

MELISSA ALINE DA SILVA

**INFLUÊNCIA DO TIPO DE PREPARO E SISTEMA ADESIVO NA
RESISTÊNCIA DE UNIÃO À DENTINA BOVINA**



2010

MELISSA ALINE DA SILVA

**INFLUÊNCIA DO TIPO DE PREPARO E SISTEMA ADESIVO NA
RESISTÊNCIA DE UNIÃO À DENTINA BOVINA**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como parte dos requisitos para a obtenção do título de MESTRE, pelo Programa de Pós-Graduação em ODONTOLOGIA RESTAURADORA, Especialidade em Dentística.

Orientador: Profa. Adj. Dra. Rebéca Di Nicoló

Co-orientador: Profa. Dra. Alessandra Bühler Borges

São José dos Campos

2010

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; 2008

S38I Silva, Melissa Aline da.

Influência do tipo de preparo e sistema adesivo na resistência de união à dentina bovina / Melissa Aline da Silva. __ São José dos Campos : [s.n.], 2010

101f. : il.

Dissertação (Mestrado em Odontologia Restauradora) – Faculdade de Odontologia de São Jose dos Campos, Universidade Estadual Paulista, 2010.

Orientador: Profa. Dra. Rebéca Di Nicoló

Co orientador: Alessandra Bühler Borges

1. Adesivos dentinários. 2. Resistência de união. 3. Dentina bovina. I. Di Nicoló, Rebéca. II. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Odontologia de São José dos Campos. III. 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, 21 de Junho de 2010 .

Assinatura :

E-mail: mel_aline@yahoo.com.br

BANCA EXAMINADORA

Rebeca Di Nicoló (orientador)

Faculdade de Odontologia de São José dos Campos

Universidade Estadual Paulista - UNESP

Marcelo José Strazzeri Bönecker

Faculdade de Odontologia de São Paulo

Universidade de São Paulo – USP

César Rogério Pucci

Faculdade de Odontologia de São José dos Campos

Universidade Estadual Paulista - UNESP

São José dos Campos, 13 de maio de 2010.

DEDICATÓRIA

Ao meu marido Marcelo Nogoseke, por todo carinho, apoio e compreensão em todas as horas sempre disposto a me ajudar e sem o qual esta conquista não seria possível.

Aos meus pais Sandra e José Carlos, que sempre com muita dificuldade me deram a oportunidade de crescer na vida como pessoa e como profissional.

Aos meus irmãos, Camile, Jéssica e Nicholas, pelo carinho e apoio incondicional.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

À Deus, por me dar saúde, inteligência e força para a realização deste trabalho.

Às minhas amigas-irmãs Daphne e Graziela, pelo apoio, companheirismo, amizade e carinho, nos momentos alegres e tristes e pela ajuda fundamental para a realização deste trabalho.

À minha orientadora Profa. Rebeca Di Nicoló, por sua dedicação e apoio para a realização deste trabalho.

À minha co-orientadora e amiga Profa. Alessandra Bühler Borges, por sua inestimável ajuda e dedicação a este trabalho.

À minha amiga e colega de turma Patrícia Pleffken, por sua amizade e companhia durante o curso.

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.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro.

Ao Prof. Adj. Clóvis Paganí, coordenador do Programa de Pós-graduação em Odontologia, Área de Concentração em Odontologia Restauradora.

Aos professores Carlos Rocha Gomes Torres e César Rogério Pucci, por colaborarem neste trabalho.

Às funcionárias do Departamento de Odontologia Restauradora, Rosângela, Josiana e Fernanda, por toda a colaboração na execução deste trabalho. E ainda à funcionária 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, Lílian e Cidinha pelos esclarecimentos e colaboração.

Aos professores da Dentística Sérgio Eduardo de Paiva Gonçalves, Maria Filomena R. Lima Huhtala e Karen Cristina Kazue Yui pelo carinho e amizade.

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

Ao Prof. Evaldo José Corat por sua contribuição ao meu trabalho.

A todos os funcionários técnico-administrativos que direta ou indiretamente, colaboraram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	8
RESUMO.....	9
1 INTRODUÇÃO.....	10
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	16
3 PROPOSIÇÃO.....	57
4 MATERIAL E MÉTODO.....	58
4.1 Preparo da superfície dentinária.....	60
4.1.1 Com ponta diamantada.....	60
4.1.2 Com ponta CVD.....	61
4.1.3 Com laser de Er:YAG.....	61
4.2 Procedimento adesivo.....	62
4.3 Análise estatística.....	68
4.4 Preparo para microscopia eletrônica de varredura.....	68
5 RESULTADOS.....	70
6 DISCUSSÃO.....	77
7 CONCLUSÃO.....	84
8 REFERÊNCIAS.....	85
ANEXOS.....	100
ABSTRACT.....	101

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

4-MET = 4-metacriloxietil do ácido trimelitato
4-META = 4-metacriloxietil anidrido de trimelitato
ANOVA = análise de variância
Bis-HEMA = bisfenol A-polietilenoglicol dieter dimetacrilato
Bis-GMA = Bisfenol A-diglicidil éter dimetacrilato
cm = centímetro
CVD = *chemical vapor deposition*
EDTA = ácido etilenodiamino tetracético
Er:YAG = Érbio: ítrio-alumínio-granada
Fenil-P = 2-metacriloxietil fenil-hidrogênio fosfatado
HEMA = 2-hidroxi-etilmetacrilato
MEV = microscópio eletrônico de varredura
MET = microscópio eletrônico de transmissão
min = minutos
mm = milímetros
mm² = milímetro quadrado
MMA = metil metacrilato
MPa = megaPascal
mW/cm² = miliwatts por centímetro quadrado
NPG = N-fenilglicina
s = segundos
TBB = tri-n-butilburano oxidizado
TEGMA = trietilenoglicol dimetacrilato
UDMA = uretano dimetacrilato
µm = micrometro

Silva MA. Influência do tipo de preparo e sistema adesivo na resistência de união à dentina bovina [Dissertação]. São José dos Campos: Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, UNESP - Univ Estadual Paulista; 2010.

RESUMO

Este estudo avaliou a resistência de união entre dentina bovina e três sistemas adesivos: um de condicionamento total e dois autocondicionantes, variando-se o tipo de preparo da dentina. Foram utilizados 108 dentes bovinos onde as raízes foram removidas e a dentina coronária vestibular foi exposta. As superfícies foram preparadas com os seguintes métodos: pontas diamantadas de granulação média em turbina de alta rotação, pontas CVD acopladas em aparelho de ultra-som e laser Er:YAG. Os grupos foram subdivididos para aplicação dos seguintes sistemas adesivos de acordo com as recomendações do fabricante: Clearfil SE Bond (Kuraray), Adper SE Plus (3M ESPE), autocondicionantes, e Adper Single Bond 2 (3M ESPE), de condicionamento ácido total. Os espécimes foram restaurados com resina composta Filtek 250 (3M ESPE) com espessura de 4 mm. A resina foi inserida em incrementos de 2 mm e fotopolimerizada por 20 s. Em seguida, os espécimes foram armazenados em água destilada a 37 °C por 24 h e então seccionados em formato de palito com aproximadamente 1mm² de área na interface adesiva. Foi realizado o teste de microtração em máquina de ensaio universal com velocidade de 1.0 mm/min. Os resultados foram submetidos aos testes estatísticos de análise de variância paramétrica de 2 fatores (ANOVA) e o teste de Tukey empregando um nível de significância de 5% (p<0,05). Espécimes adicionais foram preparados para observação em microscópio eletrônico de varredura. Os resultados mostraram que a ponta CVD obteve menores valores de resistência adesiva, enquanto a ponta diamantada e o laser obtiveram valores semelhantes, porém mais elevados. O sistema adesivo Single Bond obteve valores equivalentes ao Adper SE Plus e significativamente diferentes quando comparados ao sistema adesivo Clearfil SE Bond. O estudo concluiu que o método de preparo e o tipo de sistema adesivo influenciaram na resistência de união.

Palavras-chave: Adesivos dentinários, Resistência de união, Dentina bovina.

1 INTRODUÇÃO

A crescente busca por estética, estabelecida pela sociedade atual, fez com que houvesse uma evolução na Odontologia Restauradora no que diz respeito às restaurações estéticas. Não apenas os materiais odontológicos para este fim vêm sendo aperfeiçoados ao longo dos anos, como também os equipamentos para confecção de preparos dentais estão sendo aprimorados no sentido de aumentar a eficiência do mesmo, bem como oferecer ao paciente maior conforto durante o atendimento.

Tradicionalmente, os preparos cavitários são realizados com os instrumentos abrasivos diamantados rotatórios convencionais confeccionados a partir da eletrodeposição galvânica do pó de diamante em hastes metálicas (Macedo, 2005). Embora sejam os instrumentos abrasivos mais empregados na Odontologia, apresentam algumas desvantagens, tais como: calor excessivo; redução da eficiência de corte devido ao descolamento dos cristais de diamante; risco da liberação potencial de íons metálicos, presentes na massa metálica das pontas convencionais; redução do tempo de vida útil; e trauma psicológico ao paciente em face do barulho proporcionado pela alta rotação (Borges et al., 1999; Borges et al., 2003).

Desta forma, pesquisas têm sido realizadas visando o aprimoramento dos equipamentos e materiais utilizados para a redução da estrutura dental. Um novo conceito em pontas diamantadas foi desenvolvido visando obter melhorias nas propriedades físicas das mesmas (Valera et al., 1996), surgindo as pontas CVDentus[®]. Estas pontas são confeccionadas a partir de um substrato de molibdênio coberto em sua parte ativa com uma “pedra” única de diamante artificial

obtido pelo processo CVD (*Chemical Vapor Deposition*) (Trava-Airoldi et al., 1998), podendo ser acoplada em turbina de alta rotação ou adaptada ao aparelho de ultra-som para a utilização em preparos cavitários.

A ponta CVDentus[®] consiste em filme contínuo sem liga metálica entre os cristais de diamante, prevenindo a contaminação do tecido dental pelos íons metálicos geralmente presentes na matriz da liga das pontas diamantadas convencionais (Borges et al., 1999). Possui ainda alta resistência, eficiência no corte e longevidade (Lima et al., 2006). Valera et al. (1996) e Predebon et al. (2006) relataram algumas vantagens dessas pontas: baixo coeficiente de atrito; melhor visualização do campo operatório; diminuição do trauma mecânico e psicológico devido à diminuição do ruído com o uso do ultra-som; não produz riscos profundos em superfícies, podendo ser utilizada como ponta para acabamento; segurança no manuseio do instrumento próximo à margem gengival e no acabamento proximal, protegendo eventuais danos aos tecidos moles.

Outra opção para preparo dental é o laser de Er:YAG (Érbio: Ítrio-Alumínio-Granada), utilizado para reduzir a estrutura dental por meio de um mecanismo de fundição dos tecidos dentários (Barbosa et al., 2008).

O laser Er:YAG possui um comprimento de onda de 2,94 µm e é altamente absorvido pelos componentes dos tecidos dentais devido à sua afinidade pela água e hidroxiapatita. Sua capacidade de redução dos tecidos mineralizados está relacionada à ablação termomecânica, portanto, os preparos cavitários são feitos por micro explosões em áreas microscópicas de rápida expansão e contração no esmalte ou na superfície dentinária, acompanhada por um dano térmico mínimo devido à sua emissão pulsátil que possibilita um resfriamento do tecido entre os pulsos. Assim, entre os diversos tipos de lasers cirúrgicos, o Er:YAG é o mais efetivo na remoção dos tecidos dentais e o que produz menor dano térmico aos mesmos (Castilho, 2005).

Acredita-se que a ação do laser de Er:YAG não ocorra de forma homogênea na estrutura dental, mas sim que o material orgânico presente no interior dos túbulos dentinários seja atingido primeiramente, e que a porção inorgânica seja removida numa etapa subsequente (Ishizaka et al., 2002; Lopes, 2009).

Toda vez que se abrasiona ou se corta a estrutura dentária, forma-se, na superfície, uma camada denominada *smear layer*. Esta camada de lama dentinária compreende componentes orgânicos e inorgânicos dos tecidos dentários, microorganismos e saliva; que quando penetram na embocadura dos túbulos dentinários são chamados de *smear plugs* (Pashley, 1984). Essa camada está presente em maior ou menor quantidade, dependendo do tipo de instrumental e equipamento utilizados para o preparo dental (Araújo et al., 1998).

Em 1970, Eick et al. caracterizaram a aparência topográfica e a natureza química da lama dentinária, utilizando a microscopia eletrônica de varredura (MEV). Constataram que o tamanho das partículas variava de 0,5 a 15 μm e observaram a presença de um filme orgânico com espessura menor que 0,5 μm , contendo nitrogênio (N), enxofre (S) e carbono (C).

A controvérsia sobre a manutenção ou eliminação da *smear layer* na superfície preparada é motivo de discussão há vários anos. Segundo Pashley (1984), há dois pontos de vista extremos a respeito da camada de lama dentinária. O primeiro é que a *smear layer* seria um protetor cavitário natural, que obliteraria os túbulos dentinários e reduziria a permeabilidade dentinária. O segundo ponto de vista é que a *smear layer* interferiria na adaptação ou adesão dos materiais dentários à dentina e também serviria como depósito de microorganismos e seus produtos, podendo causar injúria pulpar. Com o aprimoramento dos materiais adesivos, o conceito de remoção ou modificação da *smear layer* se tornou essencial na formação de uma camada híbrida de qualidade (Bowen et al., 1984; Van Meerbeek et al., 2003; Ermis et al., 2008).

Os diferentes métodos utilizados para preparo cavitário produzem superfícies características com *smear layer* de variadas espessuras e densidades, ou até com a ausência da *smear layer* (Tay; Pashley, 2001; Tani; Finger, 2002; Trajtenberg et al., 2004).

Estudos prévios mostraram que as pontas diamantadas geralmente formam uma camada espessa de *smear layer* obliterando completamente os túbulos dentinários, (Dias et al., 2004; Macedo, 2005; Martins et al., 2006). Por outro lado, nos preparos realizados com as pontas CVDentus[®] temos a vibração ultra-sônica para o acionamento das pontas e por elas trabalharem com irrigação para a refrigeração das pontas e do sistema de ultra-som, a energia ultra-sônica na água promove a formação de micro bolhas de ar, que tendem a desprender a *smear layer* da superfície dentinária, removendo-a parcialmente. Desta forma existe a presença de alguns túbulos abertos e de túbulos com *smear plugs*. (Vieira; Vieira, 2002; Martins et al., 2006; Oliveira et al., 2007; Cardoso et al., 2008.).

Análises microscópicas de superfícies irradiadas com o laser de Er:YAG, revelaram um substrato dentinário rugoso, sem a presença de *smear layer*, com os túbulos dentinários abertos e dentina peritubular proeminente, devido à maior ação da irradiação na dentina intertubular, justamente por esta apresentar um maior conteúdo orgânico (Kameyama, 2000; Barbosa et al., 2008).

Mesmo com todo o conhecimento acerca da dentina, ela ainda constitui um desafio no que diz respeito à adesão. Por apresentar diferenças estruturais, morfológicas e fisiológicas, a qualidade da adesão entre a dentina e o sistema adesivo sofre a influência de diversos fatores tais como: profundidade, direção, disposição e localização dos túbulos dentinários, presença de dentina cariada e esclerótica (Anido, 2005).

Alguns estudos mostraram que a presença e qualidade da *smear layer* também influencia na adesão, interferindo na resistência de união entre a dentina e o sistema adesivo (Oliveira et al., 2003; Dias et al.,

2004; Rocha et al., 2006; Sattabanasuk et al., 2007; Oliveira et al., 2007; Cardoso et al., 2008). Dessa forma, os sistemas adesivos vêm evoluindo ao longo dos anos a fim de melhorar a união dos materiais restauradores aos tecidos dentais.

Em 1955, Buonocore condicionou o esmalte com ácido a fim de proporcionar a adesão da resina acrílica ao substrato dental. Posteriormente, Fusayama et al. (1979), realizaram o condicionamento ácido da dentina e Nakabayashi et al., em 1982, constataram o fenômeno denominado hibridização, que é o principal mecanismo de retenção dos sistemas adesivos, o qual se baseia na infiltração e posterior polimerização de monômeros resinosos pela camada superficial da dentina, previamente desmineralizada por ácidos, formando a camada híbrida. Os *primers* surgiram devido à necessidade de melhorar a penetração do adesivo nos túbulos dentinários, já que eles possuem monômeros hidrofílicos que são carregados para dentro da dentina, recém desmineralizada, através de solventes orgânicos adicionados a composição dos mesmos (Reis et al., 2001).

O condicionamento ácido total na dentina tem como finalidade remover a *smear layer* e dissolver parcialmente a hidroxiapatita, componente mineral da dentina. Na dentina intertubular a dissolução expõe a malha de fibras colágenas e na dentina peritubular ocorre a dissolução parcial da hidroxiapatita (Fusayama et al., 1979; Rocha, 2007). Após o condicionamento total com ácido fosfórico a 37%, o substrato dental é lavado e mantido úmido, para em seguida se aplicar o sistema adesivo que tem a capacidade de interpenetrar nas fibras colágenas resultante da desmineralização da dentina, formando a camada híbrida (Nakabayashi et al., 1998; Rocha, 2007).

Na tentativa de evitar algumas dificuldades decorrentes da técnica do condicionamento total, que podem interferir na adesão, como o colapso das fibras colágenas e a hidrólise do colágeno, surgiram os sistemas adesivos autocondicionantes (Reis et al., 2005).

Estes sistemas atuam simultaneamente como condicionadores do esmalte e da dentina e como *primers*, caracterizando-se por incorporarem a *smear layer* na camada híbrida (Reis et al., 2001), empregando uma técnica simplificada e menor dificuldade para o controle de umidade por não precisar ser lavado, já que o ácido é incorporado ao *primer*. Outra vantagem é a eliminação da diferença entre a profundidade de desmineralização e penetração real dos monômeros. Embora se formem camadas híbridas menos espessas, valores de resistência de união similares aos dos sistemas adesivos de condicionamento total são observados (Yoshiyama et al., 1996; Prati et al., 1998).

No entanto, uma vez que a *smear layer* é incorporada ao processo adesivo quando sistemas autocondicionantes são utilizados, sua presença e qualidade são aspectos importantes a serem considerados. Estudos prévios observaram que a densidade e espessura da *smear layer* podem interferir na resistência de união à dentina, dependendo do grau de agressividade do sistema autocondicionante utilizado (Tay; Pashley, 2001; Van Meerbeek et al., 2003).

Sabendo-se que os métodos de preparo cavitário produzem *smear layer* com características diferentes e que a *smear layer* torna-se parte da camada híbrida nestes sistemas adesivos autocondicionantes, se faz importante um estudo sobre a influência do tipo de preparo da superfície na adesão ao substrato dentinário.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Em 1993, Marshall Junior, caracterizou a dentina como sendo um composto biológico de uma matriz de colágeno preenchida e cristais de apatita submicrométricos-nanométricos, com pouco cálcio e rico em carbonatos dispersos em túbulos micrométricos hipermineralizados. O estudo também ressaltou a importância do conhecimento das características e propriedades da dentina, como fator determinante para o desenvolvimento de materiais adesivos e restauradores eficientes, de conceitos preventivos e curativos das doenças associadas à saúde bucal.

As características da dentina variam em alguns aspectos de acordo com sua profundidade. Na dentina superficial a densidade dos túbulos é maior, portanto existe uma menor quantidade de água nesta região, o contrário ocorre nas camadas mais profundas da dentina, onde os túbulos são menos densos comportando uma quantidade maior de água no seu interior. Os túbulos dentinários mais profundos são mais largos que os túbulos dentinários mais superficiais. Alguns fatores podem interferir na capacidade de união entre o substrato dentinário e o sistema adesivo, são eles: permeabilidade dos túbulos e da matriz dentinária e difusidade dos monômeros (tipos de solventes presentes no sistema adesivo). Dentre os fatores que interferem na adesividade e que comprometem a permeabilidade, existe a formação da lama dentinária após o preparo da dentina utilizando-se instrumentos manuais e rotatórios (Nakabayashi; Pashley, 2000). Essa camada, também chamada de *smear layer* é o resultado de restos de dentina e microorganismos que aderem à dentina subjacente (Gwinnett, 1984; Reis et al., 2001). A *smear layer* reduz a permeabilidade dentinária diminuindo o fluxo de fluido dentinário.

Alguns sistemas adesivos de 1ª geração tentaram obter uma união com esta camada, porém não obtiveram sucesso devido à baixa adesão com a dentina subjacente (Reis et al., 2001).

Buonocore, em 1955, testou um método simples para aumentar a adesão da resina acrílica à superfície de esmalte nas faces vestibulares de incisivos humanos e alguns pré-molares. Nas superfícies de esmalte aplicava-se um reagente de fosfomolibdato diluído a 50% contendo tungstato de sódio em conjunto com uma solução de ácido oxálico a 10% e foi realizado também outro tratamento com ácido fosfórico a 85%. Foi realizada uma comparação quantitativa da adesão através do teste periódico da resistência à remoção com o esforço exercido com polegar, de gotas de resina acrílica colocadas sobre as superfícies tratadas e não tratadas de esmalte e dentina. Foi analisada também a influência da armazenagem em água, antes e após a fixação da resina acrílica. O autor observou que a adesão de discos de resina acrílica à superfície do esmalte era maior quando este tecido dental era condicionado com o ácido fosfórico a 85%, por 30s, quando comparado às amostras que não recebiam nenhum tratamento com ácido. O autor conclui que o fenômeno ocorreu em razão do grande aumento da área superficial devido à ação do ácido, além do aumento da capacidade de umedecimento da superfície, possibilitando contato íntimo da resina acrílica com a superfície do esmalte.

