicação dos sistemas adesivos de acordo com a indicação do fabricante e, finalmente, foram restaurados com a resina Prodigy (Kerr). Após um período de armazenagem por 24 h a 37°C, realizaram o seccionamento perpendicular à superfície adesiva e obtiveram seis ou sete fatias por dente, que foram preparadas para o teste de microtração. Esses espécimes permaneceram por mais seis dias

armazenados e, em seguida, foram testados quanto à resistência de união e, posteriormente, analisados em MEV para a confirmação do tipo de fraturas: interfaciais (adesivas ou mistas) ou em substrato (dentina ou resina composta). Os resultados da resistência de união mostraram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($40,7 \pm 9$ MPa - All Bond II e $34,0 \pm 7,0$ MPa - Optibond FL). No que se refere ao modo tipo de fratura no sistema All Bond II, verificou-se que doze dos vinte espécimes apresentaram fraturas interfaciais, e destas, sete foram fraturas estritamente adesivas; para os demais espécimes a fratura ocorreu no substrato, sendo cinco em resina. Para o grupo Optibond FL a maioria das fraturas ocorreu em substrato (13/20), mais especificamente na resina (12/20); para os demais espécimes com fraturas interfaciais, quatro foram fraturas adesivas. Os autores consideraram que alguns cuidados devem ser tomados para que a interpretação do modo de fratura não seja feita de forma inapropriada.

Cardoso et al. (1998) com a finalidade de determinar a resistência adesiva entre dentina e resina composta (Z-100 - 3M), utilizaram três sistemas adesivos (Single Bond - 3M, Scotchbond Multi Purpose - 3M, Etch e Prime 3.0 - Degussa). Desgastaram molares humanos até a exposição dentinária, onde promoveram a adesão. Os corpos de prova foram submetidos aos testes de cisalhamento, tração e microtração. Para os testes de cisalhamento e tração, após a aplicação do adesivo, um cone com 3 mm de altura e 3 mm de diâmetro, foi inserido utilizando a técnica incremental; e para o teste de microtração obtiveram palitos com $0,25 \text{ mm}^2$, seccionados com disco diamantado perpendicularmente à interface adesiva. Os resultados demonstraram que para todos os testes o desempenho dos sistemas adesivos seguiu a mesma ordem. No teste de microtração, os valores médios não foram estatisticamente significativos, porém em todos os testes, o Single Bond apresentou o maior valor de resistência adesiva, seguido pelo Scotchbond

Multi Purpose, e, o menor valor de resistência adesiva, foi atribuído ao Etch e Prime 3.0. Concluíram que sistemas adesivos de frasco único obtiveram valores de resistência adesiva significativamente superiores aos adesivos autocondicionantes, nos testes de cisalhamento e tração.

Com o objetivo de testar a hipótese de que o colágeno exposto e desnaturado pelo condicionamento ácido da dentina prejudica a obtenção de uma adesão efetiva e durável, Kato e Nakabayashi, em 1998, realizaram um estudo com a proposta de investigar a influência da área dentinária desmineralizada e não infiltrada, *in vitro*, durante um período de acompanhamento de um ano. Avaliaram as características microscópicas da dentina dos espécimes fraturados. Utilizaram dentina bovina, sendo a smear layer removida pelo condicionamento ácido (ácido fosfórico 65%) por 30 s; em seguida, a dentina foi lavada e mantida úmida. Após isso foi aplicado um primer à base de acetona (contendo 4-META a 5% em peso) e um adesivo constituído de 4-META/TEGDMA/CQ/NPG. As restaurações, transcorridos períodos de um dia, uma semana, um mês, três meses, seis meses e um ano de imersão em água, foram submetidas ao teste de resistência de união à tração e posterior avaliação da superfície dentinária em MEV. Os resultados mostraram que não houve diferença estatisticamente significativa entre o período de um dia ($6,6 \pm 1,0$ MPa) e uma semana ($5,3 \pm 1,8$ MPa); porém, a resistência diminuiu significativamente da primeira semana para o primeiro mês ($3,4 \pm 1,7$ MPa). Entre períodos de um mês e seis meses ($3,9 \pm 0,9$ MPa), os valores não variaram significativamente; porém, do sexto mês para o período de um ano ($2,0 \pm 1,0$ MPa), foi encontrada diferença significativa. Observando as fotomicrografias, verificaram que a porcentagem de falhas coesivas na resina diminuiu no período decorrente de um dia para seis meses, ao passo que a porcentagem de falhas adesivas e coesivas na área da dentina desmineralizada aumentou. Também observaram que a porcentagem de falha coesiva na resina não

diminuiu após o período de seis meses. Concluíram que a durabilidade da união resina-dente não apresentou um desempenho tão bom quanto o esperado, e que a presença de uma camada de dentina desmineralizada, não reforçada pela impregnação de resina, necessita ser cuidadosamente estudada, para a melhor compreensão dos mecanismos de adesão e suas falhas potenciais a longo prazo. Justificaram que as fibras colágenas expostas sofreram hidrólise durante o longo período de imersão em água.

Com a finalidade de avaliar e comparar a efetividade da união de dois sistemas adesivo (Scotchbond Multiuso Plus - 3M e Etch&Prime 3.0 - Degusa) à dentina antes e após a termociclagem, Amendola, em 1999, utilizou dentes bovinos que tiveram as superfícies vestibular desgastada para a exposição da dentina. Os espécimes foram divididos em dois grupos de acordo com o sistema adesivo utilizado e posteriormente foram restaurados com a resina composta Z-100 (3M). Os grupos foram subdivididos nos subgrupos: a) submetidos ao teste de cisalhamento após 24 h, b) receberam ciclagem térmica (500 ciclos entre 5° e 55°C) e posteriormente foram submetido ao teste de cisalhamento. O ensaio mecânico foi realizado a velocidade de 0,5 mm/minuto e as superfícies fraturadas foram analisadas com estereomicroscópio. Os resultados revelaram que os valores de resistência de união dos sistemas adesivos avaliados não apresentaram diferenças estatisticamente significativas e que a utilização da termociclagem não influenciou a resistência adesiva. O Scotchbond Multiuso Plus apresentou predominância de falhas adesivas e o Etch&Prime 3.0 apresentou maior quantidade de fraturas mistas.

Com propósito de comparar a força de união à dentina dos adesivos autocondicionantes de um único passo (Etch & Prime 3.0 - Degussa –EP3) e de dois passos (Clearfil Liner Bond 2 - Kuraray -CL2) e o (Gluma One Bond - Kulzer -GL1) utilizados com a técnica de condicionamento total, Fritz e Finger, em 1999, utilizaram os sistemas

adesivos de acordo com as indicações dos fabricante em superfícies de dentina e esmalte obtidas a partir de dentes humanos extraídos. A resina Charisma (Kulzer) foi aplicada na superfície dentinária (3,5 mm) com o sistema adesivo e os espécimes foram estocados em água por 24 h. A micromorfologia marginal dos espécimes foi observada em MEV. O adesivo EP3 teve uma força de adesão ao esmalte similar a de outros materiais, mas a sua força de adesão à dentina foi de aproximadamente 50% da força adesiva dos outros dois adesivos. O adesivo CL2 demonstrou fendas significativamente menores (2 μm) ao longo da margem, em relação ao EP3 (5 μm), enquanto que no grupo GL1 em sete das dez restaurações verificadas, foram observadas margens perfeitamente livres de fendas. Os autores concluíram que o adesivo Etch & Prime é uma tentativa em direção a sistemas de adesão dentina/esmalte mais simplificados; porém, os resultados do presente estudo indicaram que o desempenho clínico deve ser aperfeiçoado antes de ser recomendado irrestritamente.

Nakabayashi e Pashley (2000) discutiram que a capacidade tampão da *smear layer* dentinária associada ao firme agregamento de suas partículas poderiam limitar a profundidade de penetração do monômero ácido dos sistemas autocondicionantes para cerca de 2,0 μm . De acordo com esse pensamento, se a *smear layer* apresentar uma espessura de 1,5 μm , os monômeros ácidos penetrariam somente 0,5 μm na dentina subjacente, representando pouca resina para integrar os prolongamentos resinosos na camada híbrida circundante, o que facilita a penetração de produtos microbianos em direção à polpa. Dessa forma, se a *smear layer* apresentar 2,0 μm de espessura, o sistema adesivo autocondicionante poderá não se engajar completamente com o tecido subjacente. Os autores ressaltam que, desta geração de adesivos, o ideal é aquele o qual penetra 2,0 μm na *smear layer* e se engaja com a dentina subjacente numa profundidade de cerca

de 1,0 μm , fornecendo força retentiva suficiente e um adequado selamento, mesmo se a lama dentinária infiltrada fracassar.

Considerando que a direção dos túbulos dentinários pode ser responsável pelas variações nas forças de adesão da resina em uma cavidade, Ogata et al. (2001) investigaram a influência da direção dos túbulos dentinários na força de união à microtração dentina-resina utilizando quatro sistemas adesivos comerciais disponíveis, e observaram a interface dentina-resina em MEV. Os sistemas de adesão da dentina utilizados neste estudo foram: Clearfil Liner Bond II (LB, Kuraray), Imperva Fluoro Bond (FB, Shofu), Single Bond (SB, 3M) e One-Step (OS, BISCO). Trinta e seis molares humanos extraídos e sem cáries foram utilizados para testes de adesão à microtração e oito dentes adicionais foram utilizados para observação em MEV. Os dentes foram divididos em dois grupos, de acordo com a direção dos túbulos dentinários na interface resina-dentina: um grupo perpendicular, no qual o esmalte oclusal foi removido perpendicularmente ao longo eixo; um grupo paralelo, no qual o dente foi dividido em duas metades, paralelamente ao longo eixo, e a dentina exposta na coroa foi utilizada para a adesão. Após o desgaste das superfícies de dentina com lixa de granulação 600, utilizaram os sistemas adesivos de acordo com a recomendação do fabricante, e então foi aplicada uma camada de resina composta (Clearfil APX, Kuraray) para fornecer quantidade suficiente para o teste de resistência adesiva à microtração. Depois de 24 h em água a 37°C, os espécimes foram fatiados perpendicularmente à superfície adesiva, em cortes de aproximadamente 1 mm² e, em seguida, submetidos à força de microtração em uma velocidade de 1 mm/min. Os resultados demonstraram que para o grupo perpendicular não houve diferença significativa para nenhum tipo de sistemas adesivos. Quando a superfície dentinária foi tratada com adesivo de sistema autocondicionante (LB ou FB) o grupo paralelo demonstrou maior força de união à microtração (LB

42,7 ± 13,2 MPa; FB: 39,8 ± 14,8 MPa) do que o grupo perpendicular (LB: 39,3 ± 13,3 MPa; FB: 32,8 ± 13,0 MPa) entretanto, não houve diferença estatisticamente significativa. Quando a superfície de dentina foi tratada utilizando sistemas com ácido fosfórico (SB ou OS), a força de adesão do grupo paralelo foi significativamente maior do que o grupo perpendicular. A força de adesão à microtração para o grupo com os túbulos paralelos à superfície adesiva foi maior quando comparada com o grupo dos túbulos perpendiculares. Essa tendência foi estatisticamente significativa quando utilizaram SB e OS. A observação em MEV mostrou não haver diferença estatisticamente significativa entre a espessura da camada híbrida de cada sistema adesivo para o grupo paralelo ou perpendicular.

Ogata *et al.* (2001), estudaram os efeitos do uso de diferentes brocas, para realização de preparos cavitários, na resistência adesiva resina-dentina, utilizando-se sistemas adesivos *primer* autocondicionantes. Os materiais selecionados foram: Clearfil Liner Bond 2 (LB2), Clearfil Liner Bond 2V (2V) e Clearfil SE Bond (SE). Trinta e seis molares hígidos foram divididos em quatro grupos diferenciados pelo tipo de instrumento de corte. As resistências de união obtidas com esses sistemas podem ser afetadas dependendo da quantidade e da qualidade da *smear layer*, devido à fraca acidez destes primers. Os resultados mostraram remoção total da lama dentinária por estes para o grupo no qual se utilizou lixa de granulação 600 (AP#600). Para os outros grupos, os túbulos dentinários continuaram ocluídos por *smear plugs* residuais. Todos os sistemas testados promoveram a maior resistência no grupo AP#600 e a menor no grupo que foi preparado com pontas diamantadas.

Pashley e Tay (2001) estudaram a agressividade de três adesivos autocondicionantes e examinaram os fatores ultra-estruturais e a resistência adesiva, ambos obtidos pela aplicação daqueles. O objetivo foi avaliar o potencial de desmineralização dos esmaltes aprismático e prismático e, conseqüente, embricamento resinoso sustentável. Foram

utilizados os sistemas Clearfil Mega Bond, Non-Rinse Conditioner/ Prime & Bond NT e Prompt L-Pop. O sistema convencional All-Bond 2, que utiliza o ácido fosfórico a 32% como condicionador em passo separado, foi usado como controle. Os valores de resistência adesiva apresentados pelos sistemas autocondicionantes foram semelhantes entre si. Entretanto, todas eram menores a daquela presente no grupo controle (27 MPa). Concluiu-se que os três agentes adesivos examinados produziram baixa resistência à microtração ao esmalte aprismático.

