

LORETA SALVADEGO DE FREITAS CARREGA RADUAM

**RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE UMA RESINA COMPOSTA À DENTINA COM
DIFERENTES TRATAMENTOS PRÉVIOS DE SUPERFÍCIE**

CAMPINAS
2009

LORETA SALVADEGO DE FREITAS CARREGA RADUAM

**RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE UMA RESINA COMPOSTA À DENTINA COM
DIFERENTES TRATAMENTOS PRÉVIOS DE SUPERFÍCIE**

Dissertação apresentada ao Centro de Pós-Graduação / CPO São Leopoldo Mandic, para obtenção do grau de Mestre em Odontologia.

Área de Concentração: Dentística Restauradora

Orientador: Prof. Dr. Fabiana Mantovani Gomes França.

CAMPINAS
2009

Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca "São Leopoldo Mandic"

R132r Raduam, Loreta Salvadego de Freitas Carrega.
Resistência de união de uma resina composta à dentina com diferentes tratamentos prévios de superfície / Loreta Salvadego de Freitas Carrega Raduam. – Campinas: [s.n.], 2009.
72f.: il.

Orientador: Fabiana Mantovani Gomes França.
Dissertação (Mestrado em Dentística) – C.P.O. São Leopoldo Mandic – Centro de Pós-Graduação.

1. Resistência ao cisalhamento. 2. Adesivos dentinários. 3. Resinas compostas. 4. Estética Dentária. I. França, Fabiana Mantovani Gomes. II. C.P.O. São Leopoldo Mandic – Centro de Pós-Graduação. III. Título.

**C.P.O. - CENTRO DE PESQUISAS ODONTOLÓGICAS
SÃO LEOPOLDO MANDIC**

Folha de Aprovação

A dissertação intitulada: “**RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE UMA RESINA COMPOSTA À DENTINA APÓS DIFERENTES TRATAMENTOS PRÉVIOS DE SUPERFÍCIE**” apresentada ao Centro de Pós-Graduação, para obtenção do grau de Mestre em Odontologia, área de concentração: Dentística em __/__/__, à comissão examinadora abaixo denominada, foi aprovada após liberação pelo orientador.

Prof. (a) Dr (a)
Orientador

Prof. (a) Dr (a)
1º Membro

Prof. (a) Dr (a)
2º Membro

Dedico a realização deste trabalho a **DEUS** e aos meus pais, **Carlos e Fátima Carrega**, pelo incentivo, cuidado e entusiasmo por minhas conquistas pessoais e profissionais.

Meus pais, amores da minha vida, minha gratidão e respeito eternos.

AGRADECIMENTOS

A **René Mariano Raduam**, meu grande e verdadeiro amor, pela paciência, compreensão e carinho que me dedica em todos os momentos. Amo você.

Ao meu querido irmão e minha cunhada, **Paolo e Bethania**, pela torcida por esta etapa vencida.

Ao Mestre **Prof. Dr. Paulo Amarante de Araújo** pela importante e cuidadosa orientação, muito obrigada por esta conquista.

Aos colegas do Departamento de Materiais Dentários, Dentística e Prótese da Faculdade de Odontologia de Bauru FOB-USP.

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi testar quatro diferentes tratamentos prévios de superfície dentinária, para posterior aplicação de adesivo e resina composta. Dentes bovinos recém extraídos tiveram a superfície vestibular planificada até se obter uma área de dentina exposta com aproximadamente 6 X 6 mm. Em seguida, os dentes foram incluídos em resina epóxi, de forma que a superfície planificada ficasse exposta. As superfícies de dentina foram regularizadas com lixas de carbetto de silício. Os espécimes foram então divididos aleatoriamente em 4 grupos. No grupo 1, não foi realizado nenhum tratamento na superfície da dentina. No grupo 2 foi realizada a asperização das superfícies com broca de carboneto de tungstênio, tipo carbide. No grupo 3 foi realizada a aplicação de jato de óxido de alumínio com granulação de 50µm por 5 segundos. No grupo 4 as superfícies foram asperizadas com um disco diamantado. Em todos os grupos aplicou-se o sistema adesivo e em seguida cada espécime foi posicionado em um dispositivo apropriado desenvolvido por Araújo e Assmussem (1989). Um único incremento de resina composta, com 2,0 mm de altura e 3,6 mm de diâmetro, foi então inserido e condensado em contato com a dentina e fotoativado por 40 segundos. Os espécimes foram armazenados a 37°C em estufa por 24 horas em água deionizada e posteriormente submetidos ao teste de resistência ao cisalhamento em máquina de ensaio Kratos (Kratos, São Paulo, Brasil), utilizando o dispositivo apropriado. O teste de Tukey foi aplicado e observou-se que os resultados de força máxima do grupo 1, onde a dentina não sofreu tratamento de sua superfície, foram os maiores. Os tratamentos realizados nos grupos 3 e 4 foram estatisticamente significantes pois apresentaram resultados menores. Os resultados do grupo 2 foram os mais próximos do grupo 1. Pelos resultados obtidos, pode-se observar que a asperização da superfície da dentina com a broca de carboneto de tungstênio, apresentou resultados semelhantes estatisticamente também apreciáveis, sob o aspecto clínico com os outros tratamentos.