Em 1965, Bowen, realizou um estudo *in vitro* para verificar a melhora na resistência de união de materiais restauradores sobre esmalte, dentina e fluorapatita usando o co-monômero ativador de superfície NPG-GMA (n-fenilglicina e glicidil metacrilato). Os substratos foram dentina e esmalte humano e fluorapatita na forma de cristais, por não conter parte orgânica e ser semelhante à hidroxiapatita do esmalte e dentina. As superfícies de dentina foram obtidas da superfície oclusal de molares e o esmalte foi preparado a partir da face vestibular de dentes anteriores. Os resultados deste estudo mostraram que uma concentração

de 1,5% a 10% do NPG-GMA em etanol absoluto pode ser considerada como ótima. O tratamento das superfícies mostrou que a utilização de uma solução de EDTA a 10% neutralizado com hidróxido de cálcio, resultou na melhora da resistência de união à superfície da dentina (77,4 kg/cm²), do esmalte (54 kg/cm²) e da fluorapatita (77,4 kg/cm²). Sem o tratamento, as superfícies apresentaram os valores de resistência zero, 16,9 kg/cm² e 64 kg/cm², respectivamente. O autor observou também que uma formulação de resina contendo partículas, para reforço de sílica fundida tratadas com vinil silano, melhorou os resultados de resistência de união.

Fusayama et al., em 1979, introduziram uma nova metodologia para avaliar a resistência de união. Um novo sistema adesivo foi empregado, o Clearfil Bond System F (Kuraray), sobre o esmalte e dentina hígida e cariada, submetidos ou não ao condicionamento ácido. A comparação foi realizada com os sistemas Adaptic Total System (Johnson & Johnson), Concise Enamel Bond (3M) e Palakan (Kulzer). As superfícies vestibulares de incisivos e oclusais de molares foram desgastadas, condicionadas ou não, recebendo em seguida os sistemas adesivos e respectivas resinas compostas, aplicadas por meio de uma matriz de 5 mm de diâmetro, contendo uma alça que possibilitou a ligação com a máquina de tração. Os autores concluíram que:

- a) o novo sistema adesivo foi superior aos demais e ofereceu maior resistência de união;
- b) o condicionamento ácido de esmalte e dentina aumentou significativamente a resistência de união em ambos os tecidos;
- c) o sistema mostrou forte adesão a todos os substratos.

Em 1982, Nakabayashi et al., avaliaram a efetividade do 4-META na adesão ao esmalte e dentina condicionados por ácidos. Foram utilizados dentes humanos e bovinos, preparados com lixas de granulação 800 para criar uma superfície onde seria realizada a adesão. Para delimitar e padronizar a área de adesão, os autores empregaram uma fita adesiva com uma perfuração de 5 mm de diâmetro aplicada à superfície. As amostras foram divididas em dois grupos que foram condicionados com ácido cítrico a 1% e cloreto férrico a 1% (1:1), ou com ácido cítrico a 10% e cloreto férrico a 3% (10:3). As superfícies foram lavadas, receberam o sistema 4-META MMA/TBB-O e foram armazenadas em água destilada a 37 °C por 24 h. Foram, então, realizados testes de resistência a tração. Para a análise da estabilidade da adesão foi realizada a termociclagem dos espécimes. Segundo os autores, os resultados mostraram a efetividade da solução 10:3 para a promoção de adesão em esmalte e dentina, enquanto a solução 1:1 foi eficiente apenas em dentina. O monômero 4-META polimerizado foi observado nas superfícies condicionadas, nos túbulos e nas dentinas peri e intertubular, o que promoveu um aumento significativo na resistência de união. Com estes dados, os autores concluíram que a penetração e posterior polimerização de monômeros com características hidrofílicas e hidrofóbicas no interior do substrato dental reforçam a estrutura dental, representando um novo conceito em adesão aos tecidos dentais.

Em 1988, Tao e Pashley realizaram um estudo comparando a resistência de união utilizando o sistema adesivo Scotchbond e dois tipos de preparo da dentina. As superfícies foram preparadas com lixa de granulação 320 e ponta diamantada em baixa rotação, em dois locais: no centro da coroa dentária e próximo aos cornos pulpares. Molares humanos foram desgastados e cortados em discos com profundidades diferentes (superficial e profunda). Para avaliar os diferentes tratamentos da dentina, os pesquisadores determinaram os seguintes grupos experimentais: espécimes lavados com água por 1 min;

ultra-som por 1 h; EDTA 0,2% (pH 7,1) por 1 min; ácido cítrico 6% por 1 min e ácido fosfórico a 37% por 15 s. Os espécimes foram armazenados por 24 h a 37 °C para posteriormente serem submetidos ao teste de cisalhamento. Os resultados apresentados mostraram que a resistência de união alternou de acordo com o tipo de *smear layer* criada, sendo superior quando a dentina foi preparada com lixa. Foi constatada também menor resistência de união na dentina profunda condicionada com ácido cítrico ou ácido fosfórico, comparativamente à dentina superficial.

Saunders, em 1988, comparou a resistência de união entre a dentina humana e dentina bovina, utilizando quatro diferentes sistemas adesivos: Scotchbond (3M ESPE), Topaz (Davis), Gluma (Bayer Dental) e 3M experimental. A dentina superficial da face vestibular foi exposta para aplicação do sistema adesivo e posterior restauração com resina composta. Os espécimes foram termociclados por 24 h, em temperaturas de 5 °C e 37 °C, por 2.400 ciclos e depois seccionados para a realização do teste mecânico. Foram observadas diferenças entre os sistemas adesivos utilizados em cada substrato, porém não houve diferença significativa entre o substrato humano e bovino. O autor concluiu que a dentina humana pode ser substituída por dentina bovina para estudos *in vitro*.

Em 1991, Tagami et al. compararam a resistência de união em dentina humana, com diferentes tratamentos da superfície dentinária. Molares humanos foram desgastados com disco diamantado até 0,7 mm da junção amelo-dentinária e posteriormente a *smear layer* foi removida com solução de EDTA a 0,5 M por 2 min. Foram realizados três tipos de preparo da superfície: ponta diamantada, com irrigação com água; ponta diamantada, sem irrigação e lixa de granulação 80. Os sistemas adesivos aplicados foram: Scotchbond DC (SC), sem a remoção da *smear layer*; Clearfil Photobond (CP) e Superbond C&B (SU), ambos com condicionamento ácido prévio, sendo o gel de ácido fosfórico ou a solução de 10% de ácido cítrico com 3% de cloreto férrico (solução 10-3),

respectivamente. A permeabilidade dentinária foi medida, sendo os valores expressos baseados no percentual do valor da superfície tratada com EDTA antes e após o condicionamento ácido. Foram utilizados três tipos de materiais resinosos de acordo com as instruções dos fabricantes e, em seguida, utilizou-se a resina composta autopolimerizável. Os espécimes foram armazenados em água destilada por 24 h a 37 °C e submetidos ao teste de cisalhamento, com velocidade de 0,5 mm/min. Os resultados mostraram que a *smear layer* produzida pela ponta diamantada em alta rotação com ou sem irrigação com água e com lixa de papel de granulação 80 diminuem a permeabilidade para 13% do valor de referência. A permeabilidade dentinária aumenta após o tratamento da *smear layer* com a solução e o gel ácido, mas a alteração na percentagem de permeabilidade é bem maior para o gel ácido (87-146%) do que para a solução 10-3 (35-60%), independentemente do método de preparo da superfície dentinária. A dentina preparada com lixa 80 apresentou maior alteração de permeabilidade quando comparada à dentina preparada com ponta diamantada em alta rotação, com ou sem irrigação à água. Para o grupo SC não houve diferença significativa entre os três métodos de preparo, enquanto o CP foi superior ao grupo SC, mas sem diferença entre os métodos de preparo. O SU apresentou a maior resistência, considerando-se os três materiais, sendo que o grupo preparado com ponta diamantada em alta-rotação com irrigação apresentou maior resistência do que os preparados sem irrigação ou com lixa de granulação 80.

Nakabayashi e Takarada (1992) investigaram a efetividade do tratamento da dentina com o HEMA (2-hidroxi etilmetacrilato) antes de aplicar um adesivo resinoso com 5% de 4-META em MMA (metil-metacrilato), combinado com poli-MMA. A polimerização da resina foi iniciada por TBB (tri-n-butilburano oxidizado). As amostras de dentina bovina foram planificadas com lixa de granulação 600 e desmineralizadas com solução aquosa de 10% de ácido cítrico a 3% de

cloreto férrico (10:3) ou uma solução aquosa de 10% de ácido cítrico (10:0). Foi observado um aumento na resistência de união com o tratamento com HEMA, o qual foi dependente do período de aplicação desta substância. O exame em MEV revelou a formação de uma zona de transição de dentina reforçada por resina denominada camada híbrida, naqueles espécimes que receberam o pré-tratamento 10:3. O adesivo resinoso impregnou fibras colágenas expostas, emaranhando-se a elas para criar uma zona híbrida, a qual é essencial na obtenção de altas forças de adesão. Os espécimes pré-tratados com 10:0 não formaram a camada híbrida imediatamente. No entanto, com o mesmo pré-tratamento 10:0 seguido da aplicação do HEMA, a microscopia pôde revelar a presença da camada híbrida, aumentando a resistência de união para 13 MPa. Os íons férricos contidos na solução 10:3 melhoraram significativamente a difusibilidade dos substratos dentinários, assim como o HEMA. Os autores concluíram que a aplicação do HEMA aumentou a difusão monomérica e a união aos componentes dentinários, facilitando a formação da camada híbrida.

Sano et al. (1994) propuseram um estudo para desenvolver um método de teste de tração em espécimes bem pequenos. Foram utilizados vinte molares humanos extraídos onde o esmalte foi removido da parte oclusal, mesial e distal. A superfície da dentina exposta na face oclusal foi preparada com lixa de granulação 600. Após o preparo foram utilizados dois tipos de sistemas adesivos: Scotchbond Multi-Purpose (SB), 3M ESPE, de condicionamento ácido total; e Clearfil Liner Bond 2 (CL), Kuraray, autocondicionante, onde posteriormente foi inserida resina composta com 3-5 mm de espessura, de acordo com as recomendações do fabricante. Um grupo foi restaurado com Vitremer (VT), 3M ESPE, um cimento de ionômero de vidro modificado fotopolimerizável. Para o grupo VT foi utilizado apenas o *primer* do próprio material. Após o procedimento restaurador os espécimes foram mantidos em água a 37 °C por 24 h e depois foram cortados em

pequenos retângulos com 0.5 a 3 mm de espessura na direção do logo eixo do dente. Esses retângulos foram desgastados na área adesiva até apresentarem formato de ampulheta. Os espécimes foram anexados com cola de cianocrilato em um dispositivo para realização do teste de tração com velocidade de 1 mm/min. Os dados foram submetidos a regressões lineares para determinar o melhor ajuste em quadrados e o coeficiente de correlação. Intervalos de confiança (95%) foram calculados em torno das linhas de regressão. Os resultados mostraram que a resistência de união foi inversamente proporcional a área da superfície adesiva. Para as superfícies com áreas abaixo de 0.4 mm², a resistência de união foi de aproximadamente 55 MPa para o grupo CL, 38 MPa para SB e de 20 MPa para o VT. Para essas pequenas áreas, os resultados revelaram que todas as falhas foram adesivas. Portanto, este estudo concluiu que este método permite a medida de resistências adesivas mais altas sem que haja falha na dentina. Ele permite também múltiplas medidas utilizando apenas um só dente.

Em 1994, Watanabe et al. analisaram uma solução autocondicionante experimental de fenil-P, variando-se a concentração em 0, 5, 10, 20 e 30% em associação com HEMA em concentração de 30% em dentina bovina. Essas soluções foram utilizadas como condicionadores dentinários para promover a união entre sistema adesivo e a *smear layer*. Utilizou-se a solução de HEMA a 30%, aplicando por 60s em dentina, como grupo controle. Os dentes foram desgastados com lixa de granulação 600 e foram aplicadas as soluções experimentais de pré-tratamento durante 1 min, o sistema adesivo e uma camada de resina composta. Os espécimes foram divididos em dois grupos: um para teste mecânico e outro para análise em microscopia eletrônica de transmissão. Os resultados mostraram que o grupo que recebeu a solução experimental fenil-P na concentração de 20% apresentou resistência de união significativamente maior de 10,4 MPa e o grupo controle, de 4,7 MPa. Nas observações em microscopia eletrônica de transmissão, a

superfície dentária fraturada onde foi utilizada a solução fenil-P a 20%, apresentou solubilização dos cristais minerais ao redor do colágeno, demonstrando uma pequena penetração na matriz dentinária. Quando aplicada no substrato dentinário com *smear layer*, penetrando na superfície dentinária e formando uma camada híbrida contendo *smear layer*. Os autores concluíram que o sistema adesivo, com condicionador e *primer* aplicados simultaneamente oferece vantagens em relação aos sistemas adesivos convencionais, de quarta e quinta gerações.

Em 1996, Valera et al. compararam as pontas de diamante CVD com as pontas diamantadas convencionais. As pontas CVD são obtidas por uma nova tecnologia que produz um tipo de diamante artificial. Esta tecnologia permite a deposição química a partir da fase vapor (CVD – *Chemical Vapor Deposition*), em substratos de diferentes formatos. Testes mensuraram a velocidade de corte em função do tempo de vida das pontas. Foram utilizadas microscopia óptica e microscopia eletrônica de varredura para avaliar o desempenho geral das pontas CVD. Nesta pesquisa, também se realizaram medidas de variação de temperatura *in vitro*, na câmara pulpar em função do tempo de desgaste, comparando-se os dois tipos de pontas. Os resultados deste estudo comparativo mostraram uma maior durabilidade, melhores qualidade no acabamento e limpeza das pontas CVD, além de que apenas o diamante entra em contato com a superfície dentária. Os pesquisadores concluíram que as pontas CVD abrem novas perspectivas na operacionalidade e na qualidade do trabalho.

Pashley e Carvalho, em 1997, realizaram uma revisão de literatura sobre a estrutura dentinária e a relação com os mecanismos de adesão, destacaram a importância da difusão do adesivo nos túbulos dentinários e pelos espaços criados entre as fibras colágenas a partir do condicionamento ácido. Também discutiram as vantagens e desvantagens do condicionamento ácido, aplicação do *primer* e adesivo em passos separados. Foi constatado que a resistência de união depende

do tratamento da superfície dentinária, comparando-se a dentina fraturada, com dentina condicionada, abrasionada e dentina com *smear layer*, sendo que a maior resistência de união foi encontrada com dentina condicionada com solução ácida, com a presença de *tags* resinosos e camada híbrida. Os autores concluíram que a compreensão das características da permeabilidade dentinária é importante para o desenvolvimento e aperfeiçoamento do sistema de união adesivo-dentina.

Com o propósito de mensurar a resistência de adesão à tração em várias porções do dente humano (esmalte e dentina) e observar a interface em MEV, Yoshiyama et al. (1998) avaliaram dois sistemas adesivos com *primers* autocondicionantes (Clearfil Liner Bond 2-Kuraray e Fluoro Bond - Shofu). Foram utilizados doze dentes humanos, os quais foram desgastados na superfície vestibular, expondo a dentina coronária e radicular e o esmalte. Os sistemas adesivos foram aplicados de acordo com as instruções do fabricante. Em seguida, a resina composta *Lite Fil II* (Shofu) foi aplicada sobre a superfície adesiva. Após armazenamento em água a 37 °C por 24 h, os dentes foram seccionados perpendicularmente à superfície adesiva e submetidos ao teste de microtração. Os adesivos demonstraram maior resistência de união à dentina (coronária, cervical e radicular) do que ao esmalte e à dentina apical. Os autores concluíram que os sistemas adesivos com *primers* autocondicionantes produziram uma boa adesão em dentina coronária, cervical e radicular, mas a adesão ao esmalte e à dentina apical pode ser deficiente.

Em 1998, Phrukkanon et al. realizaram um estudo com o objetivo de determinar o efeito da área adesiva em testes de microtração e micro-cisalhamento em quatro sistemas adesivos: Scotchbond MP Plus (3M), OptiBond FL (Kerr), OptiBond Solo (Kerr), One-Step (Bisco). Foram utilizados molares humanos onde a superfície oclusal foi removida, expondo a dentina. Em seguida, foram aplicados os sistemas adesivos e confeccionado um bloco em resina composta para serem posteriormente

seccionados no sentido longitudinal em duas metades, sendo uma utilizada no teste de microtração e a outra no teste de micro-cisalhamento. Os blocos de dentina-resina foram fatiados em espécimes de secção quadrada e desgastados na zona adesiva, de forma que fossem obtidos corpos-de-prova (CP) de secção circular com área de 1,1 mm², 1,5 mm², 3,1 mm², formando diferentes grupos para serem submetidos a ambos os ensaios. Os CP foram submetidos aos ensaios a velocidade de 1 mm/min. Os resultados mostraram que os valores de resistência de união dos espécimes com 1,1 mm² e 1,5 mm² foram semelhantes entre si e significativamente maiores que o grupo com secção de 3,1 mm², indicando que a resistência de união foi dependente da área. As fraturas dos CP submetidos à microtração foram na sua maioria do tipo adesiva, sendo menos freqüente no ensaio de micro-cisalhamento. Para as duas áreas menores sob o teste de microtração, 70% das fraturas foram adesivas. Os pesquisadores relataram que, embora os resultados do desempenho adesivo dos ensaios tenham sido semelhantes, o teste de micro-cisalhamento gerou uma distribuição irregular de tensões na interface adesiva, comprovado pelo estudo do modo de fratura do tipo coesiva. Os CP de secções menores permitiram distribuição mais regular de tensões na interface, induzindo fraturas adesivas.

Em 1999, Borges et al. pesquisaram um novo instrumento rotatório feito com uma camada contínua de diamante obtido por deposição química de vapor (CVD), caracterizado por uma superfície de corte sem outros metais entre os cristais e compararam esta ponta com a ponta diamantada (PD) convencional. Foram realizados testes de desgaste seguidos de avaliação em microscopia eletrônica de varredura e análise eletrônica para verificação da presença de partículas de metais residuais tanto na superfície da ponta quanto no substrato. Os resultados mostraram a presença de traços de metais na ponta diamantada convencional e no substrato dentinário preparado com a mesma, tais como: Ni, Cr, Si e Fe. Na análise feita em MEV, notou-se significativa

perda de partículas de diamante após o corte. Para a ponta CVD não foi observada a perda de partículas em seu uso. Os pesquisadores concluíram que a ponta CVD apresenta atividade de desgaste mais eficiente, maior longevidade e exclui o risco de contaminação por metais.

Em 1999, Hoss realizou um estudo clínico sobre o sistema adesivo autocondicionante Clearfil SE Bond, avaliando a facilidade de técnica e conforto ao paciente. O sistema adesivo autocondicionante promove a desmineralização concomitantemente à infiltração do *primer*, característica possível graças ao monômero ácido em sua formulação que dissolve a *smear layer* e penetra na abertura dos túbulos dentinários. Há diminuição da sensibilidade pós-operatória porque as redes de fibras colágenas desmineralizadas, não ficam desprotegidas como pode ocorrer com o uso dos adesivos convencionais de quarta e quinta geração, quando a infiltração de monômeros não alcança a profundidade da desmineralização dentinária. Os sistemas adesivos autocondicionantes apresentam os seguintes benefícios clínicos: eliminação da sensibilidade pós-operatória, redução significativa dos passos operatórios em comparação aos sistemas adesivos de quinta geração, aumento da resistência de união das restaurações resinosas e compatibilidade à porcelana. Essas observações foram obtidas após avaliações de 32 restaurações realizadas com o sistema adesivo Clearfil SE Bond.

Schilke et al., em 1999, realizaram um estudo com o objetivo de verificar a conveniência em substituir a dentina de molares humanos permanentes e decíduos por dentina, coronária e radicular bovina, em testes de resistência de união. Empregaram trinta incisivos bovinos, trinta molares humanos permanentes e trinta molares humanos decíduos. Os dentes foram cortados obtendo-se fatias de 1 mm da dentina coronária e fatias de 1mm da dentina radicular. O sistema adesivo Syntac (Vivadent) foi aplicado da seguinte forma: Syntac Primer aplicado na dentina, o excesso foi removido após 15 s e secagem por 10 s com ar,

em seguida foi feita a aplicação do Syntac Adhesive e secagem após 10 s. Posteriormente, foi aplicado o agente de união Heliobond Vivadent, removeu-se o excesso com ar e fotopolimerizou-se por 10 s. Foram confeccionados cilindros de 2 mm de altura e 2,5 mm de diâmetro em um incremento de resina composta Tetric (Vivadent), que foi posicionado na superfície vestibular e pulpar da dentina preparada e em seguida foi fotopolimerizada por 60 s. Os espécimes foram mantidos em solução salina a 37 °C por 24 h. O teste de resistência de união foi realizado com carga de 20 kg e velocidade de 1 mm/min, com uma ponta posicionada paralelamente à superfície aderida. Os dados foram analisados através dos testes de Wilcoxon e Mann-Whitney-U. Os resultados mostraram que não houve diferença estatisticamente significante na resistência de união entre dentina humana permanente e coronária bovina e entre superfície vestibular e pulpar. Foram encontradas diferenças entre dentina radicular bovina e dentina humana permanente, entre a dentina radicular e coronária bovina, entre dentina humana decídua e permanente e dentina bovina coronária. Os autores concluíram que não houve diferença significativa entre dentina coronária de dentes permanentes humanos e, coronária bovina. A resistência de união, com o sistema empregado, resultou em altos valores para a dentina bovina coronária e radicular em comparação com a dentina de dentes decíduos e que a dentina radicular bovina não deve ser empregada como substituta da dentina humana, devido aos valores significativamente maiores de resistência de união.