Com o objetivo de avaliar o umidecimento da dentina de quatro sistemas adesivos e relacionar as propriedades umidificantes à eficiência adesiva, Rosales-Leal et al., em 2001, utilizaram os adesivos: Scotchbond Multipurpose Plus (3M), Syntac Single-Component (Vivadent), One-Step (Bisco) e Heliobond (Vivadent). O substrato usado foi dentina humana, superficial e profunda. Mediram os ângulos de contato pela técnica ADSA-CD (Análise da forma da gota assimétrica-diâmetro de contato), cujas imagens foram capturadas com um sistema de microvideo após a deposição do agente umidificante em intervalos de 15 s. Esses sinais foram transmitidos a um computador que calculou os valores dos ângulos de contato. A rugosidade e o ângulo de contato com a água foram medidos antes e depois do condicionamento ácido. O umidecimento da dentina pelo adesivo foi estudado pela mensuração do ângulo de contato do adesivo em função do tempo, para avaliar o tempo de difusão. A resina composta Z-100 foi inserida sobre o adesivo e os espécimes foram colocados em água a 37° por 24 h e em seguida termociclados. A força de adesão foi avaliada através do teste de cisalhamento e o tipo de fratura analisado em microscópio. A microinfiltração também foi avaliada em cavidades de Classe V padronizadas, utilizando uma solução de 0,5% de fucsina como corante. Os resultados demonstraram que o condicionamento ácido aumentou a rugosidade e a umidade da dentina, não sendo encontradas diferenças

entre os ácidos testados. O umidecimento da dentina foi maior na dentina profunda. O umidecimento da dentina e a força de adesão dos adesivos foram semelhantes, exceto pelo adesivo Heliobond, que apresentou valores menores. A microinfiltração foi maior na parede gengival, e a infiltração dos adesivos Scotchbond Multipurpose Plus foi a menor; a maior foi a do adesivo Heliobond. O tempo de difusão excedeu 30 s com os adesivos hidrofílicos e à base de água, e foi menor com adesivos à base de acetona. A profundidade da dentina teve influência no ângulo de contato e na força de adesão: os ângulos de contato obtidos com o SBMP e One-Step foram maiores na dentina superficial, e a força de adesão para o One-Step foi maior na dentina superficial. Concluíram que o umidecimento da dentina pelos adesivos poderia ser correlacionado à força de resistência de cisalhamento e a microinfiltração.

Com o objetivo de comparar o desempenho na adesão à dentina de oito sistemas adesivos, utilizando um teste de resistência à microtração, Bouillaguet et al. (2001) utilizaram trinta dentes bovinos desgastados com papel abrasivo de granulação 600, para obter superfícies planas de raiz-dentina. Dois sistemas adesivos convencionais (Scotchbond Multipurpose Plus - 3M, Optibond FL - Kerr) e quatro sistemas adesivos de passo único (Scotchbond 1 - 3M, Asba S.C.A. - Lamaison Dentaire, Prime&Bond NT - Dentsply, Excite - Kerr), além de dois sistemas adesivos autocondicionantes (Clearfil Liner Bond 2V - Kuraray e Prompt L-Pop - ESPE) foram avaliados. Cada sistema adesivo foi aplicado de acordo com as instruções do fabricante, seguidos da aplicação da resina composta (Z-100 - 3M). Imediatamente após a adesão, os dentes foram preparados para o teste de microtração, com quatorze espécimes para cada material. Os espécimes fraturados foram preparados para análise em MEV. O Scotchbond Multipurpose Plus demonstrou valores de resistência à tração significativamente maiores (30.3 ± 9.4 MPa) do que os outros materiais. A resistência à tração dos

outros materiais foi (da mais alta à mais baixa): Optibond FL (22.4 ± 4.3 MPa); Scotchbond 1 (18.9 ± 3.2 MPa); Clearfil Liner Bond 2 V (18.9 ± 3.0 MPa); Prime&Bond NT (18.3 ± 6.9 MPa); Asba S.A.C. (14.4 ± 2.9 MPa); Excite (13.8 ± 3.7 MPa); e Prompt L-Pop (9.1 ± 3.3 MPa). As fraturas foram em sua maioria adesivas. Os autores concluíram que os sistemas convencionais produziram forças adesivas mais altas para dentina de raiz do que a maioria dos adesivos de passo único e adesivos autocondicionantes.

Com o objetivo de comparar a resistência de adesão à microtração de dois sistemas adesivos de passo único, utilizando dois tipos de ponta para preparos em dentina, Inoue et al., em 2001, usaram os sistemas adesivos NZ-2000 (Sun Medical) e One-Up Bond F (Tokuyama) em superfícies dentinárias radiculares de oito pré-molares humanos, extraídos. Essas superfícies foram produzidas utilizando pontas diamantadas regulares e extrafinas em alta rotação. A resina composta Clearfil AP-X (Kuraray) foi aplicada sobre a superfície com adesivo. Os espécimes foram estocados em água, por uma noite, a 37°C e foram seccionados em fatias de 0,7 mm perpendicularmente à interface adesiva. Após os testes de microtração, observaram o modo de fratura das interfaces adesivas e alguns espécimes foram preparados para observação em MEV. Para o adesivo NZ, com a ponta diamantada regular, a resistência de adesão à microtração foi significativamente menor, e as fraturas foram adesivas; para os outros grupos as fraturas foram mistas. As superfícies dentinárias condicionadas que receberam o adesivo NZ, preparadas com pontas regulares, apresentaram uma smear layer residual; entretanto, quando preparadas com pontas ultrafinas, foram parcialmente dissolvidas, assim como no adesivo One-Up Bond F com ambos os tipos de pontas. Concluíram que os sistemas adesivos de passo único produzem baixa resistência adesiva, quando a smear layer é formada com pontas diamantadas regulares.

Com o objetivo de comparar a força de resistência ao cisalhamento na dentina (SBS), dos sistemas adesivos autocondicionantes One-Up Bond F(OU) - Tokuyama, Touch & Bond (TB) - Parkell e o Prompt L-Pop (LP) - ESPE/3M e um adesivo com condicionamento ácido Single Bond (SB) - Espe/3M utilizado como controle, Cobb, Macgregor, em 2002, utilizaram quarenta e oito molares humanos intactos, com as superfícies oclusais desgastadas com lixa de granulação 600, para expor a dentina. Os dentes foram distribuídos aleatoriamente em quatro grupos adesivos que receberam os sistemas adesivos de acordo com as instruções do fabricante. Após a aplicação dos adesivos, uma resina composta híbrida (Z-100 - 3M) foi colocada em uma matriz de 3.5 mm de diâmetro na superfície da dentina. Os espécimes foram armazenados em água destilada, por 24 h, a 37°C, posteriormente termocicladas e submetidos ao teste de cisalhamento. Os valores encontrados do SBS (em MPa) foram: SB = 18.0 ± 5.6 ; LP = 16.0 ± 3.8 ; OU = 14.3 ± 4.2 ; TB = 14.2 ± 4.3 . Concluíram que nas condições desse estudo, os valores para SBS à dentina foram semelhantes para todos os sistemas adesivos testados.

Considerando que os sistemas adesivos autocondicionantes apresentam uma simplificação dos procedimentos de adesão e diminuição da sensibilidade pós-operatória, Denehy et al., em 2002, fizeram um trabalho clínico longitudinal, avaliando a eficiência de um adesivo autocondicionante (Prompt L-Pop - 3M) em restaurações de Classe I, utilizando um adesivo com condicionamento ácido (Prime & Bond NT) como controle. Vinte e seis adultos, cada um com duas ou quatro restaurações de amálgama de Classe I necessitando de substituição, participaram do estudo, resultando em oitenta e dois preparos. Os dentes preparados, receberam os sistemas adesivos, e a resina composta TPH (Caulk/Dentsply) foi inserida em camadas de 2 mm. As restaurações foram imediatamente polidas. Fizeram as avaliações no

início, aos seis meses, após um ano e dois anos, utilizando diversos critérios (cáries secundárias, forma anatômica, adaptação das bordas, sensibilidade pós-operatória) com Alfa representando o resultado clinicamente ideal, Bravo, clinicamente aceitável, e Charlie, clinicamente inaceitável. Ambos os grupos foram taxados 100% como Alfa em todas as categorias em um ano e dois anos, porém alguns casos de descoloração e adaptação marginal foram notados, e um paciente em cada grupo relatou sensibilidade em um ano; entretanto, nenhuma sensibilidade foi relatada em dois anos. Aos dois anos, não houve diferença significativa em qualquer categoria de avaliação entre grupos. Os autores concluíram não existir diferença clínica significativa entre adesivo autocondicionante e um sistema adesivo de frasco único após dois anos.

Os efeitos de soluções desinfetantes a base de glutaraldeído sobre a resistência de união da resina à dentina foram avaliados por Baba et al. (2002); neste experimento a superfície da dentina bovina foi exposta a soluções aquosas de formaldeído (FA), glutaraldeído (GA), 2-hidroxietil metacrilato (HEMA), um primer comercial utilizado em dentina como dessensibilizante (Gluma CPS, Gluma), solução isotônica de cloreto de sódio (IS) e água destilada (DW), para cada grupo foram preparados 10 corpos de prova onde 5 foram colocados em um umidificador (HU), a 37 ° C, e outros 5 não foram armazenados em umidificador (controle). Todas as superfícies de dentina foram condicionadas com ácido cítrico 10% e com solução de cloreto férrico 3%, depois fixado a uma haste de acrílico com um adesivo autopolimerizável (Super-Bond C & B). Os resultados das médias de resistência adesiva à tração foram determinadas 24 h após a colagem. Os resultados foram submetidos ao teste de ANOVA e teste de Fisher ($n = 5$, $P \leq 0,05$). A exposição da dentina a IS, DW e HU para ambos 48 e 168 h, resultou em uma diminuição na resistência de união quando comparado com o controle. A maior resistência de união após 168 h de exposição foi

obtida com os grupos GA, HEMA e Gluma, cujos valores foram equivalentes aos valores controle e foram significativamente maiores do que de FA. Concluíram que o desinfetante pré-tratamento com GA ou Gluma estabiliza a ligação de tri-n-butylborane (TBB).

Tendo em vista a discussão sobre a toxicidade e irritação da polpa pelos sistemas adesivos e o desenvolvimento de materiais adesivos de fase única contendo agentes condicionantes, primer e adesivo em um único frasco, Kaga et al.(2002) investigaram o efeito citotóxico dos adesivos de fase única. Utilizaram amostras dos sistemas adesivos sob forma de discos (6 mm de diâmetro e 1 mm de espessura) fotopolimerizados por 40 s., divididos em grupos: One-up Bond F - Tokuyama (OB); Xeno CF Bond - Degusa (XC) e Reactomer Bond -Shofu (RB). As células das polpas de dentes de ratos foram cultivadas em doze placas de cultura. Estas placas continham amostras dos discos dos adesivos fotopolimerizados inclusas. No grupo controle utilizaram um disco de vidro. A viabilidade celular foi alcançada após 24 h de incubação e comparada com o grupo controle. Os resultados obtidos (em MPa) foram: viabilidade controle (100 ± 36.9), RB (56.5 ± 7.4), OB (57.6 ± 6.5), XC (22.9 ± 16.8), sem diferenças significativas entre RB e OB. Os autores concluíram que a exposição clínica da dentina aos sistemas adesivos não-polimerizados deve ser minimizada.

Sener et al. (2004), realizaram uma análise comparativa da interface adesiva produzida por dois sistemas adesivos autocondicionantes aplicados *in vitro* e *in vivo*. Os materiais empregados foram Clearfil SE Bond (CSEB- Kuraray) e One Up Bond-F (OUB Tokuyama). Para análise *in vivo*, pré-molares superiores hígidos foram utilizados. Cavidades Classe I rasas em dentina foram realizadas e os sistemas adesivos aplicados de acordo com as recomendações do fabricante. Usaram sete dentes para cada tipo de adesivo. Em seguida, as cavidades foram restauradas pela técnica incremental com a resina

composta TPH Spectrum (Dentsply). Os dentes foram extraídos e armazenados em solução salina fosfatada, e, posteriormente, seccionados em espécimes. Realizaram-se avaliações destes por microscopia óptica (MO), MEV e espectroscopia micro-Raman (ER). Para análise *in vitro*, os mesmos procedimentos foram empregados. Conclui-se que o sistema CSEB mostrou uma interface adesiva fina, porém com adequada integridade em ambas as condições testadas. Já o sistema OUB, se mostrou inadequado e com uma interface comprometida, principalmente *in vivo*.

Weinmann et al. (2005) compararam o perfil dos compósitos a base de Silorano, que polimeriza por meio de um processo de abertura de um anel catiônico, com o perfil dos produtos de diferentes restauradores a base de metacrilato. Quatro materiais à base de metacrilato (Filtek Z250, Filtek P60, Tetric Ceram, TPH Spectrum) e um material à base de Silorano foram investigados quanto às suas resistências flexural e à compressão, módulo de elasticidade e estabilidade à luz ambiente. Os dados foram analisados pela análise de variância de um fator (ANOVA on way) e dois testes simples de amostra ($p < 0,05$). Dados de contração foram determinados pelo método de Arquimedes e pelo método do disco ligado. A reatividade do Silorano e Tetric Ceram foram obtidos a partir do momento de comportamento de contração resoluto e o desenvolvimento do módulo de elasticidade ao longo do tempo. O compósito de silorano revelou com 0,94 vol% (método do disco ligado) e 0,99 vol% (método de Arquimedes), a menor contração de polimerização entre todos os compósitos testados. Sua reação foi comparável à reatividade da Tetric Ceram. No entanto, a estabilidade à luz ambiente > 10 min para Silorano foi maior do que a reatividade de luz ambiente dos outros metacrilatos testados (55-90 s).