Reis et al. em 2001, realizaram uma revisão de literatura sobre conceitos de adesão em dentina e discutiram sobre os fatores que podem prejudicar a hibridização dos tecidos. Os autores discutiram sobre a complexidade da adesão à dentina, assim como os fatores que interferem na adesividade como: umidade e re-umedecimento da dentina, presença de *smear layer* e condicionamento ácido total. Com relação aos diferentes tipos de solventes e sua atuação em dentina, observaram que os adesivos cujo solvente é a acetona, são mais sensíveis ao substrato

mais seco, do que os à base de água que podem propiciar a re-expansão das fibras de colágeno colapsadas durante a secagem. Os adesivos sem água devem ser aplicados no substrato úmido. A acetona e o álcool não são capazes de promover re-expansão do colágeno e aumentam sua rigidez, o que impediria a infiltração dos monômeros resinosos. A dificuldade na remoção do excesso de água também foi abordada pelos autores, que observaram que a forma mais adequada de realizá-la deve ser com o emprego de papel absorvente. Os autores observaram que incluir no processo de hibridização a *smear layer* através da sua dissolução e/ou modificação como nos sistemas autocondicionantes, constitui uma nova abordagem que diminui a sensibilidade da técnica. Os sistemas adesivos autocondicionantes podem ser de dois passos (Clearfil Liner Bond 2V - Kuraray) onde o condicionador e o *primer* são combinados e o adesivo é aplicado separadamente; ou de passo único (Prompt L-Pop - Espe) que apresenta condicionador, *primer* e adesivo, combinados. Esses sistemas são menos sensíveis à umidade, promovendo poucas mudanças na superfície da dentina e melhor selamento da dentina, pois não há discrepância entre profundidade de condicionamento e extensão da infiltração dos monômeros resinosos. Porém, em esmalte não criam retenções típicas como as obtidas com o uso de ácido fosfórico. Os autores concluíram que são necessários mais estudos referentes aos sistemas adesivos e a constante atualização do clínico geral para maior longevidade das restaurações.

Em 2001, Koibuchi et al. pesquisaram o efeito da *smear layer* na resistência de união em substrato dentinário humano. Foram utilizados 15 molares humanos que tiveram a porção oclusal de esmalte removida e foram divididos em dois grupos. O primeiro grupo (n=9) teve a superfície dentinária abrasionada com lixa de granulação 180 para depois ser aplicado o sistema adesivo Clearfil Liner Bond II (Kuraray). Outro grupo foi preparado utilizando-se o mesmo sistema adesivo, porém a superfície foi abrasionada com lixa de granulação 600. Foram obtidos

corpos-de-prova miniaturizados, em forma de ampulheta. Os espécimes foram armazenados em água destilada por 24 h a 37 °C antes de serem tracionados em máquina universal, com velocidade de 1 mm/min. As superfícies fraturadas foram analisadas em microscopia eletrônica de varredura. Os resultados mostraram que a resistência de união do sistema adesivo Clearfil Liner Bond II foi de $10 \pm 7,2$ MPa para a lixa de granulação 180; e de $28,5 \pm 5,2$ MPa para a lixa de granulação 600, havendo assim diferença estatística significativa entre os grupos estudados.

Em 2001, Anido comparou a resistência de união da dentina humana e bovina em três diferentes profundidades, utilizando o teste de cisalhamento. Foram utilizados 48 dentes humanos e 48 dentes bovinos, recém-extraídos, armazenados em água destilada e congelados a -18°C. As superfícies vestibulares dos dentes foram desgastadas com lixas de granulação 240, 400 e 600, polidas com lixa 800 em politriz, para exposição da superfície dentinária e para padronização da *smear layer*. Os grupos foram divididos com espessuras de dentina remanescente de 0,5 mm, 1 mm e 2 mm, e a área de adesão foi delimitada em 4mm de diâmetro. Foi utilizado o sistema adesivo Scotchbond Multi-Use Plus (3M) que foi aplicado na superfície de dentina condicionada, seguida da aplicação de três camadas incrementais de resina composta Z100 (3M). Os resultados foram submetidos à análise estatística e demonstraram que houve diferença significativa entre a resistência de união em dentes humanos e bovinos, sendo os maiores valores para os dentes humanos. Também houve diferença significativa de resistência para as profundidades analisadas, sendo os maiores valores para a dentina superficial, seguida da média e profunda, para ambos os substratos. O estudo concluiu que houve semelhança nos valores de resistência de união entre os dentes humanos e bovinos na dentina superficial, e que o substrato bovino presta-se aos estudos laboratoriais de resistência de união.

Bouillaguet et al. em 2001, compararam a adesividade dentinária entre sistemas adesivos de condicionamento ácido total de três passos clínicos, condicionamento ácido total de dois passos e autocondicionantes, utilizando teste de microtração. Foram utilizados 30 dentes bovinos, abrasionados com lixa de granulação 600 para exposição da dentina radicular. Cada sistema adesivo foi aplicado de acordo com as recomendações do fabricante. Em seguida foi aplicada resina composta Z100 e os espécimes foram seccionados para o teste de microtração. O grupo do Scotchbond Multipurpose Plus (3M ESPE) ($30,3 \pm 9,4$ MPa) apresentou os maiores valores de adesão com significância estatística em relação a todos os outros. Os outros materiais foram classificados em ordem decrescente de valores de adesão: Optibond FL (Kerr) ($22,4 \pm 4,3$ MPa), Scotchbond 1 (3M ESPE) ($18,9 \pm 3,2$ MPa), Clearfil Liner Bond 2V (Kuraray) ($18,9 \pm 3,0$ MPa), Primer & Bond NT (Dentsply) ($18,3 \pm 6,9$ MPa), Asba S.A.C (Lamaison Dentaire) ($14,4 \pm 2,9$ MPa), Excite (Vivadent) ($13,8 \pm 3,7$ MPa) e Prompt L-Pop (3M ESPE) ($9,1 \pm 3,3$ MPa). A observação em MEV dos espécimes mostrou que a maioria das fraturas foi adesiva (70%), ocorrendo entre a resina e a camada híbrida. Alguns espécimes (20%) mostraram fraturas mistas, adesivas e coesivas. Apenas alguns espécimes mostraram fraturas coesivas, sendo que em 72% ocorreram na resina e, em 28%, ocorreram na dentina. O modo de fratura foi predominantemente do tipo adesiva. Os autores concluíram que o sistema adesivo convencional produziu maior resistência de união em dentina radicular que os adesivos de passo único ou autocondicionantes.

Ogata et al. (2001) avaliaram os efeitos de diferentes tipos de preparo da dentina na resistência de união utilizando três tipos de sistemas adesivos autocondicionantes. Trinta e seis dentes humanos hígidos foram desgastados até a exposição da dentina oclusal e preparados da seguinte maneira: disco de lixa de granulação 600 (AP#600), ponta diamantada (PD) acoplada em uma turbina de alta rotação, brocas de aço de 12 (BA12) e de 6 (BA6) lâminas acopladas a

um micromotor. Após o preparo os grupos foram subdivididos para a aplicação dos sistemas adesivos, de acordo com as recomendações do fabricante, que foram os seguintes: Clearfil Liner Bond 2 (LB2), Kuraray; Clearfil Liner Bond 2V (2V), Kuraray; Clearfil SE Bond (SE). Após o procedimento adesivo, a resina composta foi inserida sobre a superfície de maneira incremental com espessura total de 5 mm. Os espécimes foram mantidos em água a 37 °C por 24 h, para posteriormente serem seccionados em 7-8 fatias paralelas ao longo eixo do dente. As fatias foram desgastadas em forma de ampulheta com área secção transversal de aproximadamente de 1 mm². Os espécimes foram colados em um dispositivo para o ensaio de tração com velocidade de 1 mm/min. Os dados foram analisados estatisticamente utilizando ANOVA um fator e dois fatores e teste de Fisher com nível de confiança de 95%. Alguns espécimes foram preparados para observação em microscópio eletrônico de varredura (MEV). Os valores obtidos no grupo AP#600 foram: 40,4 ± 9,7 MPa (LB2), 54,4 ± 11,3 MPa (2V), 47,0 ± 13,7 MPa (SE). Para o grupo B12 e B6 os valores foram respectivamente: 35,6 ± 7,7 MPa e 37,3 ± 10,1 MPa (LB2); 31,8 ± 13,5 MPa e 45,5 ± 10,0 MPa (2V); 36,9 ± 7,9 MPa e 42,2 ± 8,6 MPa (SE). Os valores para o grupo PD foram: 25,1 ± 12,0 MPa (LB2), 25,5 ± 8,1 MPa (2V), 30,2 ± 7,9 MPa (SE). Todos os sistemas adesivos autocondicionantes utilizados neste estudo mostraram um aumento, da resistência à tração, significativo para o grupo AP#600 e uma diminuição na resistência de união para o grupo PD. Portanto, a conclusão dos autores foi que a seleção de uma broca para o preparo cavitário é um fator importante a ser considerado para melhorar a adesão de sistemas adesivos na dentina.

Tay e Pashley (2001) analisaram em microscopia eletrônica de transmissão, a profundidade de penetração de três sistemas adesivos em diferentes espessuras de *smear layer* dentinária. As superfícies dentinárias foram preparadas com lixas de carbetto de silício com diferentes granulações. Para o grupo controle os discos de dentina

foram obtidos por criofratura para uma superfície sem *smear layer*. Para os demais grupos, os espécimes foram preparados com lixas de granulação 600 e 60, produzindo, respectivamente, uma camada de *smear layer* delgada e outra espessa. Os sistemas adesivos utilizados foram: Clearfil Mega Bond, Non-rinse Conditioner, Prime&Bond NT e Prompt L-Pop. Os espécimes foram desmineralizados e embebidos em resina epóxi para a análise em microscopia de transmissão eletrônica. Para o grupo Mega Bond foi encontrada uma autêntica camada híbrida com espessura entre 0,4-0,5 μm com a presença de *smear plugs* e *smear layer*. Para o grupo que recebeu Non-Rinse Conditioner e Prime&Bond NT também foi encontrada uma camada autêntica com espessura variando de 1,2-2,2 μm de espessura, sendo que a *smear layer* e *smear plugs* foram completamente dissolvidas com os preparos que produziram *smear layer* delgada, enquanto que para a superfície com espessa *smear layer*, observou-se retenção parcial de *smear layer* e *smear plugs* no complexo hibridizado. Para a superfície que recebeu o Prompt L-Pop, observou-se uma camada híbrida de 2,5-5 μm , sendo que a *smear layer* e *smear plugs* foram completamente dissolvidas em ambas as espessuras de *smear layer*. Os pesquisadores destacaram a classificação dos sistemas adesivos autocondicionantes como leve, moderado e agressivo, referindo-se ao potencial iônico dos mesmos. Então, a capacidade de penetração na *smear layer* e desmineralização, em diferentes profundidades, depende da composição desses sistemas. Os sistemas adesivos mais agressivos formam uma camada híbrida mais espessa semelhante àquelas formadas pelos sistemas adesivos que necessitam de condicionamento ácido total.

Zheng et al., em 2001, estudaram o efeito da espessura da camada híbrida, utilizando dois sistemas adesivos, na resistência de união. Foram utilizados 46 molares humanos hígidos onde a porção coronária foi seccionada perpendicularmente, ao longo eixo do dente. Em seguida, a dentina foi abrasionada com lixa de granulação 800. Os

sistemas adesivos avaliados foram o Clearfil Liner Bond 2V (Kuraray) e o Single Bond (3M ESPE) aplicados de acordo com as recomendações do fabricante. Em seguida, foi confeccionada uma coroa de resina composta Clearfil AP-X (Kuraray) com 5 mm de altura e os corpos-de-prova (CP) foram armazenados por 24 h a 37 °C. Depois os CP foram seccionados no seu longo eixo axial em formato de ampulheta para teste de microtração com velocidade de 1 mm/min. Os dados foram submetidos a análise de variância a um fator. Após o teste, as porções fraturadas foram submetidas ao exame de microscopia com aumento de 10X. A espessura da camada híbrida formada foi analisada em microscopia eletrônica de varredura. Os resultados mostraram que quanto mais espessa a camada híbrida, maiores valores de resistência de união foram encontrados para o sistema adesivo Clearfil Liner 2V. O maior valor de resistência de união (57,1 MPa) foi obtido com a maior espessura da camada híbrida (1100-1500 µm), mas este valor de resistência de união não foi significativamente diferente para as espessuras de 700-870 µm de camada híbrida. A relação entre a resistência de união e a espessura de camada híbrida foi positiva. Por outro lado, a resistência de união apresentada pelo Single Bond foi inversamente proporcional à espessura da camada híbrida formada.

Torii et al., em 2002, investigaram o efeito do condicionamento ácido dentinário precedente a utilização do adesivo autocondicionante. Para tanto, os dentes bovinos foram aleatoriamente divididos em quatro grupos. Os tratamentos superficiais foram os seguintes: a) grupo 1: esmalte desgastado com lixa de granulação 600; b) grupo 2: esmalte desgastado e condicionado com ácido fosfórico a 35% por 15 s; c) grupo 3: dentina desgastada; d) grupo 4: dentina condicionada da mesma forma que o grupo 2. Subseqüentemente, cada grupo foi dividido em dois subgrupos (n=10), sendo aplicados dois tipos de sistemas adesivos autocondicionantes: UniFil Bond (UB) e *Clearfil SE Bond* (SE) (Kuraray), seguido da aplicação de uma camada de resina

composta (AP-X), conforme normas do fabricante. Para avaliação do desempenho foi realizado o teste de tração, por meio do qual obtiveram os seguintes resultados: 11,2 MPa (Grupo 1-UB), 14,3 MPa (Grupo 1-SE), 16,3 MPa (Grupo 2-UB), 20,5 MPa (Grupo 2-SE), 13,4 MPa (Grupo 3-UB), 16,7 MPa (Grupo 3-SE), 9,3 MPa (Grupo 4-UB) e 12,6 MPa (Grupo 4-SE). Os testes estatísticos revelaram um aumento significativo nos valores de resistência de união para o esmalte, enquanto que para a dentina houve um decréscimo, também significativo.

Tani e Finger, em 2002, pesquisaram o efeito da espessura da *smear layer* na resistência de adesão de três sistemas adesivos autocondicionantes de passo único que apresentam diferentes pH. Foram utilizados dois sistemas adesivos: AQ Bond (Heraus Kulzer) e Prompt L-Pop (3M ESPE), de pH 2,5 e 1,1, respectivamente; e um sistema adesivo experimental AC Bond (Heraus Kulzer), de pH 2,1. Foram utilizados dentes humanos que tiveram a superfície dentinária exposta com lixa de granulação 80. A padronização da *smear layer* foi realizada da seguinte forma: abrasão úmida com lixas (80, 180, 240, 320, 400, 600 e 4000), com 60 movimentos para cada numeração em direção única. Dois dentes foram preparados com cinco pontas diamantadas (granulação: extra-grossa, grossa, média, fina e extrafina), passadas 30 vezes na superfície do dente, sob leve pressão. A espessura da *smear layer* foi medida por microscopia de luz incidente com aumento de 1000X, promovendo uma leitura de 0,096 μm . Para avaliação da resistência de união ao cisalhamento, foram utilizadas as lixas acima apresentadas seguindo-se a aplicação dos sistemas adesivos e da resina composta Charisma (Heraus Kulzer), de acordo com as instruções do fabricante. Para o sistema adesivo experimental, o protocolo de aplicação foi o seguinte: o adesivo foi aplicado por três vezes consecutivas na dentina levemente seca, após a aplicação leve jato de ar e fotopolimerização por 30 s. Os espécimes foram submetidos ao ensaio de cisalhamento, depois de estocados em água destilada a 37 °C por 24 h. Os resultados

mostraram que houve correlação entre a granulação do material de abrasão e a espessura da *smear layer*. Em relação à resistência ao cisalhamento (SBS), foi verificado que não houve diferença significativa entre os sistemas adesivos quando foram utilizadas as lixas. SBS do AC Bond (18,3 MPa) foi maior que o SBS do AQ Bond e Prompt L-Pop (16,9 MPa). Os pesquisadores concluíram que a espessura da *smear layer* aumenta com o decréscimo do número da lixa utilizada, ou seja, com o aumento da granulação. Apesar da diferença de pH, os três sistemas adesivos testados foram equivalentes em relação à espessura da *smear layer* formada, de 2,6 μm a 0,9 μm .

Ogata et al., em 2002, avaliaram o efeito de diferentes tipos de preparo da superfície dentinária, na resistência de união de sistemas adesivos. Foram utilizados 24 molares humanos onde a porção oclusal em esmalte foi removida e polida com lixa de granulação 600. Os dentes foram divididos em quatro grupos (n=6) de acordo com o tipo de preparo da superfície: broca *carbide* (P12) (12 lâminas) e broca *carbide* (P6) (6 lâminas), em baixa rotação; ponta diamantada (PD) em alta rotação e lixa de carbetto de silício (L600) de granulação 600 (controle). Os dentes foram preparados pelo mesmo operador que passou as pontas trinta vezes na superfície dentinária sob irrigação abundante. No grupo onde foi utilizada a lixa, os dentes foram preparados passando-se vinte vezes sob pressão manual. Após o preparo, os grupos foram subdivididos e foi aplicado os sistemas adesivos Mac-Bond II (Tokuyama) ou Single Bond (3M ESPE), de acordo com as recomendações do fabricante. Após esta etapa, foi confeccionado em cada dente, um bloco de resina composta Clearfil AP-X (Kuraray), e mantido a 37 °C por 24 h. Foram obtidos corpos-de-prova (CP) em forma de ampulheta apresentando área adesiva de aproximadamente 1 mm². Os CP foram testados com velocidade de 1 mm/min em teste de tração. Os dados foram submetidos a ANOVA dois fatores e teste PLSD Fisher (p<0.05). Os resultados mostraram que para o Mac-Bond II, não houve diferença significativa entre

os grupos preparados com as pontas laminadas e o grupo controle. O grupo ponta diamantada obteve menor resistência à tração que os grupos preparados com as pontas laminadas, porém não significativa, comparado com o grupo controle. Quando foi aplicado o sistema adesivo Single Bond, o grupo P6 apresentou menores valores de resistência de união ($43,7 \pm 7,5$ MPa), mas não significativa entre os outros grupos e o controle (L600: $35,4 \pm 9,9$ MPa; P12: $34,1 \pm 9,7$ MPa; PD: $37,6 \pm 8,1$ MPa). A análise estatística revelou que há correlação entre o sistema adesivo e o método de preparo da superfície dentinária e que a maioria dos espécimes apresentou falha adesiva.

Arrais e Giannini, em 2002, avaliaram as diferenças dimensionais desta camada, quando estabelecida a união entre a dentina humana e quatro sistemas adesivos (n=8): um convencional de múltiplos passos (Scotchbond Multipurpose Plus - SM), um convencional de frasco único (Single Bond - SB) e dois autocondicionantes (Etch & Prime 3.0 - EP e Clearfil SE Bond - CB). As amostras foram preparadas desgastando-se a oclusal dentinária de molares humanos, sobre as quais, após aplicação dos sistemas adesivos e da resina composta, foi analisado o perfil de penetração resinosa por meio de MEV. Os perfis pré-seccionados foram polidos com lixas de óxido de alumínio de granulação 600, 1000 e 1200, respectivamente; e com pastas de diamante. Em seguida, para facilitar a visualização da camada híbrida na interface dentina-resina, foi aplicado ácido fosfórico a 37% por cinco segundos. Na preparação para análise em MEV, as amostras foram fixadas em solução Karnovsky, pós-fixadas em tetróxido de ósmio, desidratadas em concentrações ascendentes de acetona (30%, 50%, 70%, 90% e 100%), e secas ao ponto crítico em aparelho com CO_2 e metalizadas com ouro. As medidas de espessura da camada híbrida foram analisadas estatisticamente por ANOVA, para os diversos sistemas. Foram registradas espessuras de camada híbrida de diferentes valores para cada tipo de sistema utilizado, sendo o SM, o responsável por produzir a de maior espessura, seguida

pelo SB. Enquanto os adesivos EP e CB resultaram em espessuras de menores valores.

Vieira e Vieira (2002) compararam as pontas diamantadas convencionais (DC) em turbina de alta-rotação, às pontas CVD utilizadas em aparelho de ultra-som. Clinicamente, compararam-se fatores como: refrigeração, acesso, ruído, visibilidade e durabilidade. Em teste *in vitro*, foram realizados estudos comparativos em microscopia eletrônica de varredura, para se verificar a limpeza e o estado das paredes cavitárias, utilizando-se dentes humanos. As observações clínicas dos pesquisadores mostraram que o ruído produzido pela ponta CVD acoplada em aparelho de ultra-som não está associado ao intenso ruído das pontas DC acopladas a turbina de alta-rotação. Foi observado também que a visibilidade da área de trabalho é superior, devido à haste longa adaptada ao aparelho de ultra-som, impedindo a obstrução da visão do profissional como acontece com a turbina de alta-rotação. A angulação da haste das pontas CVD é possível porque a ponta não gira, apenas vibra; este fator favorece o acesso da ponta a diversas regiões do preparo cavitário, sem a necessidade de remoção de estrutura dentária sadia, ocasionalmente realizada com o uso das pontas DC em alta-rotação. A água corre pela haste do sistema CVD, gotejando na ponta ativa, sendo eficaz mesmo em cavidades de pequena abertura, diferente das pontas DC onde o spray de água que deveria atingir a extremidade da ponta DC pode ser obstruído por uma face do dente subjacente ou mesmo por uma parede do próprio dente. Devido à deposição do diamante CVD ocorrer através de ligações químicas, as suas partículas não se desprendem da ponta como ocorre nas pontas DC. Para o estudo *in vitro*, foram confeccionadas duas cavidades na região mais cervical de cada dente, uma com a ponta CVD esférica e outra com ponta DC de tamanho semelhante. As cavidades foram então analisadas com lupa esterioscópica com ampliação de 10X e 70X, sendo as paredes axiais fotografadas. A segunda análise foi feita em microscopia eletrônica de

varredura. Das cavidades confeccionadas em alta-rotação, 85% apresentaram estrias circulares em suas paredes e para as cavidades confeccionadas em ultra-som, apenas 20% das paredes apresentaram estrias. Para as cavidades confeccionadas com pontas DC, observou-se que 95% apresentaram espessa *smear layer* e ausência de túbulos dentinários abertos e 5% apresentaram *smear layer* fina com alguns túbulos abertos. Nas cavidades confeccionadas com pontas CVD, apenas 20% apresentaram túbulos dentinários obstruídos com fina camada de *smear layer* e 80% apresentaram túbulos dentinários abertos e pequenas regiões sem *smear layer*.

Lopes et al., em 2003, compararam valores de resistência a união sobre esmalte e dentina humanos, com valores obtidos em dentes bovinos. Os dentes foram desgastados na superfície oclusal e proximal com lixas de granulação 180, 400 e 600, criando uma superfície de 5 mm de diâmetro no esmalte e na dentina. Em seguida foi realizado o procedimento adesivo de acordo com as instruções do fabricante, utilizando-se: Scotchbond Multi-Purpose (SB), 3M, e Clearfil Liner Bond 2V (CL), Kuraray. Foi utilizada então, uma matriz de metal de 4 mm de diâmetro e 5 mm de altura para a inserção da resina composta (Z100, 3M) em três incrementos, onde cada um foi fotopolimerizado por 40 s. Os espécimes foram armazenados em água destilada a 37 °C por 24 h. Após este período os espécimes foram posicionados para o teste de cisalhamento com velocidade de 0.5 mm/min. Os dados foram analisados estatisticamente com ANOVA e Tukey ($p=5$). Os resultados não mostraram diferença significativa no esmalte entre dentes humanos (7,36 MPa) e bovinos (8,24 MPa) para o grupo SB, e para o grupo CL (10,1 MPa, dentes humanos e 7,95 MPa, dentes bovinos). Verificou-se também que o grupo SB apresentou média estatisticamente inferior em dentina humana (7,01 MPa), quando comparado à dentina bovina (11,74 MPa). Para o grupo CL, não houve diferença significativa entre os substratos humanos. Os autores concluíram que:

- a) quando se utilizou o sistema adesivo CL, esmalte e dentina, humana e bovina, obtiveram valores equivalentes;
- b) O sistema adesivo SB não apresentou diferença significativa no esmalte, porém apresentou valores mais altos de resistência de união em dentina bovina comparada a dentina humana;
- c) a utilização de dentes bovinos no lugar dos humanos em teste de cisalhamento é válida, já que apresentaram valores equivalentes.

Para determinar o efeito sobre a dentina de vários métodos de preparo da superfície associados aos diferentes sistemas adesivos, Oliveira et al., em 2003, avaliaram a resistência de união através de teste de cisalhamento. Foram utilizados os seguintes métodos de preparo da dentina: broca *carbide* (G1), pontas diamantadas fina (G2) e grossa (G3) e discos de lixa de óxido de silício de granulações 600 (G4), 320 (G5) e 240 (G6) e disco de alumina (G7). Os sistemas adesivos utilizados foram: Clearfil SE Bond (CSE), Kuraray, autocondicionante e Single Bond (SB), 3M ESPE, de condicionamento total. Foram utilizados molares humanos hígidos cortados em duas partes sagitalmente. As superfícies proximais foram desgastadas para remoção do esmalte e exposição da dentina superficial. Em seguida, os preparos foram realizados na dentina exposta e posteriormente os grupos foram subdivididos para aplicação do sistema adesivo e inserção da resina composta. Os espécimes foram mantidos a 37 °C por 24 h em 100% de umidade, para depois serem montados em um aparelho para o teste de cisalhamento com velocidade de 0,5 mm/min. Alguns espécimes foram preparados para observação em microscópio eletrônico de varredura, para caracterização da *smear layer*. Os dados foram submetidos a análise estatística utilizando-se ANOVA dois fatores e teste de Tukey ao nível de

significância de 0,05. O grupo 1 obteve os seguintes resultados: $36,2 \pm 5,3$ (CSE) e $22,0 \pm 6,8$ (SB), os valores do grupo 2 foram: $34,1 \pm 5,8$ (CSE); $20,4 \pm 7,9$ (SB); para o grupo 3: $28,9 \pm 7,0$ (CSE); $23,6 \pm 6,2$ (SB). Para os grupos G4, G5 e G6 os valores foram respectivamente: $42,0 \pm 7,5$; $36,6 \pm 7,6$; $35,7 \pm 8,7$ (CSE); $25,4 \pm 6,8$; $21,7 \pm 6,6$; $22,4 \pm 9,0$ (SB); e o grupo 7 obteve os valores: $35,1 \pm 13,8$ (CSE) e $17,0 \pm 6,6$ (SB). Os resultados obtidos conferem ao CSE autocondicionante um maior valor de resistência ao cisalhamento (RC) comparado ao sistema SB, de condicionamento total. A RC diminuiu quando a lixa era mais grossa no grupo do sistema autocondicionante. O grupo da broca *carbide* obteve os resultados mais altos. Este estudo concluiu que embora afetado pelos diferentes métodos de preparo, o grupo do sistema adesivo autocondicionante apresentou valores melhores que o grupo do sistema adesivo de condicionamento total.

Rodrigues Filho e Lodovici, em 2003, apresentaram um protocolo de uso dos sistemas adesivos autocondicionantes, enfatizando que os mesmos preconizam a infiltração dos monômeros concomitantemente ao condicionamento. O desenvolvimento destes materiais foi estimulado porque a técnica de aplicação de sistemas adesivos convencionais é considerada um procedimento de grande sensibilidade e dificuldade. Este fator é particularmente mais crítico em relação ao tecido dentinário, devido a sua complexidade estrutural com alto conteúdo orgânico, composição variável de acordo com a região e pressão intratubular desfavorável, no sentido da polpa para a superfície. Os pesquisadores explicaram que o *primer* contém monômeros acídicos com a finalidade de realizar o condicionamento ao mesmo tempo em que permeia pela rede de colágeno. Desta forma, a *smear layer* é alterada e mantida na interface adesiva. Este fato supera a dificuldade inerente aos sistemas adesivos que requerem o condicionamento ácido como fase separada e a subjetividade da umidade do tecido dentinário após o enxágüe do ácido. Assim, consegue-se uma interface mais homogênea e

estável, melhorando a união adesiva e diminuindo a ocorrência de nanoinfiltração. Uma das grandes vantagens do uso destes materiais está na diminuição significativa da sensibilidade pós-operatória devido à obtenção de uma união adesiva com menor solução de continuidade, falhas estas que permitiriam a penetração de fluidos orais e estímulo dos odontoblastos, desencadeando sensibilidade dolorosa. Por outro lado, os pesquisadores alertaram que devem ser consideradas algumas ressalvas quanto à indicação dos sistemas adesivos autocondicionantes, pelo seu uso relativamente recente. Estes materiais nem sempre propiciam um padrão de condicionamento do esmalte quanto ao alcançado com o condicionamento total com ácido fosfórico, podendo levar a baixos valores de resistência de união. Os autores também enfatizaram a importância da preparação da superfície dentinária com pontas de aço ou carbeto de tungstênio porque possibilita uma camada de *smear layer* mais aderida e mais delgada. Os pesquisadores concluíram que os sistemas adesivos autocondicionantes são promissores e consistem em uma boa alternativa pela facilidade de técnica, garantindo menor influência das variáveis inerentes aos materiais que necessitam de condicionamento ácido prévio, porém esses sistemas necessitam de mais pesquisa clínica.

Trajtenberg et al., em 2004, avaliaram *in vitro* o efeito do laser Er:YAG e de instrumento rotatório na resistência de união na dentina e esmalte humano, variando-se o sistema adesivo, de condicionamento total (Scotchbond Multi-Purpose Plus - SM) e autocondicionante (experimental - EX). Foram utilizados 48 molares humanos que foram desgastados para obtenção de uma superfície plana de esmalte e dentina. Os dentes foram preparados com broca *carbide* e com laser Er:YAG com energia de 260mJ/25Hz para esmalte e de 160mJ/10Hz para dentina. Após a preparação da superfície foram aplicados os sistemas adesivos e foi inserida uma camada de resina composta de 4 mm. Os espécimes foram armazenados por 48 h a 37 °C em 100% de umidade. Os espécimes foram seccionados em placas e depois desgastados em

forma de ampulheta para realização de teste de microtração. Os dados foram submetidos a teste de variância de três fatores (ANOVA) e ao teste de Scheffé. Os resultados mostraram que o maior valor de resistência de união em dentina foi para o sistema adesivo SM onde foi feito condicionamento ácido e preparado com broca *carbide* (35,7 MPa). O SM também obteve os maiores valores em dentina e esmalte irradiados com laser (25,8 e 21,1 MPa). O preparo com broca *carbide* obteve maiores valores comparado com o laser no sistema adesivo EX. Análises feitas em MEV foram realizadas e mostraram ausência de *smear layer* nos dentes irradiados com laser. Os autores concluíram que o condicionamento ácido aumentou os valores da resistência de união.

Dias et al. (2004) comparam a resistência de união em preparos em dentina humana com: disco de lixa d'água de granulação 600, pontas diamantada e *carbide*, associados a três sistemas adesivos autocondicionantes de dois passos, um sistema adesivo de um passo e um sistema adesivo de condicionamento total. Foram utilizados 45 molares humanos livres de cáries. As faces oclusais foram desgastadas até o terço médio. Os dentes foram divididos em três grupos de acordo com o tipo de preparo utilizado: ponta cilíndrica diamantada de granulação média (G1), broca cilíndrica *carbide* (G2) e disco de lixa de granulação 600 (G3). Em seguida, cada grupo foi subdividido de acordo com o sistema adesivo empregado: ABF, Kuraray, de dois passos; Clearfil SE Bond (CSE), Kuraray, de dois passos; Imperva Fluorobond (IF), Shofu, de dois passos; One-Up Bond F (OB), Tokuyama, de passo único; Single Bond (SB), 3M ESPE, de condicionamento total. Após a aplicação do sistema adesivo de acordo com as instruções do fabricante, uma coroa foi erguida de modo incremental com espessura de 4 mm com resina composta da mesma marca comercial dos sistemas adesivos. Os espécimes foram seccionados paralelamente ao seu longo eixo com espessura de 1,4 mm na interface adesiva. Os mesmos espécimes foram analisados em microscopia eletrônica de varredura (MEV). Os dados de

resistência de união foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste de Fisher ($p < 0.05$). Os valores apresentados foram: para o G1, G2 e G3 para ABF respectivamente, $47,3 \pm 11,0$; $57,9 \pm 10,3$; $45,6 \pm 7,5$. Para G1, G2 e G3 e sistema adesivo CSE os resultados foram de $59,0 \pm 8,0$; $71,4 \pm 10,1$; $59,3 \pm 12,4$, respectivamente. Para o sistema adesivo IF e OB, os valores foram para o G1 $37,0 \pm 8,7$ e $35,0 \pm 4,0$; para o G2, $41,2 \pm 12,9$ e $41,9 \pm 7,9$; para o G3 $33,8 \pm 12,3$ e $33,4 \pm 6,1$. Para o sistema adesivo SB os valores foram: G1 $28,6 \pm 6,5$; G2 $36,7 \pm 9,8$ e G3 $31,7 \pm 7,5$. Os resultados obtidos em MPa foram maiores quando utilizada a broca *carbide*. A superfície dentinária estava coberta por uma camada de *smear layer* visível em todos os preparos, porém nos espécimes preparados com disco de lixa os túbulos dentinários apesar de estarem obliterados, estavam mais evidentes. Este estudo mostrou que os diferentes tipos de preparo podem influenciar a interação entre adesivo e substrato e que a melhor resistência de união foi obtida com a broca *carbide*.

Giannini et al. (2004) analisaram a interface de união resina composta-dentina após a utilização de tecnologias alternativas de preparo cavitário. Foram utilizados três sistemas adesivos autocondicionantes, Clearfil SE Bond (Kuraray) (CS), Tyrian (TY) (Bisco), Unifil-Bond (UB) (GC Corp) e um de condicionamento ácido total, Single Bond (SB) (3M ESPE). Foram utilizados molares humanos onde foi removida a porção de esmalte oclusal e assim expondo-se a dentina para o preparo da superfície com: Laser Er:YAG (LA) com 200 mJ/4Hz; ponta CVD (CVD) acoplada em aparelho de ultra-som e lixa de carbetto de silício de granulação 600 (LI). Obteve-se assim 12 grupos com $n=3$. Os sistemas adesivos foram aplicados de acordo com as recomendações dos fabricantes para em seguida ser confeccionado um bloco de 5 mm de resina composta na superfície dentinária. Os espécimes foram armazenados por 24 h a 37 °C para então serem seccionados em série com 2 mm de espessura, no sentido méso-distal obtendo-se assim três

fatias. Estas fatias foram polidas, fixadas, secas ao ponto crítico e metalizadas para análise em MEV. Observou-se que as amostras tratadas com LA obtiveram uma diminuição na espessura da camada híbrida, porém com formação de *tags* profundos quando comparados ao preparo com LI. Para o preparo com CVD houve formação de camada híbrida, porém pouca penetração do sistema adesivo no interior dos túbulos dentinários. Para o sistema adesivo SB os preparos com LI e CVD foram semelhantes. Os pesquisadores concluíram que as superfícies preparadas com LA e CVD podem influenciar na formação da camada híbrida para os sistemas adesivos testados em dentina.

Wang e Spencer (2004) realizaram um estudo cuja proposta foi de promover informações diretas e compreensíveis a respeito da morfologia, qualidade e química da interface adesiva. Foram utilizados 18 molares humanos que foram seccionados no terço médio coronal e a dentina foi preparada para aplicação dos seguintes sistemas adesivos: Clearfil SE Bond (Kuraray), de dois passos; One-Up Bond F (Tokuyama) e Prompt L-Pop (3M ESPE), ambos de um passo só. A superfície de dentina tratada foi seccionada perpendicular e paralelamente à superfície adesiva. Os espécimes foram submetidos a três tipos de análises que geraram resultados quantitativos (espessura) e qualitativos (grau de complexidade). Os resultados encontrados mostraram que a diferença de agressividade dos sistemas adesivos (pH), provoca diferenças na camada híbrida, da seguinte forma: quanto menor o pH, maior a espessura da camada híbrida e que os sistemas adesivos autocondicionantes de passo único geram uma camada híbrida mais complexa.

Anido, em 2005, comparou a dentina humana (H) e bovina (B) quanto à profundidade de desmineralização com ácido fosfórico a 37% (AF) e com *primer* ácido (PR) e quanto à espessura da hibridização empregando-se um sistema adesivo autocondicionante Clearfil SE *Bond* - Kuraray (CS) e convencional Adper Single Bond - 3M ESPE (SB), seguindo instruções dos fabricantes. Foram utilizados 15

incisivos humanos e 15 bovinos, de onde foram obtidas fatias de dentina da porção vestibular de 10 dentes, destinadas à análise da desmineralização. Os espécimes receberam uma camada de verniz em sua porção cervical (controle). Após o tratamento com o ácido fosfórico ou com o *primer*, as fatias foram fraturadas. Cinco dentes humanos e bovinos destinaram-se à análise da hibridização na porção média de dentina. Em seguida os espécimes foram seccionados, divididos em duas hemicoas, isolados com verniz (controle), submetidos ao SB e CS e ao desafio químico ácido-base. As amostras foram processadas para análise ao MEV do perfil de adesão e desmineralização. Foram obtidas quatro medidas e a média para cada amostra, com as quais se realizou ANOVA ($p < 0,05$) e teste Tukey (5%). Os grupos apresentaram resultados em μm , semelhantes estatisticamente, para a profundidade de desmineralização com AF (H: $4,62 \pm 1,14$; B: $4,92 \pm 1,12$) e PR (H: $1,41 \pm 0,20$ e B: $1,57 \pm 0,16$) e para hibridização com CS (H: $1,53 \pm 0,11$; B: $1,97 \pm 0,16$) e SB (H: $3,43 \pm 1,13$; B: $4,31 \pm 1,28$). Os autores concluíram que: H e B apresentaram comportamento similar durante os procedimentos adesivos; SB promoveu maior profundidade de desmineralização e espessura de hibridização; e que B podem substituir H em estudos laboratoriais.

Em 2005, Rocha comparou a resistência de união de dois sistemas adesivos autocondicionantes com diferentes métodos de preparo de dentina. Foram utilizados 32 molares humanos que foram preparados com ponta diamantada (PD) em turbina de alta-rotação ou ponta CVD (CVD) acoplada em aparelho de ultra-som. Os sistemas adesivos utilizados foram: Clearfil SE Bond (CS) (Kuraray) ou One-Up Bond F (OB) (Tokuyama) que foram aplicados de acordo com as recomendações do fabricante. Em seguida, foram confeccionados blocos em resina composta com 5 mm de altura. Após estocagem por 24 h a 37°C , os espécimes foram seccionados em série nos sentidos mesio-distal e vestibulo-lingual, obtendo-se palitos, com secção transversal de aproximadamente $0,8 \text{ mm}^2$. Os espécimes foram submetidos a teste de

microtração com velocidade de 0,5 mm/min. Os dados foram analisados estatisticamente com ANOVA e teste de Tukey (5%). Os resultados demonstraram os seguintes valores em MPa: no grupo PD+CS: $24,06 \pm 8,84$; PD+OB: $15,03 \pm 8,61$; CVD+CS: $39,90 \pm 8,24$; CVD+OB: $15,03 \pm 8,61$. A conclusão foi que o sistema adesivo CS apresentou superioridade significativa de resistência de união em relação ao preparo com ponta CVD, o método de preparo da dentina interferiu no desempenho do CS, porém não influenciou o desempenho do OB.

Van Meerbeek et al., em 2005, discutiram os principais pontos negativos inerentes a estes sistemas. Assim, consideraram que, além da formação da camada híbrida, os adesivos autocondicionantes poderiam oferecer a vantagem adicional de formar uma interação química entre os monômeros funcionais e a hidroxiapatita residual. Contudo, os adesivos autocondicionantes de um passo técnico são comumente associados com uma baixa resistência de adesão, a qual poderia ser atribuída em parte à dissolução de monômeros hidrófilos e hidrófobos em uma relativamente alta concentração de solventes. Dentro desta mistura instável, a presença da água também é essencial como um meio de ionização para desencadear a atividade autocondicionante do adesivo. Por serem altamente hidrófilos, os adesivos autocondicionantes de um único passo têm sido reportados como uma membrana semipermeável, permitindo a passagem de fluidos e comprometendo seriamente a durabilidade de união. Os sistemas adesivos de um passo sem a presença de HEMA são propensos a uma separação de fase, que é responsável pela baixa efetividade na adesão. Entretanto, empregando-se uma técnica apropriada de secagem ou de evaporação do solvente a efetividade de união é aumentada, por remover substancialmente a quantidade de água destes sistemas adesivos.