Duarte Jr et al., em 2009, testaram a resistência adesiva e a nanoinfiltração de um compósito de baixa contração à base de silorano.

Trinta e dois molares com indicação para extração foram separados em 4 grupos: adesivo autocondicionante LS System (LS, 3M ESPE); condicionamento com ácido fosfórico por 15 s + adesivo autocondicionante LS System(LSpa); Adesivo Single Bond Plus (SB, 3M ESPE); SB + LS Bond(SBLS). A dentina Oclusal foi exposta e restaurada com a resina Filtek P90 LS (3M ESPE). Os espécimes foram submetidos a ciclagem termomecânica onde foram termociclados por 20.000 ciclos e expostos a fadiga de 6 meses de idade. Foram seccionados com sessão de $0,8 \pm 0,2 \text{ mm}^2$ e submetidos ao ensaio de microtração a uma velocidade de carregamento de 1 mm/min. Os resultados foram submetidos ao teste de ANOVA e pós teste de Duncan ao nível de significância de 5%. Cinco espécimes foram preparados para avaliação em microscopia eletrônica de varredura (MEV). A resina com baixa contração de polimerização mostrou ser compatível apenas com o sistema adesivo preconizado para o uso em conjunto. O condicionamento prévio não aumentou a resistência de união. Algum grau de infiltração foi verificado em todos os grupos.

Para analisar o grau de conversão (DC) das interfaces de adesivo criadas pelo adesivo Silorano Filtek e Clearfil SE Bond, Navarra et al. (2009) utilizaram a espectroscopia micro-Raman. Os adesivos foram aplicados sobre a dentina humana, de acordo com as instruções do fabricante. Os espécimes foram cortados para expor a interface de união ao feixe de micro-Raman (Ranishaw inVia; laser λ 785 nm). Espectros Raman foram coletados ao longo da dentina / primer autocondicionantes / interface adesiva em 1 μm de intervalos. As intensidades relativas das faixas associadas com minerais (grupo funcional P-O em 960 cm^{-1}) e componentes adesivos (grupo C-C-O em 605 cm^{-1}) dentro da interface de união foram utilizados para detectar a penetração do monômero na matriz dentinária e calcular o grau de conversão (GC de 1640 cm^{-1} como o pico da reação, G-C-O em 605 cm^{-1} como o pico de referência). Os dados

foram analisados estatisticamente pela análise de variância de dois fatores (ANOVA two-way). O grau de conversão (GC) do adesivo Silorano Filtek foi de $69 \pm 7\%$ na camada adesiva, aumentando ($p < 0,05$) para $93 \pm 5\%$ na primeira demão e $92 \pm 9\%$ na camada híbrida. Clearfil SE Bond apresentou um GC de $83 \pm 3\%$ na camada híbrida e $85 \pm 3\%$ na camada adesiva. Assim, o adesivo Silorano Filtek mostrou um GC superior ao Clearfil SE Bond na camada híbrida ($p < 0,05$), mas um GC menor na camada adesiva ($p < 0,05$). Como o alto grau de conversão é um pré-requisito fundamental para a estabilidade da adesão ao longo do tempo, este estudo corrobora a hipótese de que a ótima estabilidade do adesivo Silorano Filtek pode ser obtida. No entanto, mais estudos são necessários para investigar as propriedades mecânicas da camada híbrida criada pelo adesivo Silorano Filtek e sua estabilidade à longo prazo.

Al-Boni, Raja (2010) Analisaram a microinfiltração de resina à base de Silorano em comparação com dois compósitos homólogos à base de metacrilato. Cavidades classe I padronizadas ($4 \times 2,5 \times 3$ mm) foram preparadas em molares humanos extraídos e divididos aleatoriamente em três grupos ($N = 15$) como segue: Grupo A, Filtek P90 (Silorano) com seu sistema adesivo específico (Sistema adesivo P90), Grupo B, Adper SE Plus com Filtek Z250; Grupo C, Peak SE com Amelogen Plus. Os dentes foram submetidos ao regime de termociclagem ($200 \times, 5-55^\circ \text{C}$) e penetração de corante nas secções dos dentes foram avaliados após 30 min de imersão em corante azul de metileno 2%. A análise estatística foi realizada com o teste de Kruskal-Wallis e Mann-Whitney com nível de significância de 95%. Silorano apresentou significativa diminuição de microinfiltração em comparação com qualquer outra base de resina composta. As cavidades restauradas com Amelogen Plus exibiram microinfiltração não significativamente superior com Filtek Z250. Apesar de todos os sistemas restauradores terem tido microinfiltração, a tecnologia Silorano apresentou, menos microinfiltração

comparável ao sucesso do compósito a base de metacrilato. Isto irá melhorar o desempenho clínico e prolongar a durabilidade dos compósitos.

Gregoire et al. (2010) investigaram o mecanismo de reação da formação da camada híbrida por um adesivo auto condicionante a base de silorano através da infiltração de líquidos, ângulo de contato e ultra-estrutura interfacial por SEM após um período de um ano de envelhecimento. O comportamento ácido e interações de produtos químicos entre Sistema Adesivo Silorano e dentina foi estudado por titulações potenciométricas, espectroscopia de absorção atômica e espectroscopia de infravermelho. A hidrofiliidade do adesivo foi avaliada utilizando o método da gota séssil e da permeabilidade dentinária pela condutividade hidráulica. O estudo morfológico da interface dentina / sistema adesivo foi realizada utilizando SEM. O sistema adesivo Silorano se comportou como um multi ácido, com vários valores diferentes de pKa. Quando o adesivo estava em contato com a dentina, o ácido foi progressivamente consumido e íons cálcio foram liberados. Os acrilatos substituídos fosfonados ligados fortemente à cristais de apatita. O copolímero ácido poliacrílico reagiu com íons de cálcio e formaram uma rede de polímeros interpenetrantes (IPN). As medidas do ângulo de contato com a água mostrou rápida propagação do primer (ângulos atingiram 158 a 30 s) e os maiores ângulos de contato quando a camada adesiva de Silorano foi adicionada (de mais de 608 a 448). Uma grossa e homogênea camada híbrida foi observada em ambos inicialmente e após 1 ano de idade, com uma condutividade hidráulica correspondente de 48.50% inicialmente e 52.07% em 12 meses. Concluíram que o sistema adesivo Silorano é capaz de dissolver os íons de cálcio, ligando-se às superfícies da apatita. Os resultados mostraram a hidrofiliidade do adesivo que formaram uma camada híbrida que conservou adequada impermeabilidade durante um período de 1 ano.

Guiraldo et al. (2010) investigaram a influência de diferentes resinas compostas - Filtek P90 (composto à base de Silorano) e Heliomolar (composto à base de metacrilato) - sobre a transmissão de luz e diminuição da dureza Knoop entre o fundo e o topo dos espécimes curados. A irradiação de uma unidade de fotoativação foi medida com um medidor de energia (Ophir Optronics, 900 mW/cm²) e distribuições espectrais foram obtidas usando um espectrômetro (USB 2000). Vinte espécimes cilíndricos padronizados (2 mm de espessura x 7 mm de diâmetro) de cada resina foram obtidos pela cura usando a UML para 40 s. A energia de transmissão da luz através dos compósitos foi calculada (n = 10). O número de dureza Knoop para cada superfície foi registrado como a média de 3 indentações. A diferença em dureza Knoop entre o topo e o fundo do mesmo espécime foi calculado (n = 10). A irradiação de luz que passou através da Filtek P90 (272 mW/cm²) não foi significativamente maior do que o passado através da Heliomolar (271 mW/cm²). A diferença em dureza Knoop da Filtek P90 (25%) foi significativamente maior do que a de Heliomolar (12%). Houve um melhor grau de polimerização da subsuperfície dos compósitos a base de metacrilato em comparação aos compósitos a base de Silorano.

O estudo de Klautau et al. (2011) avaliou o selamento de resinas a base de silorano em cavidades profundas e extensas restauradas com incremento único. Foram preparadas cavidades extensas e profundas (5,0 mm de diâmetro e 2,5 mm de profundidade) circundadas por esmalte em dentes bovinos, estes foram divididos em cinco grupos. Grupos 1, 2, 3 e 4: condicionamento ácido + adesivo Adper Single Bond (3M/ESPE, St. Paul, MN, EUA) e restauração com Aelite LS Posterior (BISCO Inc. Schaumburg, IL, EUA) (G1); Filtek Z-350 (3M/ESPE, St. Paul, MN, EUA) (G2); Filtek Z-350 Flow (3M ESPE, St Paul MN, EUA) (G3); Premisa (KERR Corporation, Orange, CA, EUA) (G4). Grupo 5: Sistema adesivo Silorano (3M ESPE, St Paul, MN, EUA) +

restauração com Filtek de baixa contração posterior P90 (3M/ESPE, St. Paul, MN, EUA). Após a polimerização, os dentes foram imersos em solução de fucsina básica a 0,5% e imediatamente lavadas. Utilizando o ImageTool Software, a extensão do corante ao longo das margens foi calculado como uma porcentagem do perímetro total. As restaurações foram seccionadas transversalmente e a profundidade da penetração do corante foi calculada em mm, utilizando o mesmo software. O teste de Kruskal-Wallis não apresentou diferença estatística por extensão ($p = 0,54$) ou profundidade ($p = 0,8364$) de penetração do corante. De acordo com essa metodologia, as chamadas resinas compostas de baixa contração tiveram a mesma capacidade de vedação em relação aos compósitos a base de metacrilato.

Schmidt et al. (2011) avaliaram a adaptação marginal de um novo compósito de baixa contração à base de Silorano (Filtek[™] Silorane, 3M-Espe), comparando-o com um compósito a base de metacrilato (CeramX[™], Dentsply DeTrey). Foi testada a hipótese de que a contração de polimerização reduzida melhoraria a adaptação marginal. Setenta e dois pacientes participaram do estudo. Um total de 158 restaurações foram confeccionadas em 80 pré-molares e 78 molares. Somente restaurações Classe II foram incluídas, e cada paciente poderia contribuir com mais de um dente. As restaurações foram avaliadas no início e após um ano. Embora a comparação estatística de adaptação marginal no seguimento indicaram melhor desempenho do CeramX[™] oclusal e proximalmente ($p = 0,01$ e $p < 0,01$), o valor de kappa baixo (32%) reflete a dificuldade de avaliar a adaptação marginal clinicamente. A redução na contração de polimerização demonstrada em laboratório não foi clinicamente significativa no presente estudo.

Yaman et al. (2011) comparou a microinfiltração de reparos de restaurações de resina composta em cavidades classe V preparadas por laser Er: YAG ou uma ponta diamantada. Noventa e seis

molares humanos intactos foram aleatoriamente distribuídos em oito grupos. Nos primeiros quatro grupos, cavidades classe V ($3 \times 3 \times 3$ mm) preparadas nas superfícies vestibular e lingual dos dentes, usando um laser de érbio: ítrio-alumínio-granada (VersaWave, HOYA ConBio, Japão). Cavidades classe V similares foram preparadas nos outros quatro grupos, utilizando uma ponta diamantada (SClass, Komet, UK). Os dentes dos grupos 1, 2 e 5, 6 foram restaurados com compósito de nano-cerâmica (Ceram.X duo, DENTSPLY), ao passo que um material Silorano (Silorano Filtek, 3M ESPE) foi usado para restaurar cavidades nos grupos 3, 4 e 7, 8. Dois diferentes sistemas adesivos (XP Bond, Dentsply, e Sistema Adesivo Silorano, 3M ESPE) também foram utilizados. Todos os espécimes foram armazenados por 7 dias. Novas cavidades ($3 \times 3 \times 3$ mm) foram preparadas ao lado das antigas restaurações com laser de Er: YAG laser (grupos I-IV) ou ponta diamantada (grupos V a VIII). Diferentes materiais de reparo foram então aplicados para as novas cavidades, utilizando os dois materiais restauradores prévios e dois sistemas adesivos. Todos os dentes foram submetidos à termociclagem (5.000 ciclos entre 5 e 55 ° C) e ciclagem axial (30 N, 1 Hz, 2.000 ciclos). Os espécimes foram imersos em solução de nitrato de prata 50%. Os dentes foram seccionados longitudinalmente no sentido vestibulo-lingual. Estereomicroscópico (Nikon SMZ 800) e MEV (JEOL JSM 5600) foram utilizados para avaliar a microinfiltração que existia na interface entre as restaurações antigas e os materiais de reparo. Os dados foram analisados estatisticamente com análise de variância de um fator (ANOVA one-way) e teste de Tukey ($p < 0,05$). Mesmo não havendo diferenças estatisticamente significante entre nenhum dos grupos, as cavidades reparadas com restauradores diferentes mostraram ligeira infiltração, principalmente, aquelas preparadas por laser Er: YAG ($p > 0,05$). Nenhuma contagem de microinfiltração foi obtida nos grupos reparados com Silorano Filtek e CeramX. Todas as substâncias testadas neste

estudo podem ser utilizadas como materiais de reparo imediato após preparos cavitários com laser Er: YAG e ponta diamantada.

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência adesiva à dentina do sistema adesivo P-90 System Adhesive utilizado com a resina composta Filtek P-90, variando:

- a técnica de aplicação: ativa (aplicação do adesivo em movimentos circulares); passiva (aplicação do adesivo sem movimentação);
- a umidade dentinária (dentina úmida ou seca);
- a utilização ou não do laser de Er:YAG.