Martins et al. (2006) analisaram, através de microscopia eletrônica de varredura, o padrão de condicionamento da dentina após a aplicação do *primer* condicionante de um sistema adesivo

autocondicionante e de outro de condicionamento total com ácido fosfórico a 37%, variando-se o instrumento de preparo da superfície dentinária. Foram utilizados 30 dentes humanos recém extraídos que tiveram sua face oclusal aplainada e posteriormente preparada com ponta diamantada, broca *carbide* ou ponta CVD, esta última acoplada em aparelho de ultra-som. Três tipos de tratamento superficial foram realizados: um grupo sem tratamento de superfície (grupo controle), um grupo com condicionamento com ácido fosfórico a 37% por 15 s e em seguida enxágüe, e outro grupo com sistema adesivo autocondicionante Clearfil Liner Bond II, utilizando-se apenas o *primer* por 10 s com aplicação ativa. Nos preparos realizados com ponta CVD a *smear layer* apresentava-se em flocos com alguns túbulos dentinários abertos, enquanto que nos preparos com pontas diamantadas convencionais a *smear layer* apresentava-se mais espessa. Os autores concluíram que quando aplicado um *primer* autocondicionante sobre a dentina preparada com ponta ultra-sônica tem-se uma dentina com padrão de morfologia superficial de condicionamento superior à dentina preparada com ponta diamantada e brocas *carbide*.

Em 2006, Rocha et al. avaliaram os efeitos do preparo da superfície dentinária em 24 molares humanos. Os dentes foram cortados de modo que o esmalte fosse removido e que a dentina superficial fosse exposta. Os dentes foram distribuídos aleatoriamente em três grupos de acordo com o método de preparo da dentina: ponta diamantada em turbina de alta rotação, broca *carbide* de tungstênio em baixa rotação ou disco de lixa de granulação 600. Após o preparo os grupos foram divididos novamente de acordo com o sistema adesivo aplicado: Clearfil SE Bond (CSE), Kuraray; One-Up Bond F (OB), Tokuyama. Estes sistemas adesivos foram aplicados de acordo com as instruções do fabricante. Uma camada de resina composta foi erguida sobre a superfície com 6 mm de espessura e fotopolimerizada por 40 s. Os espécimes foram seccionados em formato retangular com área de secção de 0.8 mm² e

fixados em um dispositivo de microtração para o ensaio com velocidade de 0.5 mm/min. Os resultados foram analisados pelo ANOVA dois fatores e teste de Tukey ($p < 0,05$). Os valores obtidos em MPa foram para o grupo com ponta diamantada: $24,9 \pm 7,9$ (CSE) e $14,5 \pm 5,0$ (OB); para a broca *carbide*, $17,5 \pm 7,0$ (CSE) e $13,5 \pm 1,8$ (OB); e para disco de lixa, $28,4 \pm 6,9$ (CSE) e $17,2 \pm 5,7$ (OB). Os grupos em que foi utilizado o sistema adesivo CSE mostraram maiores valores de resistência à união (RU) para todos os preparos de superfície. A superfície de dentina preparada com brocas *carbide* em baixa rotação reduziu a RU para o sistema adesivo CSE; entretanto, a RU do sistema adesivo OB não foi afetada pelos diferentes tipos de preparo. Portanto, a conclusão foi que a RU é dependente do material utilizado.

Uekusa et al. (2007) avaliaram a resistência de união em dentina de dentes bovinos, utilizando teste de microtração. Foram testados dois tipos de sistemas adesivos autocondicionantes de um passo, Clearfil 3S Bond (C3S), Kuraray; e One-Up Bond F Plus (OB), Tokuyama. As raízes dos incisivos bovinos foram removidas e a coroa desgastada na face vestibular até a exposição da dentina, com o auxílio de uma lixa d'água de granulação 600. Após o desgaste, os dentes foram limpos em ultra-som por 3 min. Antes da aplicação do sistema adesivo, a dentina foi lavada em água destilada, e seca com jato de ar. Os sistemas adesivos foram aplicados de acordo com as instruções do fabricante e polimerizados. Com o auxílio de uma matriz de teflon, a resina composta foi inserida na superfície dentinária com 2 mm de espessura e fotopolimerizada por 40 s. As resinas compostas utilizadas com cada sistema adesivo pertenciam ao mesmo fabricante. Os espécimes foram conservados em água destilada a 37 °C por 24 h. Os espécimes foram seccionados em fatias e posteriormente aparadas em formato de ampulheta. A secção transversal foi de aproximadamente de 0.01 mm. O ensaio de microtração foi realizado com velocidade de 1 mm/min e o modo de falha foi classificado em adesiva resina/dentina, coesiva em

resina e coesiva em dentina. Foram feitas observações em microscópio eletrônico de varredura (MEV). Os dados foram submetidos aos seguintes testes estatísticos: ANOVA um fator e Student ($p < 0,05$). Não houve diferença significativa entre os sistemas adesivos. Os resultados obtidos foram de $41,1 \pm 10,1$ MPa para o grupo C3S e de $42,3 \pm 6,0$ MPa para o grupo OB. Observações feitas em MEV mostraram que a *smear layer* foi removida assim como os *smear plugs*. Os autores concluíram que não houve diferença na resistência de união entre os sistemas adesivos utilizados.

Sattabanasuk et al. (2007) realizaram teste de microtração e análise das estruturas micromorfológicas da dentina. Foram utilizados dois tipos de sistemas adesivos, Clearfil SE Bond (CSE), Kuraray, autocondicionante, e OptiBond FL (OB), Kerr, de condicionamento total. Foram utilizados 60 molares humanos, onde parte da coroa foi removida. Para remoção do esmalte remanescente foram utilizados seis tipos de preparo diferentes: lixa de papel de granulação P120 (G1), P400 (G2), P1200 (G3), ponta diamantada de granulação média (G4) e fina (G5), broca *carbide* (G6). Após o preparo da superfície cada espécime recebeu um sistema adesivo aplicado de acordo com as recomendações do fabricante e posteriormente foi inserida uma camada de resina composta de 4 mm de espessura. Os espécimes foram conservados por 24 h em saliva artificial a temperatura ambiente. Depois, foram cortados perpendicularmente a superfície adesiva em quatro partes com formato de barra, com área de secção transversal de aproximadamente 2 mm^2 . Em seguida foram colados em um dispositivo e foi realizado o teste de microtração com velocidade de 1 mm/min. Os dados foram submetidos ao teste ANOVA um fator e Tukey-Kramer com $p < 0,05$. Para o sistema adesivo OB os resultados em MPa foram: G1- $61,7 \pm 13,4$; G2- $63,2 \pm 15,8$; G3- $61,9 \pm 12,6$; G4- $56,7 \pm 11,5$; G5- $66,7 \pm 13,0$; G6- $53,3 \pm 16,7$. Para o sistema adesivo CSE os valores foram: G1- $54,9 \pm 12,0$; G2- $51,1 \pm 19,2$; G3- $43,3 \pm 16,1$; G4- $42,0 \pm 18,4$; G5- $43,4 \pm$

14,9; G6- $41,8 \pm 19,0$. Os resultados mostraram que o grupo que foi preparado com broca carbide obteve o menor valor de resistência de união tanto para o grupo OB quanto para o grupo CSE. Os grupos preparados com pontas diamantadas apresentaram uma *smear layer* mais compacta que os grupos preparados com lixa de papel. Concluiu-se que os diferentes métodos de preparo da dentina afetaram as características da *smear layer*, assim como da topografia da superfície dentinária e também a resistência de união da interface resina-dentina.

Oliveira et al., em 2007, avaliaram a influência de diferentes métodos de preparos na adesão entre agentes adesivos e substrato dentinário. Dentes humanos extraídos (n=6) foram seccionados transversalmente para remoção do esmalte oclusal e exposição da dentina. A dentina foi então preparada utilizando os seguintes métodos: lixa de granulação #600 (G1), abrasão a ar com óxido de alumínio (G2), abrasão ultra-sônica com pontas CVD (G3), e laser Er:YAG (G4). O procedimento adesivo utilizou os seguintes sistemas: Tyrian SPE/One step Plus (TO), Bisco; Clearfil SE Bond (CSE), Kuraray; UniFil Bond (UB), GC; Single Bond (SB), 3M ESPE, este último sendo de condicionamento total. Todos foram aplicados de acordo com as instruções do fabricante. Os espécimes foram restaurados com resina composta com espessura de 5 mm, sendo utilizada a técnica incremental de inserção de 1 em 1 mm e posterior fotopolimerização por 40 s por camada. Os espécimes foram mantidos em água destilada por 24 h a 37 °C. Os dados foram analisados estatisticamente pelo ANOVA dois fatores e Teste de Tukey-Kramer post-hoc, com nível de significância de 5%. Os resultados apresentados em MPa foram os seguintes: para o sistema adesivo TO, G1- $29,9 \pm 4,5$; G2- $21,2 \pm 2,7$; G3- $20,4 \pm 3,8$; G4- $14,2 \pm 4,1$. Para o sistema adesivo CSE, G1- $41,5 \pm 2,9$; G2- $33,0 \pm 5,0$; G3- $23,0 \pm 1,0$; G4- $12,6 \pm 5,0$. Para o sistema adesivo UB, os resultados foram; G1- $20,4 \pm 6,4$; G2- $30,1 \pm 8,6$; G3- $20,5 \pm 4,6$; G4- $11,8 \pm 4,5$. Para o sistema adesivo SB os valores foram: G1- $33,9 \pm 4,7$; G2- $28,5 \pm 1,3$; G3- $24,7 \pm 6,7$; G4- $12,4 \pm 3,6$.

Quando a dentina sofreu abrasão com partículas de óxido de alumínio TO apresentou resistência de união significativamente menor que CSE, o qual apresentou resultados similares aos grupos UF e SB. Para a dentina preparada com lixa #600, a resistência de união do CSE foi maior que os grupos TO e UF, porém similar ao grupo SB. A dentina irradiada com laser Er:YAG resultou em uma redução nos valores da resistência de união para todos os sistemas adesivos testados, mas somente os grupos CSE e SB tiveram uma diminuição significativa. Os autores concluíram que os diferentes métodos de preparo influenciaram nos resultados da resistência de união.

Cardoso et al. (2008) testaram quatro tipos de preparo cavitário: ponta diamantada convencional (G1), ponta CVD acoplada em turbina de alta rotação (G2) e ultra-som (G3), laser Er,Cr:YSGG (G4). Estes tipos de preparos foram associados a diferentes sistemas adesivos: sistemas autocondicionantes, Clearfil SE Bond (CSE), Kuraray; Clearfil S3 Bond (CS3), Kuraray; Adper Prompt L-Pop (AP), 3M ESPE; e um sistema de condicionamento total, OptiBond FL (OB), Kerr. Para testar a resistência de união foi utilizado o teste de microtração. Foram utilizados 64 molares humanos hígidos, onde as coroas foram removidas no seu terço médio. A dentina exposta foi preparada com: ponta diamantada e CVD acoplada em turbina de alta rotação; ponta CVD acoplada em aparelho de ultra-som; e laser Er, Cr: YSGG. Em seguida, os grupos foram subdivididos para a aplicação dos diferentes sistemas adesivos, de acordo com as recomendações do fabricante e, posterior inserção de resina composta com espessura de 5-6 mm. Todos os espécimes foram mantidos em água destilada a 37 °C por 24 h. Em seguida, os espécimes foram seccionados perpendicularmente a interface adesiva, em formato retangular para depois ser desgastado na interface em um formato de ampulheta. Os espécimes foram colados em um *jig* com cola de cianocrilato e procedido o ensaio de microtração. Alguns espécimes foram preparados para observação em microscopia eletrônica de varredura

(MEV). Os resultados foram analisados com o teste pareado Kruskal-Wallis com nível de significância de 5%. Os valores obtidos em MPa foram: para os sistemas adesivos OB e CSE, respectivamente, G1- $63,0 \pm 7,1$ e $41,5 \pm 10,4$; G2- $40,7 \pm 8,9$ e $22,8 \pm 6,6$; G3- $37,9 \pm 14,0$ e $21,6 \pm 4,0$; G4- $34,8 \pm 9,3$ e $20,8 \pm 5,8$. Para os sistemas adesivos CS3 e AP foram: G1- $21,4 \pm 7,5$ e $17,9 \pm 11,0$; G2- $12,0 \pm 7,0$ e $12,0 \pm 7,0$; G3- $10,6 \pm 4,7$ e $9,6 \pm 8,6$; G4- $15,2 \pm 6,7$ e $1,2 \pm 2,6$. Os valores de todos os grupos foram menores que a do grupo que utilizou ponta diamantada convencional, independentemente do sistema adesivo aplicado. Nas observações em MEV a *smear layer* apresentou-se mais espessa nos preparos com pontas diamantadas, enquanto que as pontas CVD em ultra-som produziram uma *smear layer* mais fina e alguns túbulos dentinários abertos. A dentina irradiada pelo laser não apresentou *smear layer* e foram observados túbulos dentinários claramente abertos. O estudo concluiu que o preparo pode influenciar na efetividade da adesão.

Ermis et al. (2008) avaliaram a resistência de união através de teste de microtração, utilizando um sistema adesivo de condicionamento total (controle) e três sistemas adesivos autocondicionantes com diferentes níveis de acidez (forte, médio e fraco) em dentina preparada com três pontas com diferentes granulações (média, fina e extrafina). Foram utilizados os sistemas adesivos autocondicionantes Adper Prompt L-Pop, 3M ESPE, (AP), de um passo com ácido forte; Clearfil SE Bond, Kuraray, (CSE) de dois passos com acidez média; Clearfil S3 Bond, Kuraray, (CS3) de um passo com acidez fraca e o sistema adesivo OptiBond FL, Kerr, (OB) de condicionamento total de três passos (grupo controle). Foram utilizados dentes humanos extraídos, onde as coroas foram seccionadas no terço médio. Após a dentina ser exposta, os espécimes foram divididos em três grupos de acordo com o preparo da dentina com pontas de granulação média, fina e extrafina. Os quatro sistemas adesivos foram aplicados em três dentes de cada grupo de acordo com as especificações dos fabricantes. Em seguida

foi aplicada resina composta em incrementos, na superfície de dentina preparada com espessura de 5-6 mm. Os espécimes foram mantidos por 24 h em água destilada a 37 °C. Os dentes foram cortados perpendicularmente em pequenos retângulos de aproximadamente 0,90 mm² de secção transversal. Os dados foram submetidos ao teste de ANOVA dois fatores, post hoc Tukey com comparação múltipla. Os resultados obtidos mostraram que os diferentes tipos de granulação das pontas não afetaram as propriedades mecânicas da interface, exceto para o sistema adesivo autocondicionante CS3 de acidez fraca de um passo, que obteve um resultado melhor (34,4 ± 22,3 MPa) quando foi utilizada uma ponta de menor granulação no preparo da dentina. Conclui-se neste estudo que para os sistemas adesivos de condicionamento total OB e autocondicionante de acidez forte, o tipo de ponta utilizada não influenciou na eficácia da adesividade. Entretanto, nos sistemas adesivos (CS3) de acidez fraca a adesividade pode ser significativamente aumentada utilizando as pontas de granulação fina para acabamento.

Yiu et al. (2008) examinaram os efeitos do preparo da dentina com diferentes pontas e velocidades na resistência de união, utilizando-se dois tipos de adesivos autocondicionantes. Foram utilizados 50 molares humanos divididos em 5 grupos (n=10) , ponta diamantada e broca *carbide* em alta-rotação, ponta diamantada e broca *carbide* em baixa-rotação e lixa de granulação 600 (controle). Os sistemas adesivos utilizados foram o Clearfil SE Bond (Kuraray) de dois passos, e Clearfil S3 Bond (Kuraray) de passo único. Após os preparos com as pontas e brocas, os sistemas adesivos foram aplicados, e um bloco de resina composta foi confeccionado. Este conjunto foi seccionado em palitos e submetido ao teste de microtração com velocidade de 1 mm/min. Os dados foram submetido ao teste ANOVA a dois fatores e ao teste de comparação múltipla de Tukey (5%). O grupo preparado com lixa 600 e com Clearfil SE Bond obteve os resultados mais altos (47,3 ± 7,4 MPa), enquanto o grupo Clearfil S3 Bond+ponta diamantada em alta-rotação

obteve os menores resultados ($40,8 \pm 6,1$ MPa) . Os autores concluíram que os maiores valores de resistência de união foram encontrados nos grupos preparados com brocas *carbide* e onde foi aplicado o sistema adesivo Clearfil SE Bond.

Botta et al., em 2009, avaliaram a influência do preparo cavitário e dos métodos de aplicação do primer sobre a adesão entre resina composta e um sistema adesivo autocondicionante. Foram utilizados 48 molares humanos divididos em 6 grupos de acordo com o método de preparo (lixa de granulação 600, ponta diamantada e laser Er:YAG) e de acordo com a aplicação do *primer* (passiva ou ativa). Os dentes foram desgastados até a dentina e preparados segundo os métodos citados. O sistema adesivo Clearfil SE Bond (Kuraray) foi aplicado de maneira passiva e ativa e depois foi confeccionado um bloco em resina composta com 5 mm de espessura. Em seguida, este conjunto foi armazenado em água destilada a 37 °C por 24 h para posteriormente ser seccionado em palitos com área transversal de aproximadamente 1 mm². Foi realizado teste de microtração e análise morfológica em MEV. Os resultados obtiveram diferença significativa em seus valores tanto para o método de preparo quanto para a aplicação do *primer*. Os valores mais altos de resistência de união foram obtidos pelos grupos preparados com lixa 600 e para aplicação ativa do *primer*. Os autores concluíram que o método de preparo da superfície, assim como o modo de aplicação do *primer*, influenciou na resistência de união.

Kameyama et al., em 2009, realizaram um estudo onde foi avaliada a influência do laser Er:YAG na resistência de união na dentina utilizando-se três sistemas adesivos de passo único AQ Bond Plus (AQ), G-Bond (GB), Clearfil Tri-S Bond (CT); e um sistema adesivo autocondicionante de dois passos, Clearfil Megabond (CM). Foram utilizados oito incisivos bovinos, que foram desgastados na face vestibular até a dentina. O laser Er:YAG foi aplicado na superfície de apenas metade dos espécimes, e posteriormente foi aplicado o sistema adesivo e

foi confeccionada uma restauração em resina composta. Os espécimes foram armazenados por 24 h a 37 °C. Depois foram cortados em palitos e submetidos a teste de tração. Os resultados mostraram que o sistema adesivo CM obteve maior resistência de união na dentina não irradiada por laser, porém foi menos efetivo na dentina irradiada que os três sistemas adesivos de passo único. Ao contrário do sistema adesivo AQ que produziu uma efetiva resistência de união em dentina irradiada e não irradiada. Os autores concluíram que os sistemas adesivos de passo único testados no estudo foram tão efetivos quanto os de dois passos quando a dentina foi irradiada com o laser de Er:YAG.

3 PROPOSIÇÃO

Avaliar a influência do preparo da superfície dentinária com ponta diamantada de granulação média acoplada em turbina de alta rotação; ponta CVDentus® acoplada em aparelho de ultra-som; e com laser Er:YAG, na resistência de união à dentina bovina, utilizando-se um sistema adesivo de condicionamento total e dois autocondicionantes.

4 MATERIAL E MÉTODO

A presente pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Animais sob o protocolo nº 032/2009-PA/CEP (Anexo 1).

Foram utilizados 108 incisivos bovinos recém-extraídos, limpos e armazenados em água destilada e deionizada e em freezer à -18 °C 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 esmalte-cimento. Somente as coroas dentárias foram utilizadas (Figura 1A).

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 (Figura 1B). As superfícies vestibulares foram desgastadas utilizando-se lixas d'água de granulação 80, acopladas a uma polítrix circular (DP-10, Panambra, São Paulo-SP, Brasil), sob refrigeração com água, até a exposição de uma área de aproximadamente 4 mm de diâmetro de dentina (Figura 1C). A espessura da dentina remanescente foi padronizada em 2,1 mm com o auxílio de um espessímetro inserido no acesso lingual previamente realizado (Figura 1D). Após a padronização, foi inserida cera utilidade na câmara pulpar com a finalidade de impedir a penetração da resina acrílica aplicada posteriormente (Figura 1E). 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 em formato cilíndrico confeccionado em silicone com 2 cm de diâmetro e 1,5 cm de altura (Figura 1F).

Os espécimes foram aleatoriamente divididos em três grupos, de acordo com o tipo de preparo cavitário: ponta diamantada (PD) cilíndrica de granulação média, acoplada em turbina de alta rotação; ponta CVDentus® (CVD), acoplada em aparelho de ultra-som e laser Er:YAG (LA).

Cada um destes grupos foi subdividido em mais três grupos, de acordo com o sistema adesivo utilizado: um de condicionamento total, Adper Single Bond 2 (SB) (3M ESPE), e outros dois autocondicionantes, Clearfil SE Bond (CS) (Kuraray Medical Inc., Okayama, Japão) e Adper Se Plus (AS) (3M ESPE).