4 MATERIAL E MÉTODO

4.1 Confeção dos corpos de prova

A presente pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Animais sob o protocolo nº 003/2010-PA/CEP(Anexo A).

Foram utilizados 90 incisivos bovinos recém-extraídos, limpos e armazenados em soro fisiológico a 0,09% (ADV) até a sua utilização. Inicialmente, as raízes foram seccionadas com disco de aço flexível diamantado nº 7020 (KG Sorensen – São Paulo, Brasil) em peça de mão a uma distância de 2 mm da junção cimento-esmalte; somente as coroas dentárias foram utilizadas.

Foram realizados acessos nas faces linguais por meio de uma ponta diamantada esférica (nº 1016HL - KG Sorensen, Barueri-SP, Brasil) a fim de remover a polpa coronária e padronizar a espessura da dentina posteriormente. As superfícies vestibulares foram desgastadas utilizando-se lixas d'água de granulação 120, acopladas a uma politriz circular (DP-10, Panambra, São Paulo-SP, Brasil), sob refrigeração com água, até a exposição de uma área de aproximadamente 7 mm de diâmetro de dentina. A espessura da dentina remanescente foi padronizada em 2,5 mm com o auxílio de um espessímetro inserido no acesso lingual previamente realizado. Após a padronização, foi inserida cera utilidade na câmara pulpar com a finalidade de impedir a penetração da resina acrílica aplicada posteriormente. Em seguida, os dentes foram embutidos em blocos de resina acrílica incolor autopolimerizável (JET-

Artigos Odontológicos Clássico LTDA., São Paulo-SP, Brasil) com auxílio de um molde com orifício em formato cilíndrico confeccionado em silicone com 2 cm de diâmetro e 1,5 cm de altura (Figura 1). A smear layer foi padronizada com lixa 600 na politriz por 4 min. Os espécimes permaneceram imersos em água destilada até o momento de seu uso.

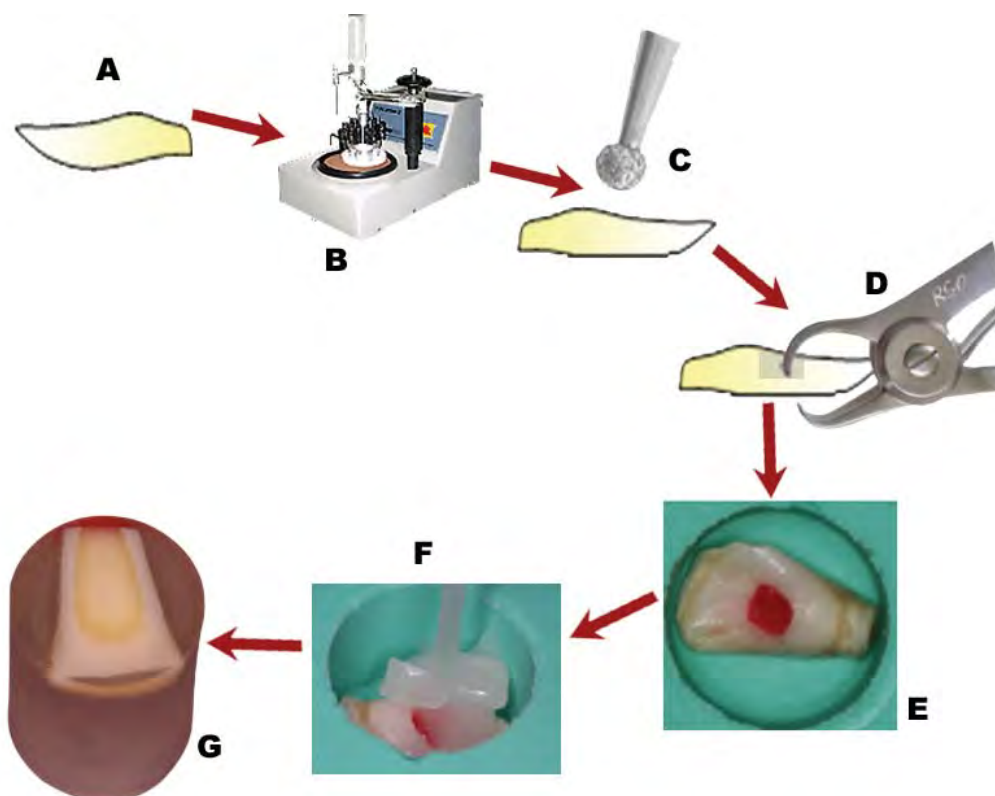


Figura 1 – Esquema representativo do preparo da amostra. A) incisivo bovino; B) aplainamento da face vestibular; C) abertura lingual D) mensuração com espessímetro; E) posicionamento do dente em matriz de silicone; F) preenchimento da matriz com resina acrílica; G) dente embutido com exposição da superfície vestibular.

4.2 Aplicação dos sistemas adesivos

Em seguida os dentes foram divididos em nove grupos de acordo com o uso ou não do laser de érbio, com a umidade dentinária e de acordo com a técnica de aplicação do sistema adesivo. A tabela 1 apresenta os materiais utilizados no estudo.

Tabela 1 – Materiais utilizados no estudo: material, marca comercial, fabricante e composição.

Material	Marca Comercial	Fabricante	Composição
Resina composta	Filtek – P 90	3M ESPE, St. Paul, Mn, EUA	Resina silorane, canforoquinona, sal iodônico, partícula de quartzo, fluoreto de yttrio, estabilizadores, pigmentos
Sistema Adesivo	P-90 Adhesive Self-Etch e Bond	System Primer 3M ESPE, St. Paul, Mn, EUA	Dimetacrilato hidrofóbico, metacrilatos fosfatados, TEGDMA, partículas de sílica tratadas com silano, iniciadores, estabilizadores, copolímero do Vitrebond, BisGMA, HEMA, água, etanol.
Ácido fosfórico	Magic Acid	Vigodent/ Rio de Janeiro, RJ	Ácido Fosfórico 37%

Os grupos foram padronizados da seguinte forma:

Grupo 1 (controle): seguindo as recomendações do fabricante foi realizada lavagem com spray de água/ ar por 15 s, secagem utilizando papel absorvente e aplicação do primer de forma ativa, fotoativação do primer, aplicação do adesivo e fotoativação por;

Grupo 2: Aplicação de laser de Er:YAG Kavo Key laser 3 (Kavo, Alemanha) (60 mJ de energia e 2 Hz de frequência, t=30 s), ressecar

dentina com jato de ar, utilização do sistema adesivo P-90 System Adhesive (3M-Espe, USA), aplicado de forma passiva;

Grupo 3: Aplicação de laser de Er:YAG Kavo Key laser 3 (Kavo, Alemanha) (60 mJ de energia e 2 Hz de frequência, t=30 s), ressecar dentina com jato de ar, utilização do sistema adesivo P-90 System Adhesive (3M-Espe, USA), aplicado de forma ativa;

Grupo 4: Aplicação de laser de Er:YAG Kavo Key laser 3 (Kavo, Alemanha) (60 mJ de energia e 2 Hz de frequência, t=30 s), secar a dentina com papel absorvente, mantendo-a úmida, utilização do sistema adesivo P-90 System Adhesive (3M-Espe, USA) aplicado de forma passiva;

Grupo 5: Aplicação de laser de Er:YAG Kavo Key laser (Kavo, Alemanha) (60 mJ de energia e 2 Hz de frequência, t=30 s), secar a dentina com papel absorvente, mantendo-a úmida, utilização do sistema adesivo P-90 System Adhesive (3M-Espe, USA) aplicado de forma ativa;

Grupo 6: Condicionamento com ácido fosfórico a 37%, lavagem com jato de água/ ar por 15 s e ressecamento da dentina com jato de ar, utilização do sistema adesivo P-90 System Adhesive (3M-Espe, USA), aplicado de forma passiva;

Grupo 7: Condicionamento com ácido fosfórico a 37%, lavagem com jato de água/ ar por 15 s e ressecamento da dentina com jato de ar, utilização do sistema adesivo P-90 System Adhesive (3M-Espe, USA), aplicado de forma ativa;

Grupo 8: Condicionamento com ácido fosfórico a 37%, lavagem com jato de água/ ar e secagem com papel absorvente, mantendo a dentina úmida, utilização do sistema adesivo P-90 System Adhesive (3M-Espe, USA), aplicado de forma passiva;

Grupo 9: Condicionamento com ácido fosfórico a 37%, lavagem com jato de água/ ar e secagem com papel absorvente, mantendo a dentina úmida, utilização do sistema adesivo P-90 System Adhesive (3M-Espe, USA), aplicado de forma ativa;

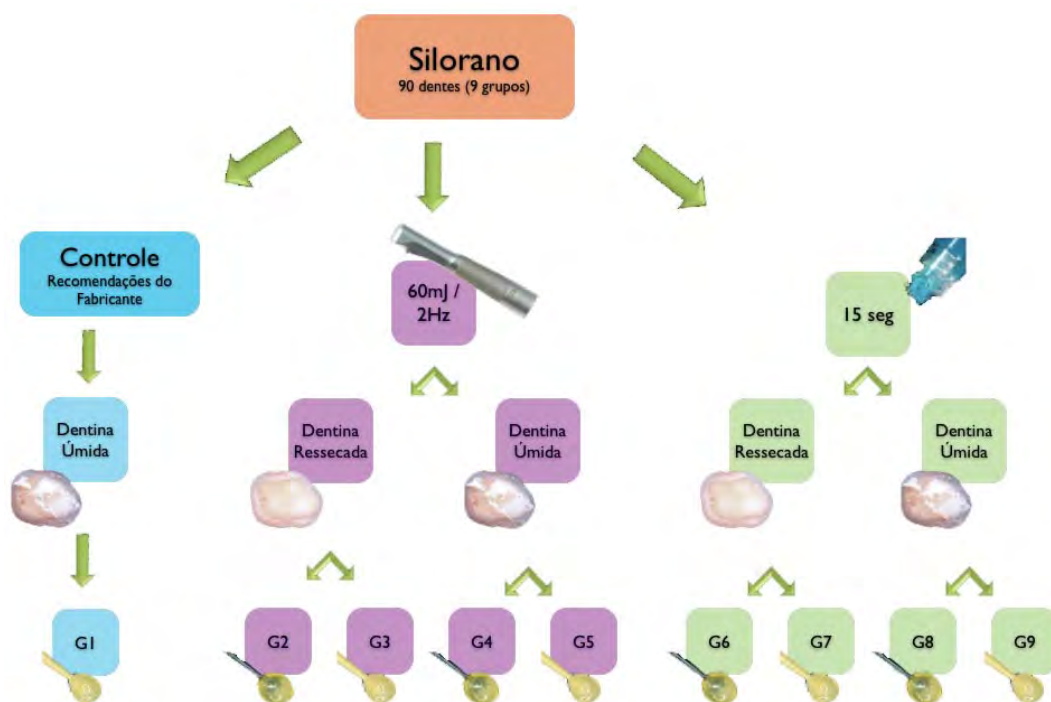


Figura 2 – Delineamento dos grupos da pesquisa.

Após a realização dos procedimentos adesivos, os espécimes foram fotopolimerizados com um aparelho fotopolimerizador LED com potência de 1200 mW/cm^2 (Radii cal - SDI). A resina composta Filtek™ P 90 (3M-Espe, USA) foi inserida em incrementos de 2 mm, com auxílio de uma matriz de silicone com dimensões de 6x6x4 mm (Figura 3), e foi realizada a fotopolimerização de cada incremento com o aparelho Radii cal por 20 s, de acordo com as recomendações do fabricante. Para complementar a polimerização da resina, a matriz foi removida e o bloco foi fotopolimerizado por mais 40 s.

Os espécimes foram armazenados em recipientes fechados com água destilada a 37 °C, em estufa bacteriológica.

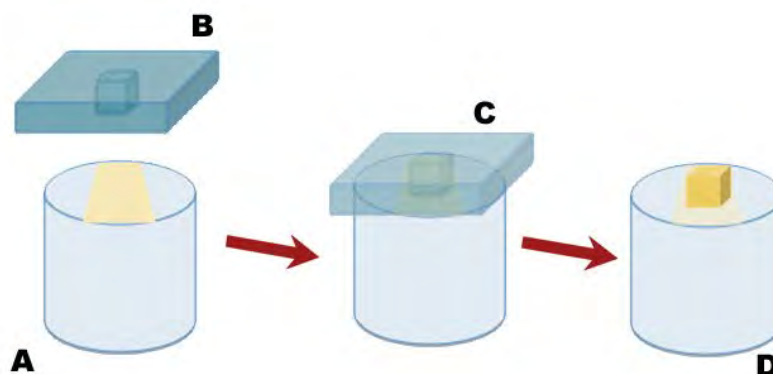


Figura 3 – Esquema representativo da construção do bloco de resina composta. A) dente embutido com exposição da superfície vestibular; B) matriz de silicone para confecção do cubo de resina composta sobre o dente; C) posicionamento da matriz de silicone; D) cubo de resina confeccionado.

4.3 Ciclagem Termomecânica

Para simular as condições presentes no meio bucal os espécimes foram submetidos ao desgaste mecânico por meio da máquina ER 37000 (Erios, Brasil). A ciclagem mecânica foi realizada com carga de 34 MPa, a força foi aplicada perpendicularmente ao longo eixo da restauração (Figura 4). A simulação do desgaste mecânico é efetuada através de cilindros pneumáticos, acionados por compressor de ar (Sistema central). A força aplicada é proporcional a pressão em libras do

sistema. O desgaste é simulado através de hastes em aço inox fixadas nos cilindros, as quais pressionam as amostras, sem impacto, apenas com a carga selecionada no manômetro. Ao mesmo tempo as amostras recebem o processo de ciclagem térmica em água destilada, nas temperaturas de 5°C (± 2) e 55°C (± 2), totalizando 500 ciclos e com o tempo de permanência dos espécimes em cada banho de 10 s.



Figura 4 – Máquina de desgaste termomecânico ERIOS 37000

4.4 Preparo dos espécimes para microtração

Foram realizadas secções paralelas ao longo eixo do dente nos sentidos méso-distal e vestibulo-lingual, com espessura aproximada de 1 mm, em uma máquina de cortes seriados Labcut 1010 (Extex Technologies Inc., EUA) utilizando-se um disco de diamante em

baixa velocidade, sob refrigeração abundante (Figura 5). De cada dente originaram até 9 palitos.

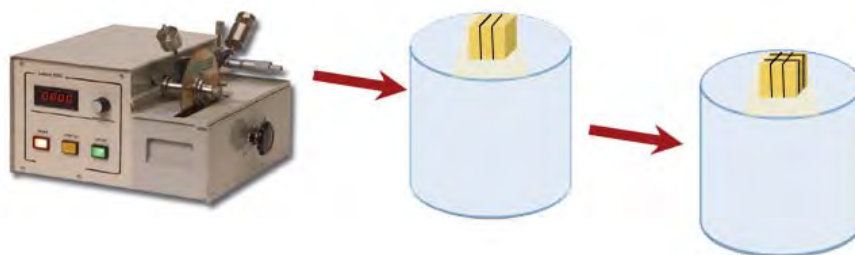


Figura 5 – Secção do cubo de resina composta em palitos.

Antes do ensaio de microtração a dimensão dos palitos foi mensurada através de um paquímetro digital (Starret, Brasil). O valor da resistência de união à tração é calculado por meio da seguinte fórmula: $R = F/A$, onde R é a resistência à microtração; F , a força aplicada e A , a área de união calculada através da mensuração dos palitos.

Os palitos foram individualmente fixados pelas suas extremidades por meio de um adesivo a base de cianoacrilato (Superbond, Henkel) nos berços do dispositivo de microtração.

O teste de microtração foi realizado na máquina de ensaios universais DL-1000 (EMIC, Brasil) utilizando célula de carga de 10 kg à velocidade de 0,5 mm/min para avaliar a força adesiva na interface material restaurador/dentina. No momento da fratura, o teste é automaticamente interrompido.

Ao final do ensaio, as duas porções fraturadas foram armazenadas para que o padrão de fratura da interface seja, posteriormente, avaliado. Para tal os dois lados do palito correspondentes à área da fratura receberam a aplicação de uma solução de hematoxilina a 7% (Hematoxilina de Harris - Merck), durante 3 min, conforme proposto por Ohkubo et al. (1982), para evidenciar a estrutura dental. A seguir os espécimes foram lavados em água e secos com jatos de ar.

Eles foram observados em estereomicroscópio com aumento de 50 vezes, sendo classificados quanto ao tipo de fratura, conforme uma adaptação dos métodos propostos por Sener et al. (2004) e Baba et al. (2002) em quatro tipos:

- **Adesiva** - Para fraturas em que a falha ocorreu na interface adesivo-estrutura dental ou na interface entre o adesivo e a resina composta, em mais de 75% da área analisada;
- **Coesiva em resina** - Para fraturas em que a falha ocorreu predominantemente no interior da resina composta, com mais de 75% da área de adesão da estrutura dental permanecendo recoberta pelo material restaurador;
- **Coesivas na estrutura dental** - Para fratura em que a falha ocorreu predominantemente no interior da estrutura dental, com mais que 75% da área de adesão na base do palito de resina composta permanecendo recoberta por remanescente da estrutura dental;
- **Mista** - Para fraturas quando não existiu uma predominância maior que 75% de qualquer tipo de falha.

Os dados resultantes de fraturas coesivas em resina ou estrutura dental foram desprezados, sendo utilizados apenas os dados das fraturas adesivas e mistas. Os dados de resistência adesiva (MPa) foram analisados pelo teste de análise de variância (ANOVA) e pelo teste de Tukey, sendo adotado o nível de significância de 5%.

4.4 Análises ilustrativas para microscopia eletrônica de varredura (MEV)

Para fins ilustrativos e análise do efeito das diferentes técnicas, quatro espécimes para cada grupo, foram preparados para observação em microscópio eletrônico de varredura (MEV). Foram analisados os efeitos das diferentes técnicas de aplicação dos sistemas adesivos sobre a estrutura dental como observado por Perdigão et al. (1995) e Koibuchi et al. (2001).

As interfaces adesivas dos palitos fraturados no ensaio de microtração foram utilizadas para a análise em MEV, sendo mantidos dentro de uma capela para exaustão de gases, para desidratação completa, colocados sobre um filtro de papel sob uma campânula de vidro e deixados secar em temperatura ambiente durante 12 h, sendo então montados em *stubs* de alumínio com a interface adesiva voltada para cima e submetidos à deposição de ouro pelo processo de sputter, por meio de um aparelho Desk II (Denton Vacuum) por 2 min (Figura 6). Posteriormente foram observados em um microscópio Eletrônico de Varredura (JMS 5310 – Jeol), empregando aumentos de 100, 1000, 2000 e 5000 vezes (Figura 7).

Todas as avaliações foram realizadas no Laboratório Associado de Sensores e Materiais do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) em São José dos Campos, São Paulo, Brasil.



Figura 6 – Aparelho Desk II



Figura 7 – Microscópio Eletrônico de Varredura JSM5310

5 RESULTADO

As médias de cada dente (tabela 1) foram submetidas à análise de variância (ANOVA) a um fator ao nível de significância de 5% que demonstrou haver variação significativa entre os grupos ($p < 0,05$) e pode ser observado na tabela 2.

Tabela 2 – Médias obtidas dos dentes 1 a 10 de cada grupo.

G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9
13.2371	19.2760	19.1220	12.1256	11.5600	13.7438	29.3382	25.3917	15.4927
5.6400	14.4283	18.4260	8.9375	23.8233	18.0100	12.7640	23.1700	7.6675
4.0250	8.0667	19.5817	16.1150	9.5843	10.0460	23.0471	25.5417	7.5714
7.8400	14.8029	19.3988	11.7767	20.3163	15.0022	26.3387	9.0700	19.9884
12.4688	11.5533	17.9200	14.8967	16.9444	9.1657	9.3700	18.4986	12.5625
14.5525	9.2933	15.4933	12.9600	17.0767	7.7763	5.6567	13.4475	11.6182
15.7317	14.5300	18.1511	6.5444	3.9114	6.0600	14.4325	23.6556	11.5567
15.8489	22.6200	19.3389	11.1067	17.5640	3.7500	23.6156	15.1500	14.1573
12.5800	16.4987	24.2367	16.4244	12.7511	6.2267	25.0867	25.5560	10.9577
12.9038	21.5657	25.9888	11.5667	18.4457	16.2271	25.8800	14.2600	13.2800

Tabela 3 – ANOVA 1 fator para G1 G2 G3 G4 G5 G6 G7 G8 G9

Fator	GL	SQ	QM	F	P
Intervalo	8	1082.15	135.268	5.17	0.0000
Resíduo	81	2117.80	26.146		
Total	89	3199.95			

P < 0.0001

Na tabela 3 encontram-se os valores da estatística descritiva, onde pode-se observar que as maiores médias foram obtidas pelos grupos G3 ($19,76 \pm 3,08$), seguido do grupo G7 ($19,55 \pm 8,23$) e G8 ($19,37 \pm 6,07$). Enquanto os grupos G6 ($10,60 \pm 4,86$) e G1 ($11,48 \pm 4,17$), obtiveram as menores médias de resistência de adesiva. Foi construído um gráfico com os valores das médias e desvio padrão de cada grupo (Figura 6).

Tabela 4 – Estatística descritiva dos dados de resistência adesiva (MPa) obtidos segundo os grupos.

Grupo	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
G3	19.766	3.083	15.493	19.230	25.989
G2	15.26	4.88	8.07	14.67	22.62
G5	15.20	5.79	3.91	17.01	23.82
G4	12.245	3.081	6.544	11.951	16.424
G7	19.55	8.23	5.66	23.33	29.34
G6	10.60	4.86	3.75	9.61	18.01
G9	12.49	3.65	7.57	12.09	19.99
G1	11.48	4.17	4.03	12.74	15.85
G8	19.37	6.07	9.07	20.83	25.56

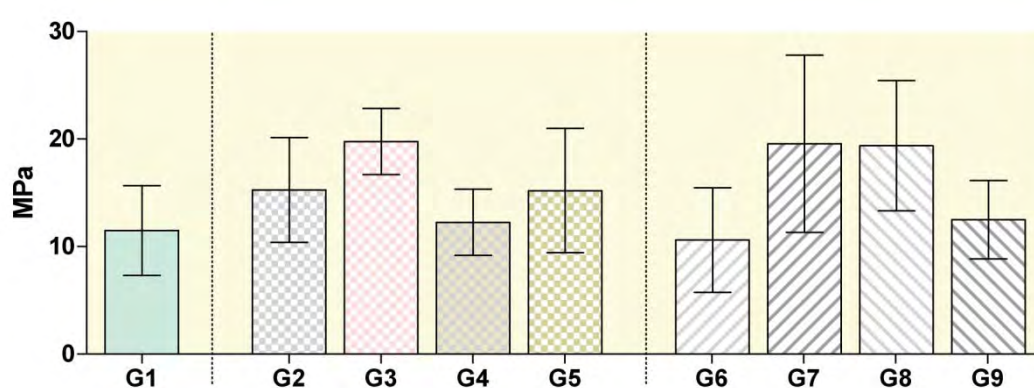


Figura 8 – Gráfico das médias e desvio-padrão evidenciando as diferenças obtidas entre os grupos.

Para verificar a homogeneidade entre os grupos o teste de Tukey a 5% foi aplicado conforme a tabela 4.

Tabela 5 – Resultados do Teste de Tukey a 5%

Grupos	Médias	Grupos Homogêneos
G3	19.766	A
G7	19.553	A
G8	19.374	AB
G2	15.263	ABC
G5	15.198	ABC
G9	12.485	ABC
G4	12.245	BC
G1	11.483	C
G6	10.601	C

Foi verificado que o grupo G1 diferiu de G3, G7 e G8; o grupo G3 diferiu de G1, G4 e G6 e o grupo G6 diferiu de G3, G7 e G8 ao nível de significância de 5%.

Após a fratura dos espécimes no ensaio de microtração foi realizada a classificação do tipo de fratura em: adesiva, mista e coesiva em dentina e coesiva em resina (Tabela 5).

Tabela 6 – Classificação quanto ao tipo de fratura (número de palitos)

Grupo	Total	Fratura Adesiva	Fratura Mista	Fratura Coesiva	Palitos Perdidos
G1	66	34	28	4	24
G2	72	26	35	11	18
G3	75	20	37	18	15
G4	79	27	32	20	11
G5	68	23	32	13	22
G6	63	32	27	4	27
G7	77	28	31	18	13
G8	53	19	17	17	37
G9	68	26	33	9	22
Total	621	235	272	114	189

Imagens em microscopia eletrônica de varredura (MEV) foram obtidas a fim de ilustrar as superfícies de dentina em cada um dos grupos.

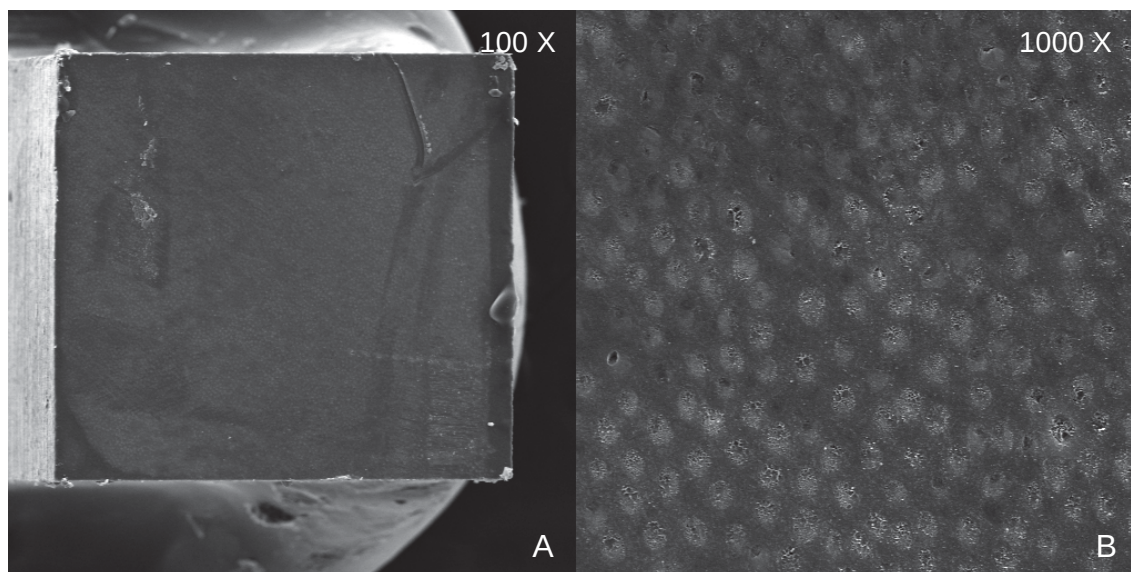


Figura 9 – Grupo G1) Fratura Adesiva – primer (fotopolimerizável) no interior dos túbulos (B) camada de adesivo removida.