Os dentes foram divididos aleatoriamente de acordo com o tipo de preparo da superfície da dentina e dos sistemas adesivos utilizados, sendo 12 dentes para cada grupo. A distribuição experimental foi realizada do seguinte modo:

- **Grupo 1:** Dentina preparada com ponta diamantada + Sistema Adesivo Adper Single Bond 2 (3M ESPE);
- **Grupo 2:** Dentina preparada com ponta diamantada + Sistema Adesivo Adper SE Plus (3M ESPE);
- **Grupo 3:** Dentina preparada com ponta diamantada + Sistema Adesivo Clearfil SE Bond (Kuraray);
- **Grupo 4:** Dentina preparada com ponta CVD + Sistema Adesivo Adper Single Bond 2 (3M ESPE);
- **Grupo 5:** Dentina preparada com ponta CVD + Sistema Adesivo Adper SE Plus (3M ESPE);

- **Grupo 6:** Dentina preparada com CVD + Sistema Adesivo Clearfil SE Bond (Kuraray);
- **Grupo 7:** Dentina preparada com laser Er:YAG + Sistema Adesivo Adper Single Bond 2 (3M ESPE);
- **Grupo 8:** Dentina preparada com laser Er:YAG + Sistema Adesivo Adper SE Plus (3M ESPE);
- **Grupo 9:** Dentina preparada com laser Er:YAG + Sistema Adesivo Clearfil SE Bond (Kuraray);

4.1 Preparo da superfície dentinária

4.1.1 Ponta diamantada

Foi utilizada uma ponta diamantada cilíndrica nº 3098 de granulação média (KG Sorensen – Barueri-SP, Brasil) acoplada a uma turbina de alta rotação (Kavo Super Torque 625, Joinville-SC, Brasil). Os preparos foram realizados todos de uma só vez pelo mesmo operador. Para a padronização da espessura de desgaste, foram utilizadas dez coroas não embutidas em resina acrílica, onde a ponta foi passada horizontalmente 20 vezes sobre a superfície da dentina sob pressão suave e constante. A espessura de dentina remanescente foi medida com o auxílio de um espessímetro e observou-se que a remoção do tecido dentinário situava-se entre 0,05 e 0,1 mm, mantendo-se, portanto a padronização de desgaste em no máximo 0,1 mm. Esta padronização foi adotada para que fosse mantida a dentina superficial após o preparo. Os preparos foram realizados apenas no

sentido mesio-distal, sob refrigeração com água, para que houvesse a produção de *smear layer* (Figura 1G).

4.1.2 Ponta CVDentus®

Foi utilizada uma ponta diamantada cilíndrica com diâmetro de 1 mm e comprimento de 4 mm (modelo C1 – Clorovale Diamantes, São José dos Campos-SP, Brasil), acoplada a um aparelho de ultra-som (Profi I AS Ceramic - Dabi Atlante, Ribeirão Preto-SP, Brasil) com 70% de potência. O preparo foi padronizado do mesmo modo descrito acima para a ponta diamantada convencional, exceto que a ponta CVD foi passada verticalmente com movimentos intermitentes nos sentidos mesio-distal e cervico-incisal 30 vezes sobre a superfície dentinária dos espécimes para a obtenção da mesma espessura de desgaste (Figura 1H).

4.1.3 Laser de Er:YAG

Foi utilizado o aparelho de laser de Er:YAG, modelo Kavo Key III Laser (Kavo Co., Alemanha) com comprimento de onda de emissão de 2,94 μm e energia por pulso variável entre 60 e 500 mJ. O laser foi focado a 15 mm da superfície dentária, com o auxílio de uma lima endodôntica calibrada, com 160 mJ de energia por pulso, 10Hz de frequência, resultando em uma densidade de energia de 51,3 J/cm^2 (Trajtenberg et al, 2004). A padronização do desgaste foi realizada da mesma forma descrita acima para

ponta diamantada, exceto que o laser foi passado 10 vezes no sentido mesio-distal sob refrigeração com água (Figura 1I).

4.2 Procedimento adesivo

As especificações dos materiais utilizados nos procedimentos adesivos estão listadas no Quadro 1.

Quadro 1 - Especificações dos materiais utilizados nos procedimentos adesivos

Produto	Características	Fabricante	Composição	Lote
Acid gel	- Ácido fosfórico em gel.	Villevie, Joinville, SC, Brasil.	Ácido fosfórico a 37% e 2% clorexidina.	213
Adper Single Bond 2	-Condicionamento ácido total; - Dois passos; - Frasco único (primer + adesivo).	3M ESPE, St. Paul, MN, EUA.	Álcool etílico; Bis-GMA; sílica tratada com silano (nanopartículas); HEMA; glicerol 1,3-dimetacrilato; copolímero do ácido acrílico e itaconico; diuretano dimetacrilato; água.	7LH
Adper SE Plus	- Autocondicionante; - Dois passos; - Dois frascos; - pH≤1.	3M ESPE, St. Paul, MN, EUA.	<u>Líquido A</u> : água, HEMA, surfactante, corante rosa. <u>Líquido B</u> : UDMA, TEGDMA, TMPTMA (trimetacrilato hidrófobo), HEMA (fosfato), MHP (fosfato metacrilato), nanopartículas de zircônia, canforoquinona (iniciador).	Líquido A: 7AB Líquido B: 8BB
Clearfil SE Bond	Autocondicionante -Dois passos - Dois frascos - pH 1,9-2,0.	Kuraray Medical Inc., Okayama, Japão.	<u>Primer</u> : MDP, HEMA, monômero dimetacrilato, água, fotoiniciador. <u>Adesivo</u> : MDP, HEMA, monômero dimetacrilato, microparticulas, catalisador.	Líquido A e B: 01320A
Filtek Z250	- Resina composta fotopolimerizável.	3M ESPE, St. Paul, MN, EUA	Bis-GMA, UDMA, Bis-HEMA, Zircônia/ Sílica 60% (0,01 a 3,5 µm).	8YR

Nos espécimes onde foi utilizado o Sistema Adesivo Adper Single Bond 2 (3M ESPE) (Figura 2A) foi realizado o seguinte procedimento: foi aplicado ácido fosfórico a 37% (Acid gel, Villevie, Joinville-SC, Brasil) por 15 s, seguido da lavagem da superfície com água por 30 s. Em seguida, a superfície foi seca com papel absorvente sob suave pressão para remoção do excesso de água. Após o condicionamento ácido o sistema adesivo foi aplicado de acordo com as orientações do fabricante: aplicação de duas camadas consecutivas do adesivo, agitação do produto com pincel aplicador (Microbrush Interanational, WI, EUA) por 15 s, secagem suave com jato de ar para evaporação do solvente seguida de fotopolimerização por 10 s.

Nos espécimes que utilizaram o sistema adesivo Clearfil SE Bond (Kuraray) (Figura 2C) o procedimento foi realizado de acordo com o indicado pelo fabricante, inicialmente aplicando-se o *primer*, e aguardando-se 20 s, aplicação de leve jato de ar por 10 s para remoção dos excessos, seguindo-se a aplicação do adesivo e fotopolimerização por 10 s.

Nos espécimes onde foi utilizado o sistema adesivo Adper SE Plus (3M ESPE) (Figura 2B) o procedimento foi realizado de acordo com o fabricante, do seguinte modo: aplicação do *primer* que possui uma coloração rosada em todo o preparo, em seguida aplicação do *Bond* que possui coloração amarelada, agitando por 20 s para posteriormente se aplicar jato de ar por 10 s. Foi repetida a aplicação do *Bond* e fotopolimerizado por 10 s.

Após a utilização dos sistemas adesivos (Figura 2D) foi aplicado sobre cada um dos espécimes a resina composta Filtek 250 (3M ESPE). A resina foi inserida em incrementos de 2 mm, com auxílio de uma matriz de silicone com dimensões de 4x4x4 mm, e foi realizada a fotopolimerização de cada incremento com aparelho CL-K50 (Kondortech, São Carlos-SP, Brasil) com densidade de potência de 500 mW/cm² 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 (Figura 2E).

Os espécimes foram armazenados em recipientes fechados com água destilada a 37 °C por 24 h, em estufa bacteriológica. Após este período, foram realizadas secções paralelas ao longo eixo do dente nos sentidos mésio-distal e vestibulo-lingual, com espessura aproximada de 1 mm, em uma máquina de cortes seriados Labcut 1010 (Extec Technologies Inc., EUA) utilizando-se um disco de diamante em baixa velocidade, sob refrigeração abundante (Figuras 2F e 2G). De cada dente originaram 9 palitos.

Os espécimes (Figura 2H) foram medidos com o auxílio de um paquímetro para cálculo da área de união, depois foram fixado com cola de cianoacrilato em gel no dispositivo de microtração para realização do ensaio de tração na máquina de testes universais (DL-1000, EMIC, São José dos Pinhais- PR, Brasil), com uma célula de carga de 10 kg, a uma velocidade de 1 mm/min, segundo as normas descritas no ISO TR 11405 (Figuras 2I e 2J). Os dados foram expressos em megapascal (MPa).

Os espécimes fraturados foram corados com hematoxilina e analisados em estereomicroscópio X20 (Stemi 2000 – Karl Zeiss, Alemanha) para determinação do tipo de fratura. As fraturas foram classificadas em: coesiva (fratura somente em dentina ou resina), mista (fratura coesiva e adesiva no mesmo espécime) e adesiva (fratura entre resina e dentina). Os resultados obtidos com fratura coesiva em dentina ou em resina foram descartados.

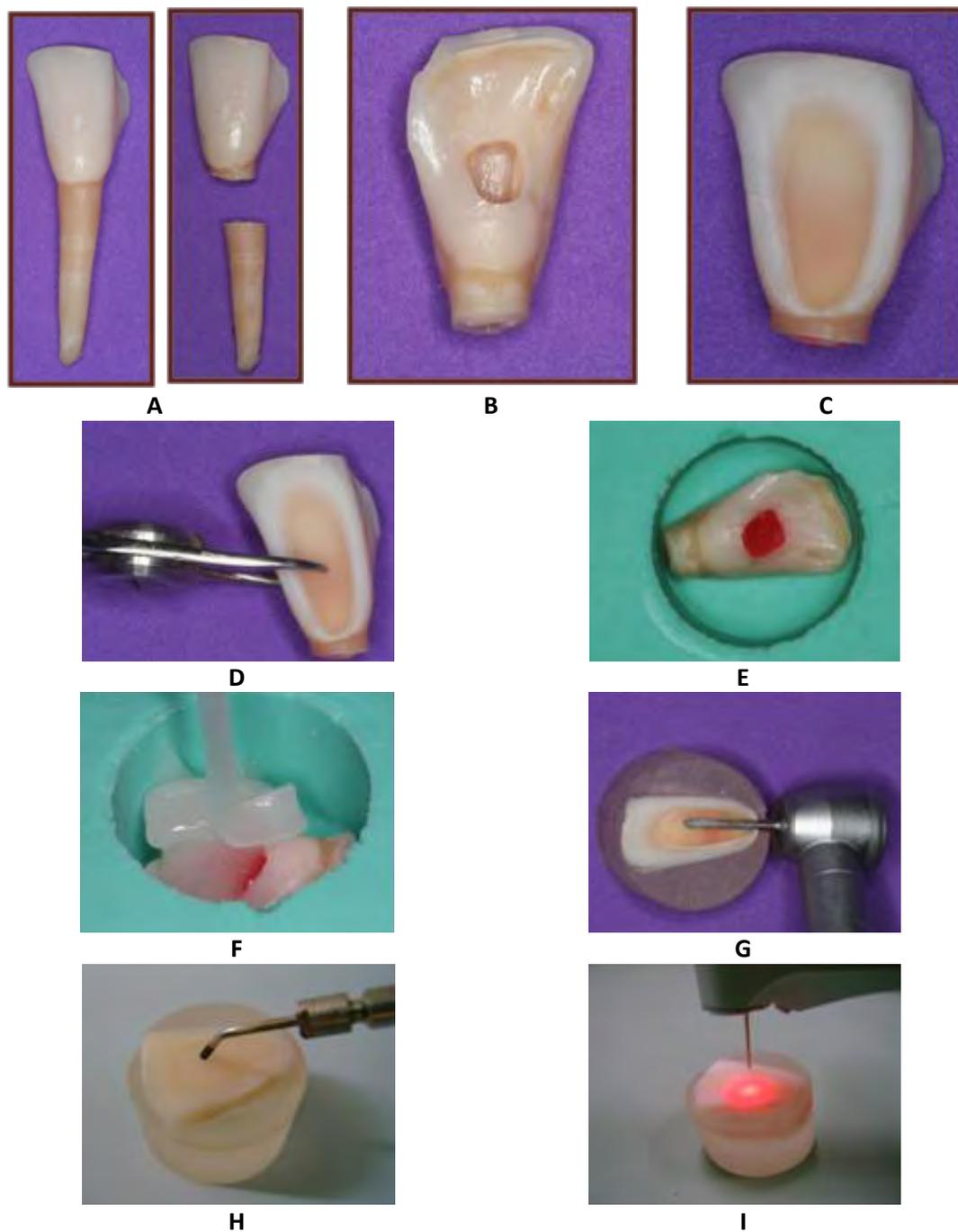


Figura 1 – A) Dente bovino e raiz seccionada; B) Abertura endodôntica; C) Dentina exposta; D) Medição do remanescente dentinário com espessímetro; E) Preenchimento com cera utilidade; F) Embutimento da coroa; G) Preparo com ponta diamantada, H) Preparo com ponta CVD; I) Preparo com laser Er:YAG.

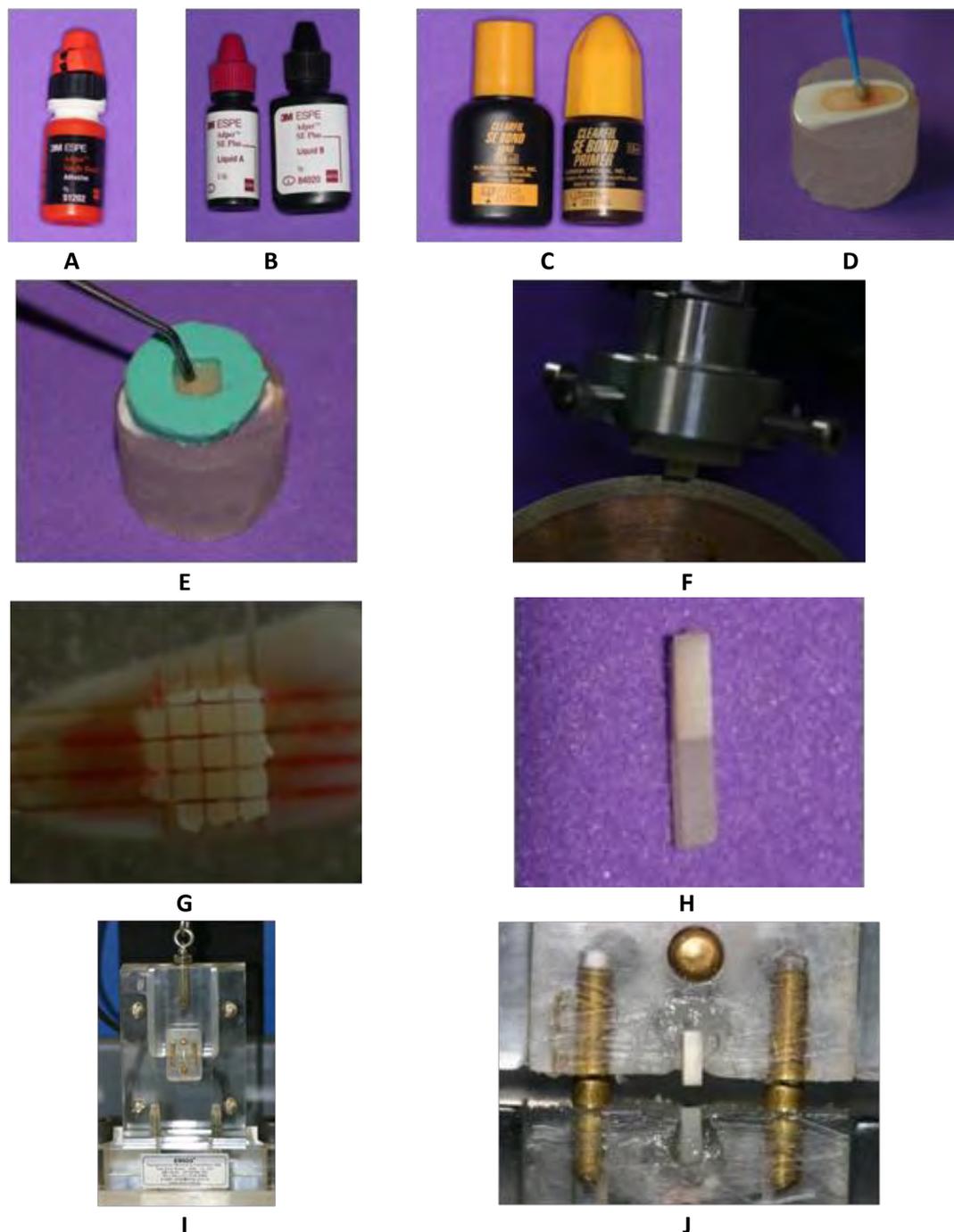


Figura 2 – A) Adper Single Bond 2; B) Clearfil SE Bond; C) Adper SE Plus; D) Aplicação do sistema adesivo; E) Inserção da resina composta; F) Espécime posicionado na máquina de corte; G) Espécime seccionado nos sentidos mesio-distal e cervico-incisal; H) Espécime em forma de palito; I) Dispositivo para microtração montado em máquina de ensaio universal; J) Espécime fraturado após ensaio.

4.3 Análise estatística

Os dados foram obtidos a partir da resistência máxima de cada espécime através do teste de microtração. Sendo a variável resposta obtida frente a diferentes tipos de preparo de superfície e sistemas adesivos. As condições experimentais estabelecidas pelas variáveis preparo de superfície e sistema adesivo foram designadas aleatoriamente aos dentes utilizados.

Na análise através da estatística descritiva obtiveram-se as medidas de tendência central (média) e variabilidade (desvio-padrão). Os dados foram submetidos ainda aos testes estatísticos de análise de variância paramétrica de 2 fatores (ANOVA) e ao teste de Tukey empregando-se um nível de significância de 5%.

A análise estatística foi realizada no programa computacional STATISTIX (versão 8.0, Analytical Software Inc., 2003).

As hipóteses testadas foram:

- a) os diferentes preparos de superfície interferem na resistência de união entre dentina bovina e resina composta e;
- b) o tipo de sistema adesivo interfere na resistência de união.

4.4 Preparo para microscopia eletrônica de varredura

Espécimes adicionais foram preparados especialmente para análise em microscopia eletrônica de varredura, com fins ilustrativos. Após a

exposição da dentina, foi feito um corte horizontal de aproximadamente 2,1 mm para realização do preparo com ponta diamantada, com ponta CVDentus® e com laser como descrito anteriormente, onde foi caracterizada a *smear layer* para visualização.

Os espécimes foram fixados em glutaraldeído a 2,5% em 0,1 M de cacodilato de sódio por 12 h a 4 °C. Após a fixação, os espécimes foram lavados em 20 ml de tampão de cacodilato de sódio 0,1 M por 1 h, com três trocas, seguida por água destilada por 1 min. Os espécimes foram desidratados numa série ascendente de etanol (25% por 20 min, 50% por 20 min, 75% por 20 min, 95% por 30 min e 100% por 60 min). Após a desidratação, os espécimes foram imersos em hexamethyldisilazane (Fluka AG, Buchs, Suíça) por 10 min, para desidratação completa depois foram deixados secar a temperatura ambiente durante 30 min, sobre filtro de papel, sob uma campânula de vidro (Perdigão et al., 1994). Depois foram montados em *stubs*, onde foi realizada a deposição de ouro com o aparelho Desk II – Denton Vacuum (Moorestown, NJ, EUA), para posterior observação no microscópio eletrônico de varredura, com 20 kV de potência (JSM 5310 – Jeol, Tóquio, Japão).

5 RESULTADOS

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. Somente os resultados obtidos por fratura adesiva e mista foram considerados.

Tabela 1 – Classificação quanto ao tipo de fratura (número de palitos)

Grupo	Total	Fratura Adesiva	Fratura Mista	Fratura Coesiva	Palitos Perdidos
G1	99	31	48	20	9
G2	97	35	49	13	11
G3	95	33	46	16	13
G4	97	37	45	15	11
G5	92	34	40	18	16
G6	93	35	42	16	15
G7	90	39	37	14	18
G8	93	31	50	12	15
G9	89	36	40	13	19
Total	845	311	397	137	127

Na Tabela 2 encontram-se os valores da estatística descritiva, onde pode-se observar que as maiores médias foram obtidas pelos grupos SB+PD ($30,80 \pm 6,03$), seguido do grupo LA+AS ($30,34 \pm 6,23$). Enquanto os grupos CS+CVD ($10,49 \pm 4,34$) e o CS+PD ($12,82 \pm 5,63$), obtiveram as menores médias de resistência de adesiva.

Tabela 2 – Valores da média e desvio-padrão obtidos nos diferentes grupos

Sistema Adesivo	Preparo da superfície		
	Ponta diamantada (PD)	CVDentus® (CVD)	Laser Er:YAG (LA)
Adper Single Bond 2 (SB)	$30,80 \pm 6,03$	$27,21 \pm 5,65$	$22,50 \pm 5,90$
Adper SE Plus (AS)	$30,26 \pm 6,69$	$22,29 \pm 5,46$	$30,34 \pm 6,23$
Clearfil SE Bond (CS)	$12,82 \pm 5,63$	$10,49 \pm 4,34$	$19,71 \pm 5,53$

Na Tabela 3 observam-se os dados que foram submetidos à análise de variância (ANOVA) a dois fatores. Obtiveram-se diferenças estatisticamente significantes nos fatores sistema adesivo, preparo da superfície e na interação dos dois, sendo $p < 0,05$.