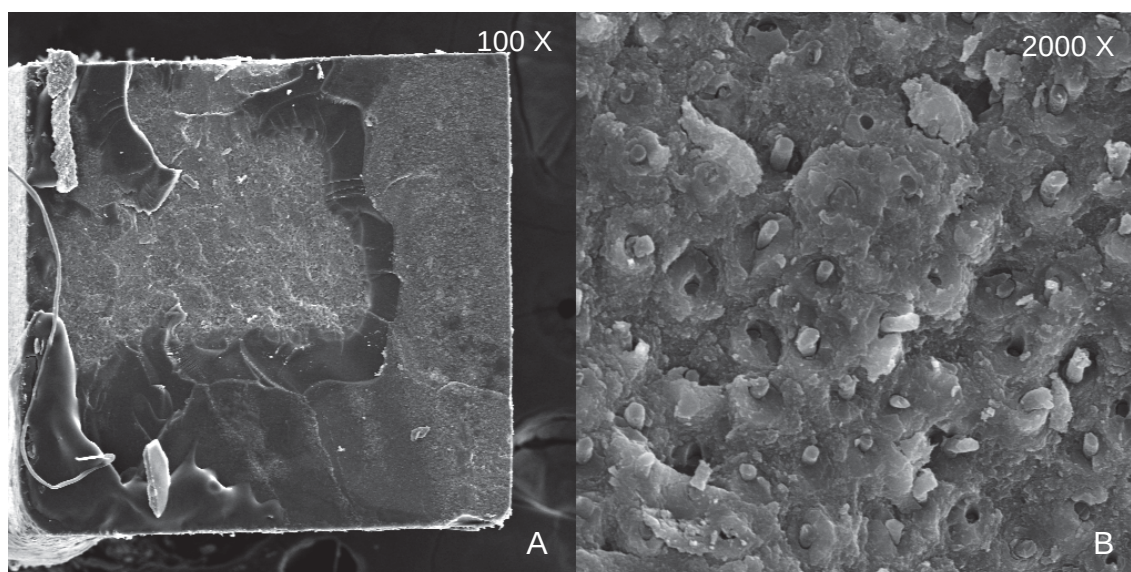


Figura 10 – Grupo G2) Fratura Mista – dentina preparada por laser e tags resinosos no interior dos túbulos.

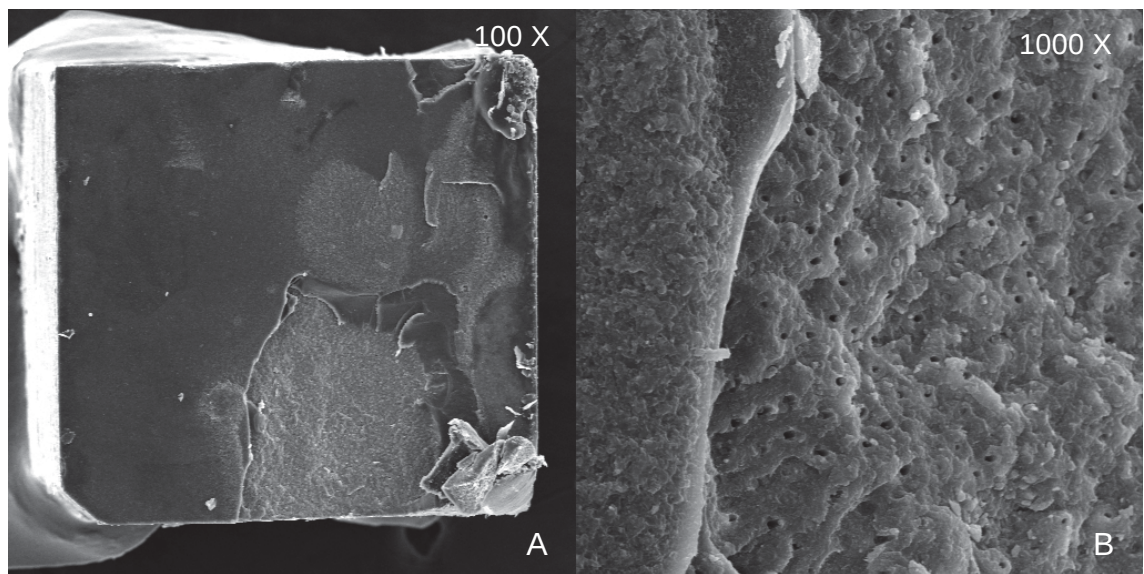


Figura 11 – Grupo G3) Fratura Adesiva – embocadura dos túbulos parcialmente obliterada pela ação do laser.

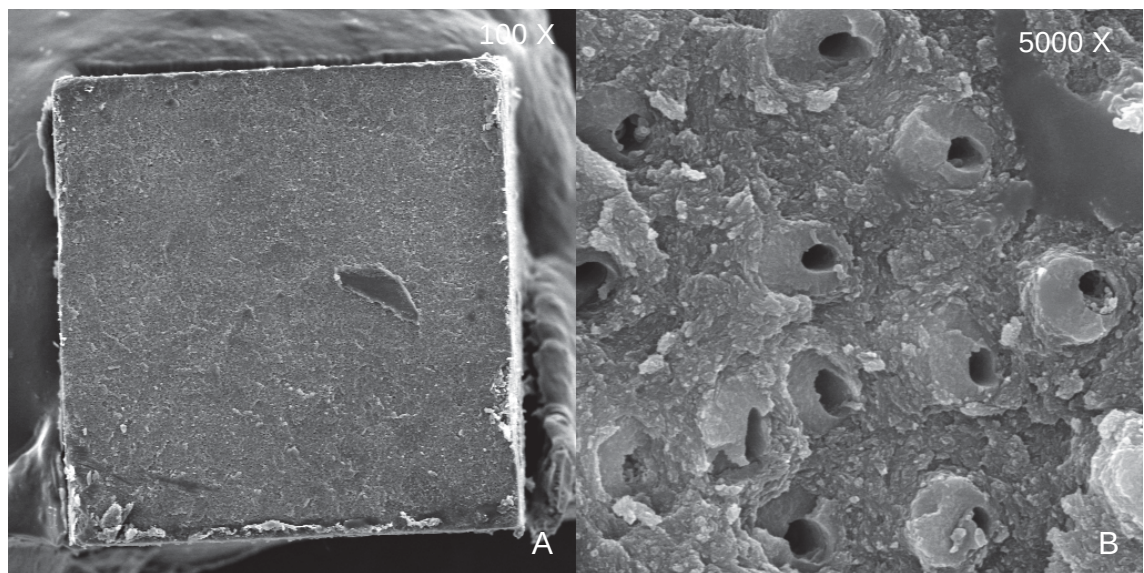


Figura 12 – Grupo G4) Fratura Adesiva – aumento de 5000x evidenciando dentina peritubular mais mineralizada.

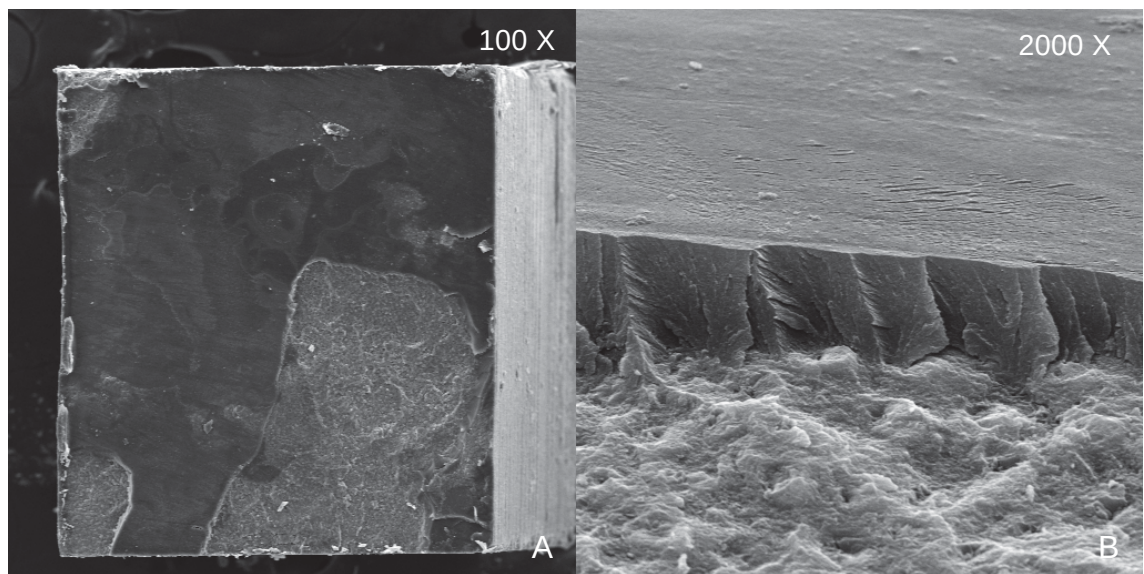


Figura 13 – Grupo G5) Fratura Mista – Dentina preparada por laser e espessura de 11 micrometros da camada de adesivo.

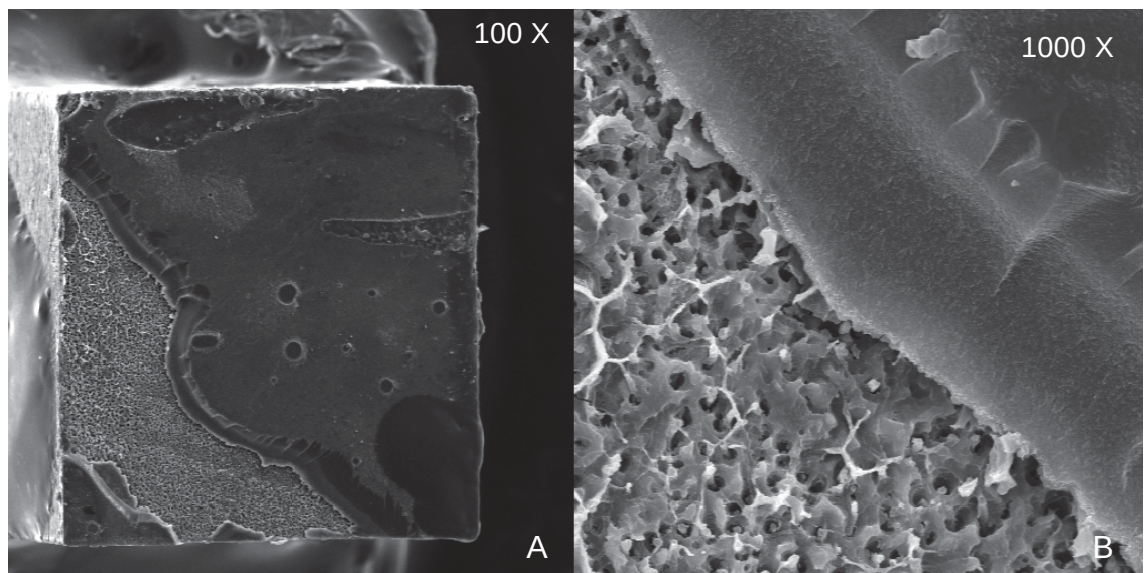


Figura 14 – Grupo G6) Fratura predominantemente Adesiva – detalhe de região onde a fratura foi mista mostrando tags resinosos no interior dos túbulos.

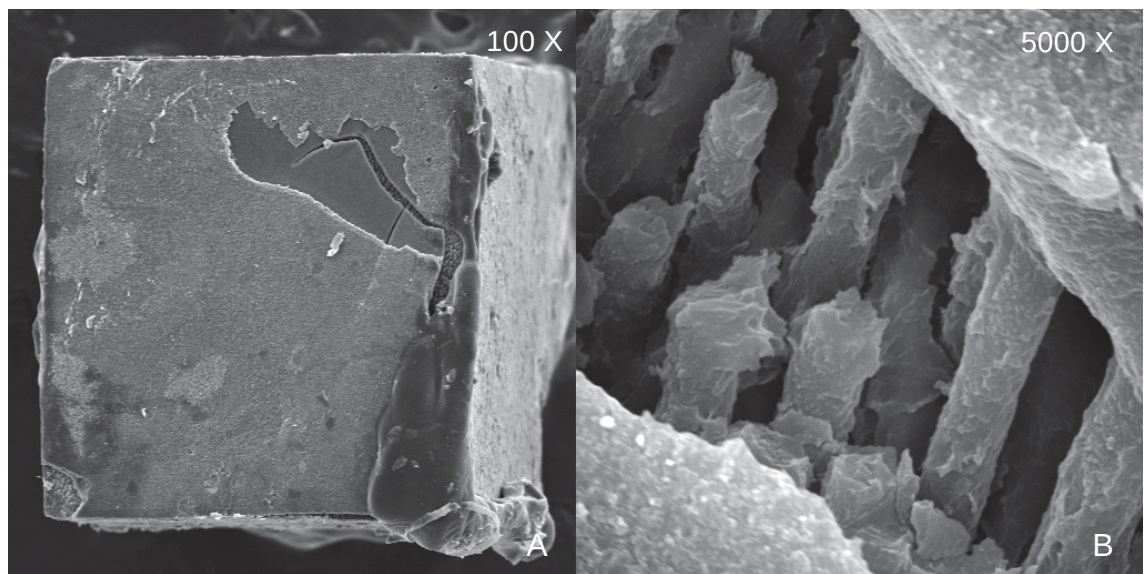


Figura 15 – Grupo G7) Fratura Coesiva em resina – detalhe em 5000x da região onde ocorreu falha adesiva evidenciando os tags resinosos.

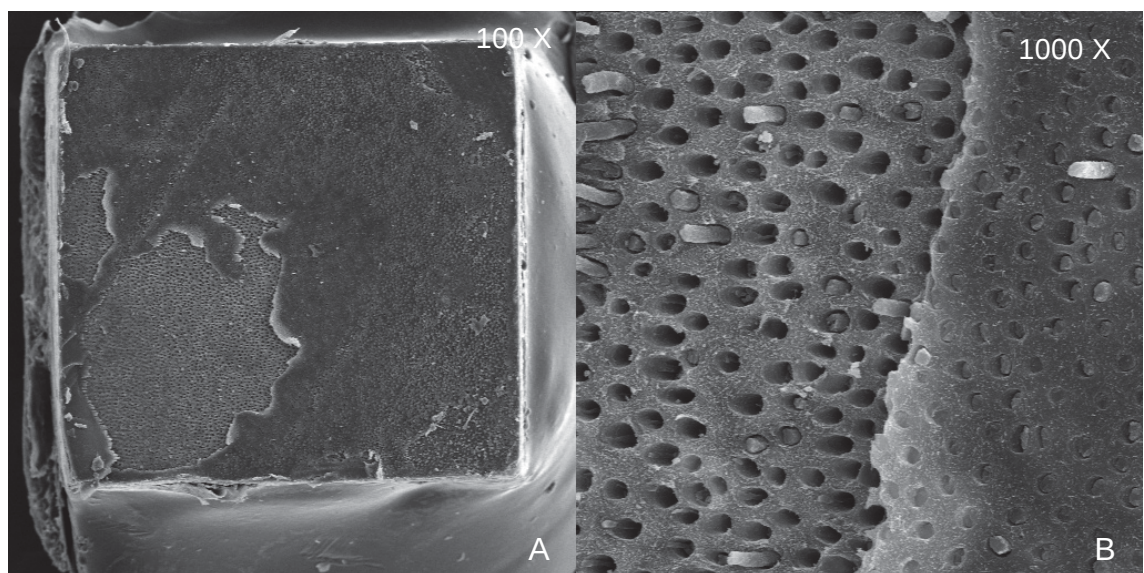


Figura 16 – Grupo G8) Fratura Adesiva – área de dentina exposta evidenciando os túbulos dentinários com alguns tags resinosos, camada de adesivo translúcida.

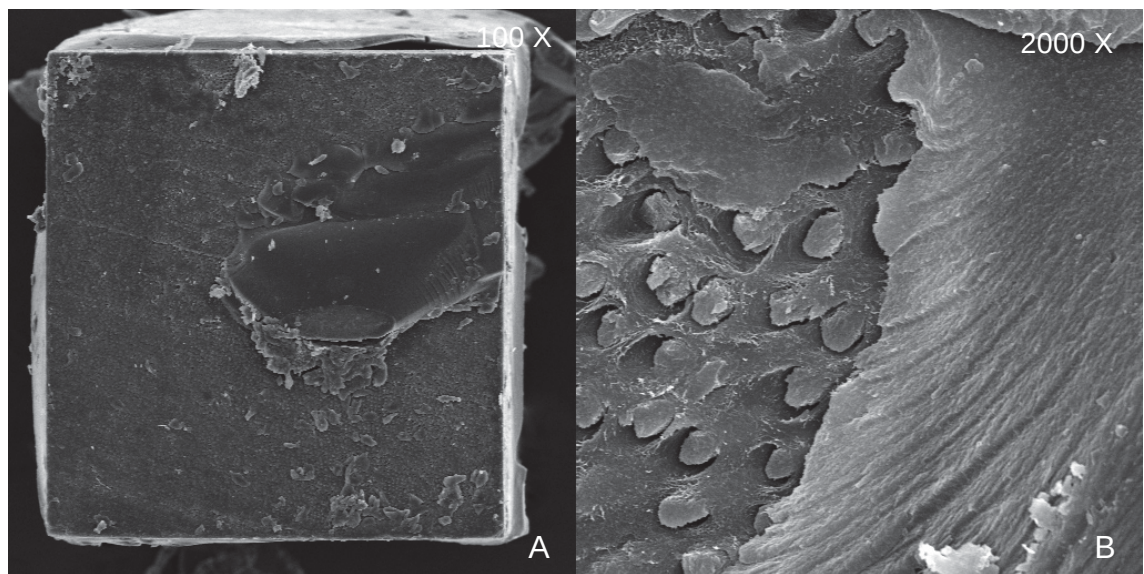


Figura 17 – Grupo G9) Fratura Adesiva – Túbulos preenchidos pelos tags resinosos e pequena área de adesivo.

6 DISCUSSÃO

Atualmente em vista da dificuldade na obtenção de dentes humanos seja pela redução do número de dentes extraídos seja pela burocracia envolvida, vários autores tem utilizado dentes bovinos e verificado que, quando atuando numa profundidade intermediária não há diferenças entre os resultados de dentes humanos ou bovinos. (Burrow et al., 1994; Burrow et. al., 1996; Kato, Nakabayashi, 1998; Bouillaguet et al., 2001; Baba et al., 2002; Klautau et al. 2011)

Com o advento do condicionamento ácido, o desenvolvimento de sistemas adesivos dentinários possibilitou a execução de restaurações cada vez mais estéticas, mas com isso, surgiram também preocupações com relação ao substrato dental que estaria sobre constante ação destes materiais. Os sistemas adesivos contemporâneos promovem uma desmineralização dos tecidos dentais duros através da aplicação de um gel ácido que expõe a rede de fibrilas colágenas do interior da dentina facilitando a penetração do agente de união.(Buonocore, 1955; Fusayama et al., 1979; Nakabayashi et al.,1982)

Inicialmente acreditava-se que a resistência adesiva estava diretamente relacionada aos tags resinosos que eram formados pela difusão do sistema adesivo para o interior dos túbulos dentinários, mas com o surgimento dos sistemas adesivos autocondicionantes que apenas modificam e interpenetram a *smear layer*, foi verificado que a maior parte da força adesiva está diretamente relacionada a interação dos agentes resinosos e as fibras colágenas da dentina intertubular. (Nakabayashi et al.,1982; Pashley, Carvalho, 1997; Kato, Nakabayashi,1998)

A smear layer influencia diretamente na resistência adesiva assim como o tipo de instrumento utilizado para o preparo segundo os relatos de (Tao, Pashley, 1988; Ogata et al., 2001). Foi observado também um decréscimo significativo na resistência adesiva quando a dentina mais profunda foi utilizada, que contradiz o verificado por Burrow et al., 1994.

Várias soluções foram utilizadas para melhorar ou viabilizar a penetração do sistema adesivo e remoção da smear layer no interior dos túbulos (smear plugs) mas não houve um aumento considerável da resistência adesiva que justifique o acréscimo de um passo operatório.(Tao e Pashley, 1988; Erick et al., 1995; Baba et al., 2002)

Um novo trabalho de Burrow em 1996 verificou o acréscimo nos valores de resistência adesiva quando o primer era utilizado, observou também que a resistência adesiva reduziu consideravelmente após um período de três anos; vários autores atribuem isso a possível hidrólise sofrida na interface resina/camada híbrida. (Tay et al., 1996; Kato, Nakabayashi, 1998; Bouillaguet, 2001)

Verificamos em nosso estudo que a umidade do substrato influencia significativamente nos valores de resistência de união, quanto mais seca a superfície menores os valores, fato esse anteriormente verificado por Kanca (1996) quando testou o tempo e distância de secagem do substrato. Segundo Tay et al.(1996) existe a necessidade de certa umidade para melhores resultados mas o excesso também é prejudicial a adesão.

O ressecamento da superfície condicionada causa o colapso das fibras colágenas, diminuindo o espaço entre estas e diminuindo a permeabilidade ao sistema adesivo. (Pashley, Carvalho,

1997) verificaram a importância do reumidecimento da superfície dentinária desidratada.

O condicionamento ácido foi mais eficiente no aumento da resistência adesiva se comparado ao laser Nd:YAG (Eduardo et al., 1997); num trabalho de reparos em restaurações de resina a base de silorano (Yaman et al., 2011) não verificou diferença estatisticamente significativa utilizando o laser de Er:YAG, o mesmo utilizado em nosso estudo, que apresentou diferença apenas quando associado a dentina úmida e aplicação passiva do sistema adesivo a base de silorano, a superfície ablacionada (*melt*) dificultou a penetração do sistema adesivo em nosso estudo.

Os sistemas adesivos de frasco único obtiveram valores de resistência adesiva significativamente superiores aos adesivos autocondicionantes (Cardoso et al., 1998), esses resultados também foram demonstrados por Fritz e Finger, em 1999, que na ocasião recomendaram o uso com cautela pois o desempenho clínico deveria ser aprimorado.

Para simular as condições presentes no meio bucal, a ciclagem termomecânica tem sido adotada como parte da metodologia para prever, in vitro, os resultados advindos do estresse a que estão submetidas às restaurações no meio bucal. (Amendola, 1999; Rosales-Leal et al., 2001; Cobb, Macgregor, 2002; Duarte Jr et al., 2008; Al-Boni, Raja, 2010; Yaman et al. 2011)

Testes mecânicos têm sido empregados no estudo da resistência adesiva, entre eles, o teste de cisalhamento, teste de tração e microtração sendo este último o empregado em nosso experimento, a metodologia é de fácil execução embora bastante demorada e rica em detalhes. (Armstrong et al., 1998; Cardoso et al., 1998; Ogata et al., 2001; Bouillaguet et al., 2001)

A análise de fratura é um aliado em estudos de materiais friáveis como as resinas compostas e segundo Armstrong et al. 1998 alguns cuidados devem ser tomados para que a interpretação das áreas de fratura não seja feita de forma inadequada; a análise em MEV pode confirmar os padrões de fratura e fornecer informações importantes sobre o comportamento do material. (Pashley et al., 1993; Erick et al., 1995; Burrow et al., 1996; Tay et al., 1996)

São apontados em estudos clínicos e cultura de células os possíveis efeitos dos monômeros resinosos sobre células pulpares e a sensibilidade pós-operatória também é atribuída à profundidade de preparo, ressecamento da dentina e excesso de umidade, tornando-se necessário por parte do clínico o embasamento científico para minimizar esses efeitos. (Denehy et al., 2002; Kaga et al., 2002)

Num estudo comparativo da interface adesiva de sistemas adesivos autocondicionantes Sener et al. (2004) verificaram que o sistema adesivo Clearfil SE Bond apresentou uma camada adesiva fina e adequada integridade nas condições do experimento, em nosso estudo pudemos verificar, através da imagem fornecida pelo MEV, que a camada de adesivo, do sistema adesivo P-90 a base de silorano da 3M, era espessa (11 μm) e atribuímos esta espessura a viscosidade do primer e adesivo, também à necessidade de fotopolimerização do primer e do adesivo, conforme recomendação do fabricante; essa espessa camada híbrida também foi observada por Gregoire et al. (2010).

Weinman et al. (2005) compararam a contração de polimerização de uma resina a base de silorano e quatro compósitos a base de metacrilato e verificou que a menor contração de polimerização foi encontrada na resina silorano que também foi verificado por outros autores pesquisando sobre o grau de conversão deste novo material. (Navarra et al., 2009; Al-Boni, Raja, 2010)

Estudos sobre contração e microinfiltração foram realizados por Klautau et al. (2011) e os resultados não apresentaram diferença significativa entre os grupos silorano e metacrilato, o mesmo foi observado por Schmidt et al. (2011) em seu estudo clínico embora, *in vitro*, tenha havido uma redução na contração de polimerização no grupo silorano.

7 CONCLUSÃO

De acordo com a metodologia empregada, pode-se concluir que:

- a) Os grupos G3 e G7 apresentaram valores de resistência de união estatisticamente superiores aos grupos G4, G1 e G6;
- b) A umidade dentinária não influenciou os valores de resistência quando o laser foi previamente aplicado;
- c) O laser previamente aplicado não influenciou os resultados de resistência adesiva.

8 REFERÊNCIAS*

1. Abate PF, Rodriguez VI, Macchi RL. Evaporation of solvent in one-bottle adhesives. J Dent. 2000 Aug;28(6):437-40.
2. Al-Boni R, Raja OM. Microleakage evaluation of silorane based composite versus methacrylate based composite. J Conserv Dent. 2010 Jul;13(3):152-5.
3. Amendola AB. Avaliação "in vitro" da resistência de união de dois sistemas adesivos dentinários à dentina bovina antes e após a termociclagem: teste de cisalhamento e análise estereomicroscópica [dissertação]. São José dos Campos: Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, UNESP - Univ Estadual Paulista; 1999.
4. Antoniazzi RG, Nagen Filho H. Avaliação do desgaste de superfície das resinas compostas com diferentes técnicas de polimerização. Rev. biociênc. 2003;9(4):11-8.
5. Armstrong SR, Boyer DB, Keller JC, Park JB. Effect of hybrid layer on fracture toughness of adhesively bonded dentin-resin composite joint. Dent Mater. 1998 Mar;14(2):91-8.
6. Baba N, Taira Y, Matsumura H, Atsuta M. Effect of disinfectants containing glutaraldehyde on bonding of a tri-n-butylborane initiated resin to dentine. J Oral Rehabil 2002;29:478-83.
7. Bausch JR. Tandheelkundige compositen II. Klinisch-MateriaalKundige Eigenschappen [thesis]. University of Amsterdam; 1982.