Tabela 3 – Teste de análise de variância (ANOVA) a 2 fatores

Fator	Grau de liberdade	Soma dos quadrados	Quadrado médio	Razão “F”	p-valor
Sistema adesivo	2	11304,8	5652,42	174,90	0,0000*
Preparo da superfície	2	1336,2	668,08	20,67	0,0000*
Interação	4	3584,5	896,13	27,73	0,0000*
Resíduo	315	10180,3	32,32	-	-
Total	323	26405,8	-	-	-

* $p < 0,05$

Quando os valores médios foram comparados quanto ao sistema adesivo, obteve-se o mesmo desempenho nos grupos Adper SE Plus e Adper Single Bond 2, como pode ser observado na Tabela 4.

Tabela 4 – Resultados do Teste de Tukey (5%) para o fator sistema adesivo

Sistema adesivo	Média ± Desvio-padrão	Grupos homogêneos
Adper SE Plus	27,09 ± 7,17	A
Adper Single Bond 2	26,37 ± 6,60	A
Clearfil SE Bond	13,88 ± 6,65	B

Quando a comparação dos valores médios foi feita quanto ao preparo da superfície obtiveram-se grupos homogêneos, onde PD e LA apresentaram o mesmo desempenho (Tabela 5).

Tabela 5 – Resultados do Teste de Tukey (5%) para o fator preparo da superfície

Preparo da superfície	Média ± Desvio-padrão	Grupos homogêneos
Ponta diamantada	24,17 ± 10,67	A
Laser	23,70 ± 6,86	A
CVD	19,47 ± 8,45	B

Quando foram comparados os valores médios das condições experimentais, pelo teste de comparação múltipla de Tukey (5%), foram estabelecidos três conjuntos de mesmo desempenho (Tabela 6).

Tabela 6 – Resultados do Teste de Tukey (5%) para interação sistema adesivo e preparo da superfície

Sistema adesivo	Preparo da superfície	Média ± Desvio-padrão	Grupos homogêneos
Adper Single Bond 2	Ponta diamantada	30,33 ± 6,03	A
Adper SE Plus	Laser	29,81 ± 6,23	A
Adper SE Plus	Ponta diamantada	29,77 ± 6,69	A
Adper Single Bond 2	CVD	26,68 ± 5,65	A
Adper Single Bond 2	Laser	22,10 ± 5,90	B
Adper SE Plus	CVD	21,70 ± 5,65	B
Clearfil SE Bond	Laser	19,20 ± 5,53	B
Clearfil SE Bond	Ponta diamantada	12,41 ± 5,63	C
Clearfil SE Bond	CVD	10,03 ± 4,34	C

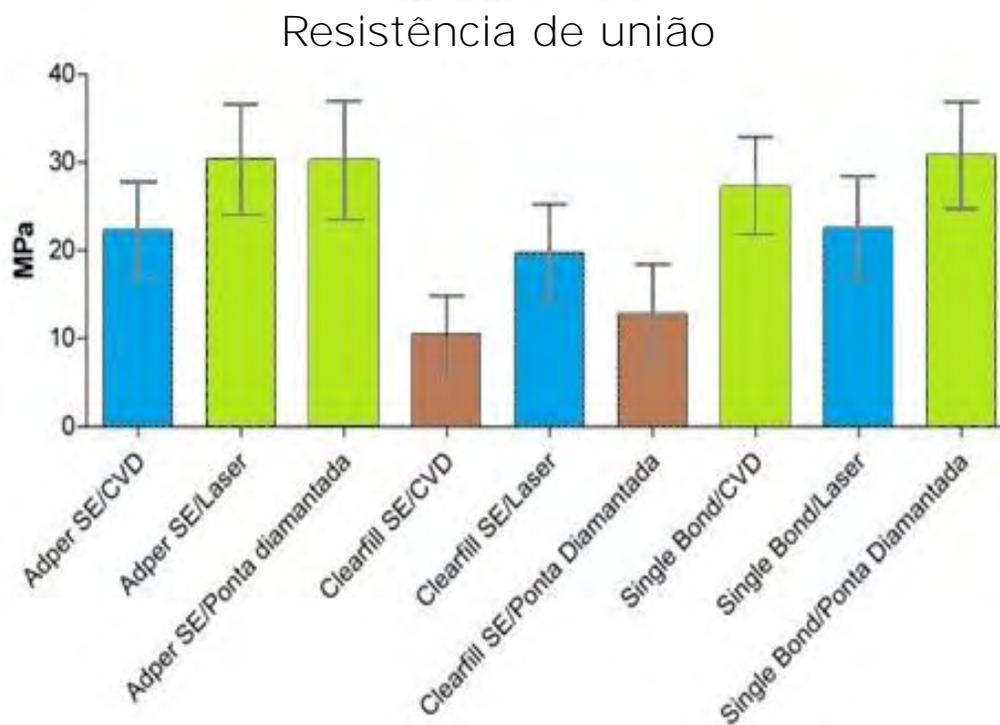


Figura 3 - Gráfico das médias e desvio-padrão “Box-and-Wisker Plot” evidenciando as diferenças obtidas entre os grupos.

Conforme descritos no material e método, imagens em microscopia eletrônica de varredura (MEV) foram obtidas a fim de ilustrar as superfícies de dentina após os preparos.

Quando a superfície da dentina foi preparada com ponta diamantada (Figuras 4A e 4B) a superfície apresentava-se com sulcos profundos, grande quantidade de *smear layer* e túbulos dentinários total ou parcialmente obliterados. Nas Figuras 5A e 5B onde foi utilizada a ponta CVD, alguns túbulos dentinários se apresentaram parcialmente abertos, com pouca *smear layer* e *smear plug*, e com a superfície regular. Nas imagens obtidas após o preparo com o laser pode-se observar a presença de túbulos dentinários totalmente abertos, ausência de *smear layer* e superfície irregular (Figuras 6A e 6B).

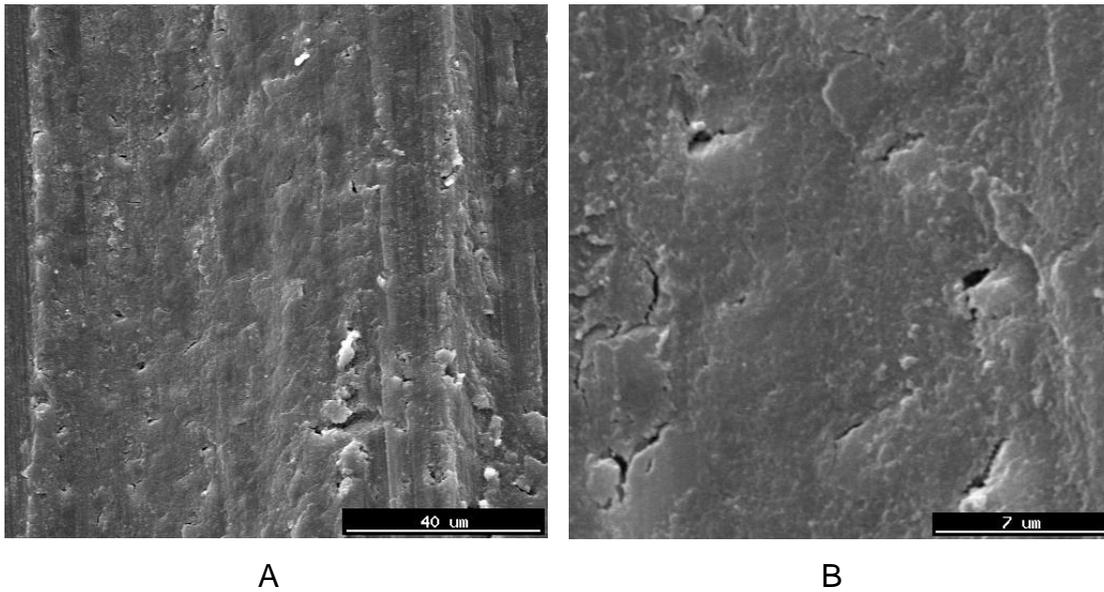


Figura 4 – A) Superfície preparada com ponta diamantada em aumento de 1000X; B) Aumento 5000X. Presença de túbulos dentinários total ou parcialmente fechados e grande quantidade de *smear layer*.

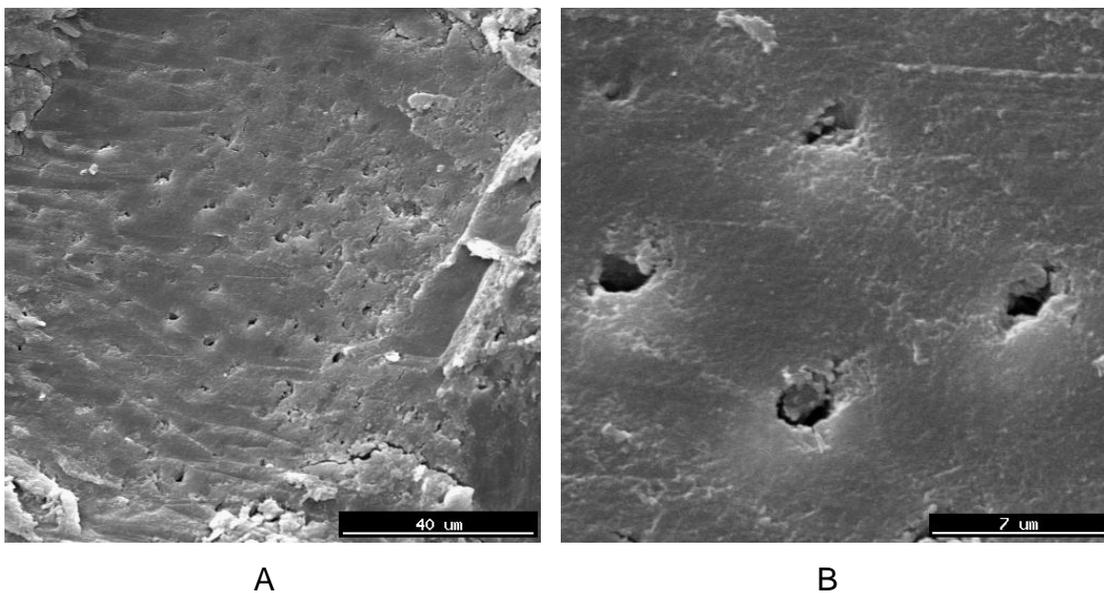


Figura 5 – A) Superfície preparada com ponta CVD em aumento de 1000X; B) Aumento 5000X. Presença de túbulos dentinários parcialmente abertos e pouca quantidade de *smear layer*.

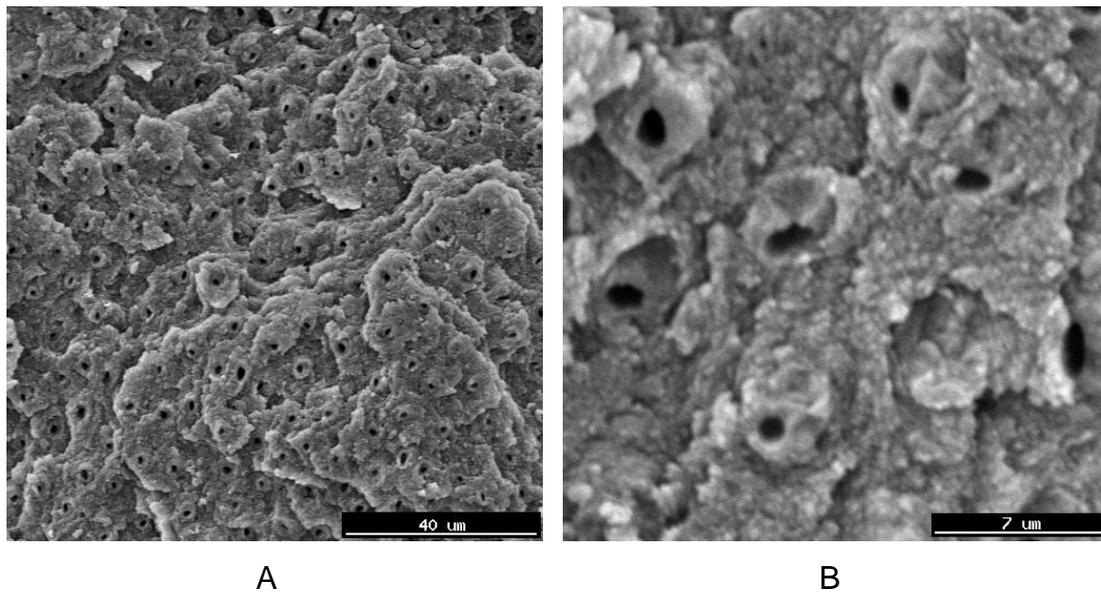


Figura 6 – A) Superfície preparada com laser Er:YAG em aumento de 1000X; B) Aumento 5000X. Presença de túbulos dentinários abertos e ausência de *smear layer*.

6 DISCUSSÃO

É grande a dificuldade encontrada pelos pesquisadores de se obter dentes humanos para as pesquisas em Odontologia. Por este motivo diversas pesquisas foram realizadas a fim de estudar os dentes bovinos com o objetivo de comparar seu desempenho com os dentes humanos. Estas pesquisas demonstraram que os dentes humanos podem ser substituídos pelos dentes bovinos em testes mecânicos de adesão, já que obtiveram valores de resistência de união semelhantes (Nakamichi et al., 1993; Schilke et al., 1999; Muench et al., 2000; Saunders, 1988; Lopes et al., 2003, Anido, 2001). No entanto, deve-se atentar para a localização da dentina, pois a adesão na camada de dentina mais superficial não apresenta diferença significativa entre dente humano e bovino, porém existem diferenças de resistência de união quando se compara a dentina profunda humana e bovina (Schilke et al., 1999; Muench et al., 2000; Anido, 2001). Assim, para obtermos resultados mais confiáveis e próximos aos dentes humanos, padronizamos a utilização da porção superficial dentina por ser a região que mais se assemelha micromorfologicamente à dentina humana (Anido, 2001; Correa et al., 2003; Anido, 2005). Desta forma, teve-se o cuidado de padronizar a profundidade da dentina em aproximadamente 2 mm da câmara pulpar, pelo fato de se assemelhar com a dentina humana e também para não haver prejuízo na qualidade de adesão por causa da variabilidade de profundidade (Nakamichi et al., 1993; Anido, 2005).

Para a realização do ensaio mecânico foi utilizado teste de microtração, pois apesar dos testes de micro-cisalhamento e microtração apresentarem resultados semelhantes, o último promove na sua maioria

fraturas adesivas. (Phrukkanon et al., 1998). Os espécimes foram seccionados de modo a obterem uma área adesiva entre 1 e 2 mm² pelo fato da resistência à tração ser inversamente proporcional à área adesiva (Sano et al., 1994; Phrukkanon et al., 1998). Pequenos espécimes possuem um número menor de defeitos iniciais e a distribuição do stress é mais homogênea, por isso a resistência de união bem como a falha adesiva entre dentina e adesivo pode ser examinada mais minuciosamente. Este fenômeno reflete nas características do teste de microtração, resultando em uma concentração de stress na interface adesiva (Sano et al., 1994; Uekusa et al., 2007). Para a observação dessas falhas, os espécimes fraturados foram corados com solução de hematoxilina para classificação do tipo de fratura, já que o mesmo permite uma melhor observação do espécime por corar o material orgânico, diferenciando-o do material resinoso.

A adesão à dentina depende de uma série de fatores, tanto relacionados ao substrato dentinário quanto ao sistema adesivo (Pashley; Carvalho, 1997). Os sistemas adesivos de condicionamento total propõem-se à total remoção da camada de esfregaço, produzida pelo corte ou desgaste da dentina durante o procedimento operatório, através do uso de ácidos (Fusayama et al., 1979; Reis et al., 2001). O fator desfavorável da utilização dos sistemas adesivos convencionais é a sensibilidade de técnica e protocolo criterioso, devido ao número elevado de passos e à subjetividade na obtenção ou manutenção da umidade dentinária, possibilitando a ocorrência de uma impregnação incompleta do adesivo no substrato dentinário. (Nakabayashi; Pashley, 1998; Sano et al., 1999; Reis et al., 2001; Carvalho et al., 2003; Rauscher, 2003; Van Meerbeek et al., 2005).

A fim de diminuir a sensibilidade da técnica surgiram os sistemas adesivos autocondicionantes, que dispensam a etapa do condicionamento ácido, lavagem e secagem do substrato. Nestes sistemas, aplica-se uma solução acidificada na dentina, sem a remoção da *smear*

layer, que é dissolvida ou incorporada à camada híbrida. No entanto, a *smear layer* apresenta significativa capacidade tampão, capaz de alterar o potencial iônico do monômero ácido usado no sistema autocondicionante, tendendo a limitar a profundidade de difusão na dentina subjacente, dependendo de sua espessura e lisura da camada de esfregaço, ou seja, do método utilizado para o preparo do substrato (Nakabayashi; Pashley, 2000; Watanabe et al., 1994). Alguns trabalhos mostraram que a espessura da *smear layer*, ou o tipo de preparo realizado na dentina pode alterar os valores de resistência de união quando se utiliza os sistemas adesivos autocondicionantes (Tao; Pashley, 1988; Koibuchi et al., 2001; Ogata et al., 2001; Ogata et al., 2002; Oliveira et al. 2003; Dias et al., 2004; Rocha, 2005; Sattabanasuk et al., 2007; Oliveira et al., 2007; Cardoso et al., 2008).

Como estes sistemas adesivos interagem diretamente com a *smear layer* se faz importante um estudo sobre esta interação, pelo fato de que cada instrumento diferente utilizado no preparo da superfície dentinária produz uma camada de esfregaço característica. Esta camada pode interferir positivamente aumentando os valores de resistência de união, ou diminuí-los.

Com os avanços da tecnologia, outras opções de preparo cavitário além das tradicionais pontas diamantadas surgiram, entre elas estão o laser e as pontas de diamante CVD. As pontas de diamante CVD são obtidas através de um processo químico que dá origem a um diamante artificial, muito resistente. Essas pontas são acopladas a um aparelho de ultra-som, fazendo um movimento oscilatório com efetiva capacidade de limpeza, pois a ação ultrassônica forma bolhas de ar em um meio líquido, que produz fluido turbulento, liberando energia e movimentando as partículas (Predebon et al., 2006). Com isso, elas conseguem remover a *smear layer* em alguns pontos e expor a abertura de alguns túbulos dentinários. Nas imagens de MEV realizadas neste estudo pode-se observar a superfície

preparada com as pontas CVD, com pouca *smear layer* e alguns túbulos dentinários abertos (Figuras 5A e 5B), características que são as mesmas observadas por Vieira e Vieira (2002), Martins et al. (2006), Oliveira et al. (2007) e Cardoso et al. (2008).

Outra opção para o preparo cavitário, é o laser de Er:YAG. Este laser é capaz de promover cavidades limpas sem sinais de fusão ou rachadura de superfície (Keller; Hibst, 1989; Hoke et al., 1990). Estudos revelam que a superfície dentinária irradiada pelo laser de Er:YAG apresenta-se livre de debris, com evaporação da *smear layer*, e presença de túbulos dentinários abertos (Kameyama et al., 2000). O estudo de Kataumi et al., 1998, revelou resultados significantes quanto à resistência de união à tração das resinas compostas e o tecido dentário, confirmando que o laser de Er:YAG afetou a dentina superficial e subsuperficial sugerindo que a remoção da *smear layer* poderia favorecer o embricamento entre material restaurador e dentina (Schein et al., 2003).

No presente estudo os resultados obtidos permitiram aceitar a hipótese em investigação, pois mostraram que o tipo de preparo da dentina interferiu nos valores de resistência de união, ou seja, os preparos com ponta diamantada e com laser de Er:YAG levaram a maiores valores de resistência de união comparados com o preparo da dentina com as pontas CVDentus® (Tabela 5). Este resultado é contrário ao obtido por Oliveira et al., 2007, onde o preparo com laser levou a menores valores de resistência de união.

Com relação ao tipo de sistema adesivo utilizado, também foi possível aceitar a hipótese em investigação, já que o grupo SB e AS obtiveram desempenhos semelhantes e valores de resistência de união mais altos quando comparados ao sistema adesivo CS. Estudos prévios mostraram que a utilização dos sistemas adesivos de condicionamento ácido total levou a melhores resultados de resistência de união à dentina

(Bouillaguet et al., 2001; Sattabanasuk et al., 2007), enquanto em outras pesquisas obtiveram-se valores semelhantes as obtidas com sistemas adesivos autocondicionantes mais agressivos (Tay; Pashley, 2001; Ermis et al., 2008).

Apesar da remoção da *smear layer* pelo condicionamento ácido total e a desmineralização superficial da dentina, o sistema adesivo SB foi afetado pelo tipo de preparo. Os preparos com PD e CVD levaram a valores semelhantes de resistência de união, no entanto, com o laser houve menores valores. Isto pode ter acontecido pelo fato dos tipos de preparo terem alterado a rugosidade da superfície dentinária e assim interferindo na adesão (Oliveira et al., 2007). A irradiação da dentina com laser Er:YAG pode desnaturar os componentes orgânicos na subsuperfície da dentina intertubular, o que não parece ser favorável para a adesão (Oliveira et al., 2007). Este fato pode ter influenciado os valores de resistência de união quando utilizado o sistema de condicionamento total Single Bond (Tabela 6).

Dos sistemas adesivos autocondicionantes testados neste estudo, o grupo AS obteve valores maiores do que sistema adesivo CS isso pode ser explicado pelo fato de o pH do AS ser mais ácido ($p < 1$) do que o pH do CS (1,9-2,0). Os monômeros ácidos determinam o pH dos sistemas adesivos autocondicionantes, assim, levando em consideração sua agressividade, eles podem ser considerados fortes (mais agressivos, $pH \leq 1$), moderados ($pH = 1,5$) e fracos ($pH = 2$) (Tay; Pashley, 2001; Van Meerbeek et al., 2003). Desta forma, o sistema adesivo CS apresenta baixa reatividade com o componente mineral e possui efeito suave na dentina. Já os sistemas adesivos que apresentam um baixo pH (mais agressivos ou fortes) possuem uma alta reatividade com o componente mineral e produzem um efeito mais agressivo na dentina (Wang; Spencer, 2004).

Além disso, a forma de aplicação do sistema adesivo tende a influenciar seu desempenho. Alguns autores têm afirmado que os sistemas

adesivos autocondicionantes que possuem aplicação ativa podem ter uma interação contínua dos monômeros ácidos com o substrato dentinário, ou seja, mais monômeros são colocados em contato direto com a dentina promovendo condicionamento e penetração contínuos durante todo o tempo da aplicação (Pashley; Tay, 2001; Wang; Spencer, 2004). Portanto, como a aplicação do sistema adesivo AS é ativa e a aplicação do sistema adesivo CS é passiva podemos concluir que essa variável pode ter influenciado também os resultados.

Dessa forma, o fato do CS apresentar baixa agressividade, em conjunto com sua aplicação passiva pode ter levado aos menores de resistência de união observados. De fato, quando se comparou este sistema adesivo utilizando os três diferentes tipos de preparo, observou-se maiores valores com a aplicação do laser de Er:YAG, já que o mesmo não leva à formação de *smear layer* e *smear plug*, mostrando os túbulos dentinários completamente abertos (Figuras 6A e 6B). Esta característica também foi observada por Trajtenberg et al. (2004); Oliveira et al. (2007) e Kameyama et al. (2009) (Tabela 6). Com relação ao preparo com laser de Er:YAG, Giannini et al. (2004) observaram a formação de uma camada híbrida com pequena espessura, porém com formação de *tags* profundos utilizando sistemas autocondicionantes. Quando se comparou a associação CS com PD ou CVD foram obtidos valores semelhantes de resistência de união, resultado também observado por Rocha et al., em 2006.

Essas observações podem ser comprovadas com as imagens feitas em MEV, após preparo cada tipo de preparo da superfície dentinária. O preparo realizado com ponta diamantada (Figuras 4A e 4B) mostrou a presença de espessa camada de *smear layer*, com túbulos dentinários total ou parcialmente obliterados, conforme também observado nas imagens obtidas nas pesquisas de Dias et al. (2004) e Martins et al., 2006. Já nas imagens obtidas após o preparo com as pontas CVD (Figuras

5A e 5B), podemos observar regiões com pouca ou ausência da *smear layer*, e túbulos dentinários parcialmente obliterados (Vieira; Vieira, 2002; Martins et al., 2006; Oliveira et al., 2007; Cardoso et al., 2008), e *smear layer* em forma de ondas (Oliveira et al., 2010).

Dessa forma, é importante se saber sobre as interações entre essas novas tecnologias a fim de se obter um resultado satisfatório no emprego desses novos materiais, tanto no preparo da superfície, quanto dos sistemas adesivos, para que essas interações sejam vantajosas e melhorem realmente o resultado final na clínica odontológica.

7 CONCLUSÃO

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

- a) Os valores de resistência de união foram mais altos nos grupos Single Bond e Adper SE Plus comparados ao Clearfil SE Bond;

- b) Somente os tipos de preparo da superfície dentinária influenciaram na resistência de união, sendo que os preparos com ponta CVDentus[®] levaram a valores de resistência de união significativamente menores do que os preparos com ponta diamantada e laser Er:YAG.

8 REFERÊNCIAS

Anido AA. Dentina humana e bovina, estudo comparativo da resistência de união em três diferentes profundidades: teste de cisalhamento [dissertação]. São José dos Campos: Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, UNESP - Univ Estadual Paulista; 2001.

Anido AA. Dentina humana e bovina estudo da profundidade de desmineralização e da espessura da hibridização empregando-se sistema adesivo convencional e autocondicionante: análise em MEV [tese]. São José dos Campos: Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, UNESP - Univ Estadual Paulista; 2005.

Araújo MAJ, Rode SM, Villela LC, Gonçalves RD. Avaliação qualitativa do efeito de agentes de limpeza na camada de lama dentinária: estudo ultra-estrutural. Rev Odontol Univ. 1998;12(2):99-104.

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

Barbosa CS, Nicoló R, Araújo MAM, Araújo RM. Preparos cavitários com laser de Er:YAG ou alta rotação: estudo comparativo do selamento d restaurações diretas. *Cienc Odontol Bras*. 2008;11(3):32-37.

Borges AB, Cavalcanti BN, Tavares ACS, Claro FA, Araújo MAM, Valera MCI. Avaliação do desgaste de pontas diamantadas e sua influência na infiltração marginal de restaurações de resina composta. *Cienc Odontol Bras*. 2003;6(1):36-43.

Borges CFM, Magne P, Pfender E, Heberlein J. Dental diamond burs made with a new technology. *J Prosthet Dent*. 1999;82(1):73-79.

Botta SB, Vieira SN, Cordon R, Marques MM, Matos AB. Can the method of primer application influence adhesion to Er:YAG-laser irradiated dentin? *J Contemp Dent Pract*. 2009 Jan 1;10(1):49-57.

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;29(1):55-61.

Bowen RL. Adhesive bonding of various materials to hard tooth tissues. V. The effect of a surface-active comonomer on adhesion to diverse substrates. *J Dent Res*. 1965; 44(96):1369-73.

Bowen RL, Eick JD, Henderson DA, Anderson DW. Smear layer: removal and bonding considerations. *Oper Dent Suppl.* 1984;3:30-4.

Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res.* 1995;34(6):849-53.

Cardoso MV, Coutinho E, Ermis RB, Poitevin A, Van Landuyt K, De Munck J, et al. Influence of dentin cavity surface finishing on micro-tensile bond strength of adhesives. *Dent Mater.* 2008;24(4):492-501.

Carvalho RM, Carrilho MRO, Pereira LCG, Garcia FCP, Marquezini Jr L. Durabilidad de la union resina-dente: una dimension olvidada. In: Henostroza H, Gilberto, editor. *Adhesion en odontologia restauradora.* Curitiba: Editora Maio; 2003.

Castilho MS. Avaliação da alteração de temperatura na câmara pulpar durante preparo cavitário com laser Er:YAG em dentes decíduos humanos [dissertação]. Ribeirão Preto: Universidade de Ribeirão Preto – UNAERP; (SP); 2005.

Correa MD, Anauate-Netto C, Youssef MN, Carmo ARP, Kuchinski FB. Estudo micromorfológico comparativo entre dentina bovina e humana ao MEV. *Rev Pos Grad.* 2003;10(4):312-6.

Dias RL, Pereira PNR, Swift EJ. Effect of bur type on microtensile bond strengths of self-etching systems to human dentin. *J Adhes Dent.* 2004;6(3):195-203.

Eick JD, Wilko RA, Anderson CH, Sorensen SE. Scanning electron microscopy of cut tooth surfaces and identification of debris by use of the electron microprobe. *J Dent Res.* 1970;49(6):1359-68.

Ermis RB, De Munck J, Cardoso MV, Coutinho E, Van Landuyt KL, Poitevin A, et al. Bond strength of self-etch adhesives to dentin prepared with three different diamond burs. *Dent Mater.* 2008;24(7):978-85.

Fusayama T. Non-pressure adhesion of a new adhesive restorative resin. *J Dent Res.* 1979;58(4):1364-70.

Giannini M. Análise em MEV da interface de união compósito-dentina após o uso de tecnologias alternativas de preparo cavitário. *Pesqui Odontol Bras* 2004; 18:182.

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

Hayakawa T, Kikutake K, Nemoto K. Influence of self-etching primer treatment on the adhesion of resin composite to polished dentin and enamel. *Dent Mater.* 1998 Mar;14(2):99-105.

Hoke JA, Burkes EJ Jr, Gomes ED, Wolbarsht ML. Erbium:YAG (2.94 μm) laser effects on dental tissues. *J Laser Appl.* 1990;2(3-4):61-5.

Hoss JC. Clinical findings using a self-etching primer. *Dent Today.* 1999 Sep;18(9):102-3.

Ishizaka Y, Eguro T, Maeda T, Tanaka H. Effects of Er:YAG laser irradiation on human dentin: polarizing microscopic, light microscopic and microradiographic observations, and FT-IR analysis. *Lasers Surg Med.* 2002;31(3):171-6.

Kameyama A. Influence of different acids conditioners on the tensile bond strength of 4-META/MMA-TBB resin to Er:YAG laser-irradiated bovine dentin. *J Adhes Dent.* 2000;2(4):297-304.

Kataumi M, Nakajima M, Yamada Y, Tagami J. Tensile bond strength and SEM evaluation of Er:YAG laser irradiated dentin using dentin adhesive. *Dent Mater.* 1998;17(2):125-38.

Keller U, Hibst R. Experimental studies of the application of the Er:YAG laser on dental hard substances: II. Light microscopic and SEM investigations. *Lasers Surg Med.* 1989;9(4):345-51.

Koibuchi H, Yasuda N, Nakabayashi N. Bonding to dentin with a self-etching primer: the effect of smear layers. *Dent Mater.* 2001;17:122-6.

Lima LM, Motisuki C, Santos-Pinto L, Corat EJ. Cutting characteristics of dental diamond burs made with CVD technology. *Bras Oral Res.* 2006;20(2):155-61.

Lopes MB, Sinhoreti MAC, Sobrinho LC, Consani S. Comparative study of the dental substrate used in shear bond strength tests. *Pesqui Odontol Bras.* 2003;17(2):171-5.

Lopes RMG. Avaliação da adesão em dentina irradiada pelo laser de Er:YAG-Estudo *in vitro* [dissertação]. São Paulo: Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (SP); 2009.

Macedo MRP. Características da superfície dentinária do esfregaço formado por instrumentos abrasivos diamantados: rotatório convencional, CVD rotatório e CVD por ultra-som: Estudo *in vitro* [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo -USP; 2005.

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

Martins MEL, Faria MR, Matson MR. Análise micromorfológica da dentina humana condicionada por primer autocondicionante variando-se a técnica de preparo: Ponta diamantada, broca carbidee ponte CVDentus. Pesqui Bras Odontoped Clin Integr. 2006;6(2):161-6.

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

Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrate. J Biomed Mater Res. 1982;16:265-73.

Nakabayashi N, Takarada K. Effect of HEMA on bonding to dentin. Dent Mater. 1992;8:125-30.

Nakabayashi N, Pashley DH. Hybridization of dental hard tissues. Tokio: Quintessence Books; 1998.

Nakabayashi N, Pashley DH. *Hibridização dos tecidos duros*. São Paulo: Quintessence; 2000.

Nakamichi I, Iwaku M, Fusayama T. Bovine teeth as possible substitutes in the adhesion test. *J Dent Res*. 1983 Oct;62(10):1076-81.

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

Ogata M, Harada N, Yamaguchi S, Nakajima M, Tagami J. Effect of self-etching primer vs phosphoric acid etchant on bonding to bur-prepared dentin. *Oper Dent*. 2002 Sep-Oct;27(5):447-54.

Oliveira ACM, Lima LM, Pizzolito AC, Santos-Pinto L. Evaluation of the smear layer and hybrid Layer in noncarious and carious dentin prepared by air abrasion system and diamond tips. *Microsc Res Tech*. 2009 Nov;25(6):1-9.

Oliveira SSA, Pugach MK, Hilton JF, Watanabe LG, Marshall SJ, Marshall GW Jr. The influence of the dentin smear layer on adhesion: a self-etching primer vs. a total-etch system. *Dent Mater*. 2003;19(8):758-67.

Oliveira MT, Freitas PM, Eduardo CP, Ambrosano GMB, Giannini M. Influence of diamond sono-abrasion, air-abrasion and Er:YAG laser irradiation on bonding of different adhesive systems to dentin. *Eur J Dent.* 2007;1:158-65.

Oliveira SSA, Giannini M. Efeito de tecnologias alternativas de preparo cavitário na resistência de união à dentina de sistemas adesivos. *Braz Oral Res* 2004;18:181 .

Pashley DH. Smear layer: physiological considerations. *Oper Dent.* 1984;3(9):13-29.

Pashley DH. Bond strength versus dentin structure: a modeling approach. *Arch Oral Biol.* 1995;40(12):1109-18.

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

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

Perdigão 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;29(9):1111-20.

Prati C. *In vitro* and *in vivo* adhesion dentistry: a review and evaluation. *Pract Periodontics Aesthet Dent.* 1998;10(3):319-27.

Predebon JC, Flório FM, Basting RT. Use of CVDentus diamond tips for ultrasound in cavity preparation. *J Contemp Dent Pract.* 2006;7(3):50-8.

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

Rauscher FC. Avaliação *in vitro* da qualidade da interface de adesão formada entre um sistema adesivo convencional e um autocondicionante e a dentina bovina normal e hipermineralizada: estudo em MEV [dissertação]. São José dos Campos: Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, UNESP - Univ Estadual Paulista; 2003.

Reis A, Carrilho MRO, Loguercio AD, Grande RHM. Sistemas adesivos atuais. *JBC.* 2001;5(30):457-65.

Reis A, Grandi V, Carlotto L, Bortoli G, Patzlaff R, Rodrigues Accorinte Mde L, et al. Effect of smear layer thickness and acidity of self-etching solutions on early and long-term bond strength to dentin. *J Dent*. 2005;33:549-59.

Rocha PI. Estudo comparativo da resistência de união entre dois sistemas adesivos autocondicionantes com diferentes métodos de preparo em dentina humana [dissertação]. São José dos Campos: Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, UNESP - Univ Estadual Paulista; 2005.

Rocha PI, Borges AB, Rodrigues JR, Arrais CAG, Giannini M. Effect of dentinal surface preparation on bond strength of self-etching adhesive systems. *Braz Oral Res*. 2006;20(1):52-8.

Rocha DN. Avaliação de adesivos autocondicionantes sobre a união adesiva em esmalte e dentina [dissertação]. Natal: Universidade Potiguar - UnP; 2007.

Rodrigues LE Filho, Lodovici E. Entendendo a utilização de um sistema adesivo autocondicionante. *Rev Assoc Paul Cir Dent*. 2003;57(1):53-7.

Sano H, Ciucchi B, Matthews WG, Pashley DH. Tensile properties of mineralized and demineralized human and bovine dentin. *J Dent Res*. 1994;73(6):1205-11.

Sano H, Shono T, Sonoda H, Takatsu T, Ciucchi B, Carvalho R, et al. Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength – Evaluation of a micro-tensile bond test. *Dent Mater.* 1994;10:236-40.

Sattabanasuk V, Vachiramon V, Qian F, Armstrong SR. Resin-dentin bond strength as related to different surface preparation methods. *J Dent.* 2007;35(6):467-75.

Saunders WP. The shear impact retentive strengths of four dentine bonding agents to human and bovine dentine. *J Dent.* 1988;16(5):233-8.

Schein MT, Bocangel JS, Nogueira GE, Schein PA. SEM evaluation of the interaction pattern between dentin and resin after cavity preparation using ER:YAG laser. *J Dent.* 2003 Feb;31(2):127-35.

Schilke R, Bauss O, Lisson JA, Schuckar M, Geurtsen W. Bovine dentin as a substitute for human dentin in shear bond strength measurements. *Am J Dent.* 1999;12(2):92-6.

Tagami J, Tao L, Pashley DH, Hosoda H, Sano H. Effects of high-speed cutting on dentin permeability and bonding. *Dent Mater.* 1991 Oct;7(4):234-9.

Tani C, Finger WJ. Effect of smear layer thickness on bond strength mediated by three all-in-one self-etching priming adhesives. *J Adhes Dent.* 2002 Winter;4(4):283-9.

Tao L, Pashley DH. Shear bond strengths to dentin: effects of surface treatments, depth and position. *Dent Mater.* 1988 Dec;4(6):371-8.

Tay FR, Pashley DH. Aggressiveness of contemporary self-etching systems. I: Depth of penetration beyond dentin smear layers. *Dent Mater.* 2001 Jul;17(4):296-308.

Torii Y, Itou K, Nishitani Y, Ishikawa K, Suzuki K. Effect of phosphoric acid etching prior to self-etching primer application on adhesion of resin composite to enamel and dentin. *Am J Dent.* 2002 Oct;15(5):305-8.

Trajtenberg CP, Pereira PNR, Powers JM. Resin Bond strength and micromorphology of human teeth prepared with an Erbium:YAG laser. *Am J Dent.* 2004 Oct;17(5):331-6.

Trava-Airoldi VJ, Moro JR, Corat EJ, Goulart EC, Silva AP, Leite NF. Cylindrical CVD diamond as a high-performance small abrading device. *Surf Coat Technol* 1998;108:437-41.

Uekusa S, Tsubota K, Tonegawa M, Tsuchiya H, Iwasa M, Kawamoto R, et al. Microtensile bond strengths of single-step self-etch adhesive systems to bovine dentin. *J Oral Sci.* 2007;49(3):183-9.

Valera MC, Ribeiro JF, Airoidi VT, Corat EJ, Pena AF, Leite NF. Pontas de diamantes-CVD. *RGO.* 1996;44(2):104-8.

Van Meerbeek B, Van Landuyt K, De Munck J, Hashimoto M, Peumans M, Lambrechts P, et al. Technique-sensitivity of contemporary adhesives. *Dent Mater J.* 2005 Mar; 24(1):1-13.

Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, et al. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent.* 2003;28(3):215-35.

Vieira D, Vieira D. Pontas de diamante CVD: início do fim da alta rotação? *J Am Assoc Brasil* 2002 Set/Out;5: 307-11.

Wang Y, Spencer P. Physicochemical interactions at the interfaces between self-etch adhesive systems and dentin. *J Dent.* 2004 Sep;32(7):567-79.

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

Yiu CK, Hiraishi N, King NM, Tay FR. Effect of dentinal surface preparation on bond strength of self-etching adhesives. *J Adhes Dent.* 2008 Jun;10(3):173-82.

Yoshiyama M, Matsuo T, Ebisu S, Pashley DH. Regional bond strengths of self-etching/self-priming adhesive systems. *J Dent.* 1998 Sep;26(7):609-16.

Yoshiyama M, Sano H, Ebisu S, Tagami J, Ciucchi B, Carvalho RM, et al. Regional strengths of bonding agents to cervical sclerotic root dentin. *J Dent Res.* 1996;75(6):1404-13.

Zheng L, Pereira PN, Nakajima M, Sano H, Tagami J. Relationship between adhesive thickness and microtensile bond strength. *Oper Dent.* 2001 Jan-Feb;26(1):97-104.

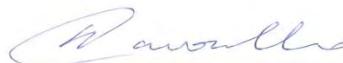
ANEXO A – Certificado do Comitê de Ética

  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 **032/2009-PA/CEP**, sobre **“Avaliação da resistência adesiva variando-se o tipo de preparo e sistema adesivo”** sob responsabilidade de **REBECA DI NICOLÒ**, tendo como orientada a aluna Melissa Aline da Silva , 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, 21 de outubro de 2009



Profa.Titular YASMIN RODARTE CARVALHO
Coordenadora

Silva MA. Influence of methods of dentin preparation and adhesive system in bond strength in bovine dentin [dissertation]. São José dos Campos: School of dentistry of São José dos Campos, UNESP – São Paulo State University, 2010.

ABSTRACT

The aim of this study was to compare the microtensile bond strength of two self-etching adhesive systems and one total-etching, with different methods of dentin preparation. A hundred and eight bovine teeth, stored in freezer -18°C, were used. The buccal face dentine was exposed and prepared with three different methods: Diamond tip (DT) with high speed; CVD tip with ultrasound advice (CVD) and Er:YAG laser (LA). Three different adhesive systems were used: Adper Single Bond 2 (SB) (3M ESPE), total etch; Adper SE Plus (AS) (3M ESPE) and Clearfil SE Bond (CS) (Kuraray), both self-etching. After dentin preparation, the adhesives systems were applied according to manufacturer's instructions. Blocks of composite resin (Filtek Z250 – 3M ESPE) with 4 mm high were prepared using the incremental technique. After storage in distilled water for 24h at 37°C, serial mesio-distal and bucco-lingual cuts were made and stick-like specimens were obtained, with transversal section of 1,0 mm². The samples were submitted to microtensile test at 1 mm/min and load of 10 kg in a universal testing machine. Data (Mpa) were subjected to ANOVA and Tukey tests (5%). The results showed lower bond strength in groups prepared with CVD tip. LA and DT groups obtained similar values of bond strength and higher than CVD. The adhesive systems SB and AS showed values higher than CS. It was concluded that the method of dentine preparation and adhesive system tested influenced in bond strength.

KEYWORDS: *bond strength, adhesive system, smear layer.*