* Baseado em:

International Committee of Medical Journal Editors Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical journals: Sample References [homepage na Internet]. Bethesda: US NLM; c2003 [disponibilidade em 2008 ago; citado em 25 ago.] Disponível em: http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html

8. Bedran de Castro AKB, Amaral CM, Pimenta LA, Ritter AV. Effect of dentin surface treatment and storage time on dentin bond strengths [abstract 1861] J Dent Res. 2002;81(sp.iss):243.
9. Bouillaguet S, Gysi P, Wataha JC, Ciucchi B, Cattani M, Godin C, et al. Bond strength of composite to dentin using conventional, one-step, and self-etching adhesive systems. J Dent. 2001 Jan;29(1):55-61.
10. Bowen RL, Rodriguez MS. Tensile strength and modulus of elasticity of tooth structure and several restorative materials. J Am Dent Assoc. 1962 Mar;64:378-87.
11. Bowen RL. Properties of a silica-reinforced polymer for dental restorations. J Am Dent Assoc. 1963 Jan;66:57-64.
12. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. J Dent Res. 1955 Dec;34(6):849-53.
13. Burrow MF, Satoh M, Tagami J. Dentin bond durability after three years using a dentin bonding agent with and without priming. Dent Mater. 1996 Sep;12(5):302-7.
14. Burrow MF, Tagami J, Negishi T, Nikaido T, Hosoda H. Early tensile bond strengths of several enamel and dentin bonding systems. J Dent Res. 1994 Feb;73(2):522-8.
15. Busato ALS. Dentística: filosofia, conceitos e prática clínica: grupo brasileiro de professores de dentística. São Paulo: Artes Médicas;2005.
16. Cardoso PE, Braga RR, Carrilho MR. Evaluation of micro-tensile, shear and tensile tests determining the bond strength of three adhesive systems. Dent Mater. 1998 Nov;14(6):394-8.
17. Carvalho RM. Adesivos dentinários. Fundamentos para aplicação clínica. Rev Dent Rest 1998;1(2):62-9.

18. Chersoni S, et al. Effect of dentin treatment on bond strength [abstract 2135] J Dent Res. 1997;76(sp.iss):280.
19. Cobb D, Macgregor K. *In vitro* shear bond strength to dentin using self-etching primer/adhesives [abstract 2434] J Dent Res. 2002;81(sp.iss):307.
20. Davidson CL, Feilzer AJ. Polymerization shrinkage and polymerization shrinkage stress in polymer-based restoratives. J Dent. 1997 Nov;25(6):435-40.
21. Denehy G, Cobb D. Impression matrix technique for cusp replacement using direct composite resin. J Esthet Restor Dent. 2002;16(4):227-33.
22. Duarte Jr S, Phark JH, Varjao FM, Sadan A. Nanoleakage, ultramorphological characteristics, and microtensile bond strengths of a new low-shrinkage composite to dentin after artificial aging. Dent Mater. 2008 May;25(5):589-600.
23. Eduardo CP, Oliveira JRWT, Myaki SI, Zezell DM. Comparative study of the shear Bond strength of composite resin to dental enamel conditioned with phosphoric acid or Nd:YAG laser. Rev Odontol Univ São Paulo 1997; 11(4):245-8.
24. Eick JD, Robinson SJ, Byerley TJ, Chappell RP, Spencer P, Chappelow CC. Scanning transmission electron microscopy/energy-dispersive spectroscopy analysis of the dentin adhesive interface using a labeled 2-hydroxyethylmethacrylate analogue. J Dent Res. 1995 Jun;74(6):1246-52.
25. Erickson RL. Surface interactions of dentin adhesive materials. Oper Dent. 1992;Suppl 5:81-94.
26. Fares NH, Coutinho KQ, Couto MG, Couto-Júnior M, Nagem-Filho H. Tensões de contração das resinas compostas geradas durante a

polimerização. Rev Port Estomatol, Med Dent Cir Maxilofac. 2004; 45(3):177-84.

27. Fritz UB, Finger WJ. Bonding efficiency of single-bottle enamel/dentin adhesives. Am J Dent. 1999 Dec;12(6):277-82.

28. Fusayama T, Nakamura M, Kurosaki N, Iwaku M. Non-pressure adhesion of a new adhesive restorative resin. J Dent Res. 1979 Apr;58(4):1364-70.

29. Hervas-Garcia A, Martinez-Lozano MA, Cabanes-Vila J, Barjau-Escribano A, Fos-Galve P. Composite resins. A review of the materials and clinical indications. Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2006 Mar;11(2):E215-20.

30. Gonçalves SEP. Pré-tratamento dentinário - influência do condicionamento ácido, irradiação laser e hipermineralização na resistência ao cisalhamento de sistema adesivo multiuso. 1997. 208f. [tese]. São José dos Campos: Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, UNESP - Univ Estadual Paulista;1997.

31. Gregoire G, Dabsie F, Delannee M, Akon B, Sharrock P. Water permeability, hybrid layer long-term integrity and reaction mechanism of a two-step adhesive system. J Dent. 2010 Jul;38(7):526-33.

32. Guiraldo RD, Consani S, Consani RL, Berger SB, Mendes WB, Sinhoreti MA, et al. Comparison of silorane and methacrylate-based composite resins on the curing light transmission. Braz Dent J.2010;21(6):538-42.

33. Gwinnett AJ. Moist versus dry dentin: its effect on shear bond strength. Am J Dent. 1992 Jun;5(3):127-9.

34. Gwinnett AJ, Yu S. Effect of long-term water storage on dentin bonding. Am J Dent. 1995 Apr;8(2):109-11.

35. Inoue H, Inoue S, Uno S, Takahashi A, Koase K, Sano H. Microtensile bond strength of two single-step adhesive systems to bur-prepared dentin. *J Adhes Dent*. 2001 Summer;3(2):129-36.
36. Kaga M, Edahiro A, Sakurai M, Ooka T, Noda M, Oguchi H. Cytotoxic effect of one-step adhesive systems [abstract 1932] *J Dent Res*. 2002;81:251.
37. Kanca J 3rd. Wet bonding: effect of drying time and distance. *Am J Dent*. 1996 Dec;9(6):273-6.
38. Kato G, Nakabayashi N. The durability of adhesion to phosphoric acid etched, wet dentin substrates. *Dent Mater*. 1998 Sep;14(5):347-52.
39. Klautau EB, Carneiro KK, Lobato MF, Machado SM, Silva e Souza MH Jr. Low shrinkage composite resins: influence on sealing ability in unfavorable C-factor cavities. *Braz Oral Res*. 2011 Jan-Feb;25(1):5-12.
40. Koibuchi H, Yasuda N, Nakabayashi N. Bonding to dentin with a self-etching primer: the effect of smear layers. *Dent Mater*. 2001 Mar;17(2):122-6.
41. Matos AB, Palma RG, Saraceni CH, Matson E. Effects of acid etching on dentin surface: SEM morphological study. *Braz Dent J*. 1997;8(1):35-41.
42. Menezes Filho PF, Abreu EGF, Maior JRS, Braz R. Influência da fonte luminosa na microinfiltração de dois sistemas adesivos. *Rev odontol da Univ Cid São Paulo*. 2008; 20(2):160-7.
43. Nakabayashi N, Pashley DH. Hybridization of dental hard tissues. Tokyo: Quintessence, 2000.
44. Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *J Biomed Mater Res*. 1982 May;16(3):265-73.
45. Navarra CO, Cadenaro M, Armstrong SR, Jessop J, Antonioli F, Sergo V, et al. Degree of conversion of Filtek Silorane Adhesive System

and Clearfil SE Bond within the hybrid and adhesive layer: an in situ Raman analysis. *Dent Mater*. 2009 Sep;25(9):1178-85.

46. Oda M, Oliveira DC, Liberti EA. Avaliação morfológica da união entre adesivo/resina composta e dentina irradiada com laser Er:YAG e laser Nd:YAG: estudo comparativo por microscopia de varredura. *Pesq Odontol Bras*. 2001;15(4):283-9.

47. Ogata M, Harada N, Yamaguchi S, Nakajima M, Pereira PN, Tagami J. Effects of different burs on dentin bond strengths of self-etching primer bonding systems. *Oper Dent*. 2001 Jul-Aug;26(4):375-82.

48. Ogata M, Okuda M, Nakajima M, Pereira PN, Sano H, Tagami J. Influence of the direction of tubules on bond strength to dentin. *Oper Dent*. 2001 Jan-Feb;26(1):27-35.

49. Ohkubo N, Iwata S, Chikada K, Kuriyama S, Narita M, Ishikawa T, et al. A retention comparison of two sealants. *Bull Tokyo Dent Coll*. 1982;23:18.

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

51. Pashley DH, Ciucchi B, Sano H, Horner JA. Permeability of dentin to adhesive agents. *Quintessence Int*. 1993 Sep;24(9):618-31.

52. Pashley DH, Tay FR. Aggressiveness of contemporary self-etching adhesives. Part II: etching effects on unground enamel. *Dent Mater*. 2001 Sep;17(5):430-44.

53. Perdigao J, Lambrechts P, Van Meerbeek B, Vanherle G, Lopes AL. Field emission SEM comparison of four postfixation drying techniques for human dentin. *J Biomed Mater Res*. 1995 Sep;29(9):1111-20.

54. Rosales-Leal JI, Osorio R, Holgado-Terriza JA, Cabrerizo-Vilchez MA, Toledano M. Dentin wetting by four adhesive systems. *Dent Mater*. 2001 Nov;17(6):526-32.

55. Rueggeberg F. Contemporary issues in photocuring. *Compend Contin Educ Dent Suppl.* 1999 Nov;(25):S4-15; quiz S73.
56. Salim DA, Andia-Merlim RY, Arana-Chavez VE. A SEM study of interface between a one-bottle adhesive and deproteinated deciduous dentin [abstract 2607]. *J Dent Res.* 2002;81(sp. iss):327.
57. Schmidt M, Kirkevang LL, Horsted-Bindslev P, Poulsen S. Marginal adaptation of a low-shrinkage silorane-based composite: 1-year randomized clinical trial. *Clin Oral Investig.* 2011 Apr;15(2):291-5.
58. Sener B, Gohring TN, Zehnder M, Schmidlin PR. In vitro microleakage of adhesive-sealed dentin with lactic acid and saliva exposure: a radio-isotope analysis. *J Dent.* 2004 Mar;32(3):235-40.
59. Souza Jr MHS, Carvalho RM, Mondelli RFL. *Odontologia estética, Fundamentos e aplicações clínicas – Restaurações com resina composta.* São Paulo: Livraria Santos;2000.
60. Tao L, Pashley DH. Shear bond strengths to dentin: effects of surface treatments, depth and position. *Dent Mater.* 1988 Dec;4(6):371-8.
61. Tay FR, Gwinnett AJ, Wei SH. The overwet phenomenon: an optical, micromorphological study of surface moisture in the acid-conditioned, resin-dentin interface. *Am J Dent.* 1996 Feb;9(1):43-8.
62. Tay FR, Gwinnett AJ, Wei SH. The overwet phenomenon: a scanning electron microscopic study of surface moisture in the acid-conditioned, resin-dentin interface. *Am J Dent.* 1996 Jun;9(3):109-14.
63. Tay FR, Carvalho RM, Yiu CK, King NM, Zhang Y, Agee K, et al. Mechanical disruption of dentin collagen fibrils during resin-dentin bond testing. *J Adhes Dent.* 2000 Autumn;2(3):175-92.
64. Weinmann W, Thalacker C, Guggenberger R. Siloranes in dental composites. *Dent Mater.* 2005 Jan;21(1):68-74.

65. Yaman BC, Efes BG, Dorter C, Gomec Y, Erdilek D, Yazicioglu O. Microleakage of repaired class V silorane and nano-hybrid composite restorations after preparation with erbium:yttrium-aluminum-garnet laser and diamond bur. *Lasers Med Sci.* 2011 Mar;26(2):163-70.
66. Yamazaki PC, Bedran-Russo AK, Pereira PN, Wsift EJ, Jr. Microleakage evaluation of a new low-shrinkage composite restorative material. *Oper Dent.* 2006 Nov-Dec;31(6):670-6.

ANEXO A – Certificado do Comitê de Ética em Pesquisa

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

 CERTIFICADO
Comitê de Ética em Pesquisa
Envolvendo Animais

CERTIFICAMOS, que o protocolo nº **003/2010-PA/CEP**, sobre **“Avaliação da técnica de aplicação, da umidade e da aplicação do laser sobre a resistência de união entre dentina e sistema adesivo utilizado para resina composta a base de silorano”** sob responsabilidade de **CESAR ROGÉRIO PUCCI**, está de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal adotado pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA) e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa.

São José dos Campos, 10 de fevereiro de 2010



Profa. Titular YASMIN RODARTE CARVALHO
Coordenadora