Palavras-chave: Resistência ao cisalhamento. Adesão à dentina. Adesivos. Tratamento mecânico superficial da dentina.

ABSTRACT

The purpose of the present study was to evaluate the influence of four dentine surface mechanical treatments on the shear bond strength of one resin composite on bovine dentin teeth. Teeth crowns were embedded in epoxy resin and a flat dentine surface was produced by wet grinding of carborundum paper #1200 at a final stage. In group I, resin composite was applied after acid etching of dentin and treatment with Adper Single Bond, as indicated by the manufacturer. In group II dentine surface was initially mechanically treated by a carbide bur. In group III, mechanical treatment was done by a 50 μ m aluminum powder jet. In group IV a diamond tipped flexible disc was used. After these mechanical treatment, dentine surfaces were acid etched, the adhesive system was applied and resin composite was condensed in a cylindrical hole of a split teflon mold clamped to the prepared dentin surface. Fotoactivation of resin was done and after 10 minutes specimens were stored in water at 37oC for one week. The bonds were then broken in shear in a Kratos Universal Test Machine. The number of specimens in each group was eight. Data of the bond experiments were treated statistically. Results showed that group I presented the best results. Group II showed statistically best results than group III and IV and group IV showed the worst results.

Keywords: Resin composite. Adhesion. Adhesives. Dentine grinding.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Seqüência de inclusão: (a) Através de uma matriz metálica, (b) foi confeccionada uma forma de silicone (c) para inclusão de resina epóxi na porção coronária (d) do dente para obtenção do corpo de prova.....	49
Tabela 1 - Tratamentos Prévios Realizados.....	50
Tabela 2 - Materiais Utilizados, Fabricante, Lote, Vencimento.....	50
Figura 2 - Broca de Carboneto de Tungstênio, tipo MAXICUT.....	51
Figura 3 - Microjato removedor de óxido de alumínio	51
Figura 4 - Disco flexível diamantado	51
Figura 5 - Demarcação da área para adesão.....	52
Figura 6 - Solução de ácido fosfórico a 35% Scotbond™	52
Figura 7 - Condicionamento do espécime com ácido fosfórico 35%.....	53
Figura 8 - Adesivo Adper Single Bond 2	54
Figura 9 - Aparelho de luz halógena (Ultralux DabiAtlante)	54
Figura 10 - Dispositivo utilizado para condensação do material restaurador (vista superior).....	54
Figura 11 - Dispositivo utilizado para condensação do material restaurador (vista lateral).....	55
Figura 12 - Resina Filtek Z350	55
Figura 13 - Condensação da resina composta no interior da matriz.	55
Figura 14 - Fotoativação da resina composta.	56
Figura 15 - Espécime após remoção do molde, pronto para o teste de resistência ao cisalhamento (vista superior).....	56
Figura 16 - Espécime após remoção do molde, pronto para o teste de resistência ao cisalhamento (vista lateral).....	56
Figura 17 - Máquina de Ensaio Universal Kratos.	57
Figura 18 - Espécime acoplado no dispositivo para o teste de resistência ao cisalhamento.	57
Tabela 3 - Médias e desvios padrão dos resultados individuais obtidos	58

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

%	Porcentagem
°C	Unidade de temperatura: Graus Celsius
±	Mais ou menos
α	Nível de significância estatística
μm	Unidade de comprimento: micrometro
μL	Unidade de volume: microlitro
μg	Unidade de peso: micrograma
4-Meta	4-metacrilóiloxietil-trimetilato anidrido
ANOVA	Análise de Variância
ADA	American Dental Association
BisGMA	Bisfenol-A Diglicidil Metacrilato
CLBV2	Clearfil Liner Bond V2
Cm	Unidade de comprimento: centímetro
Dp	Desvio Padrão
EDTA	Ácido etilenodiaminotetracético
F	Unidade de força: força
G	Unidade de peso: gramas
GL	Graus de Liberdade
HEMA	Hidroxietilmetacrilato
HNO ₃	Ácido Nítrico
H ₃ PO ₄	Ácido Fosfórico
“in vitro” (latim)	Em laboratório
Kgf	Unidade de força: kilograma força
LTDA	Limitada
Mm	Unidade de comprimento: milímetro
mm/min	Unidade de comprimento por unidade de tempo: Milímetro por minuto
mm ²	Unidade de área: milímetro quadrado
MEV	Microscópio Eletrônico de Varredura
Mol	Unidade de medida: molécula grama

Mpa	Unidade de pressão: mega Pascal
OS	One Step
p-level	Nível de significância
P	Nível de confiabilidade estatística
pH	Potencial hidrogeniônico
PMMA	Polimetilmetacrilato
psi	pounds per square inches - libras por polegada quadrada
QM	Quadrado médio
S	Unidade de tempo: segundos
SB	Single Bond
SC	Syntac Single Component
SBMP	Scotchbond Multi-Purpose
SBMU	Scotchbond Multi-Use

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DA LITERATURA	13
3 PROPOSIÇÃO	47
4 MATERIAIS E MÉTODOS	48
5 RESULTADOS.....	58
6 DISCUSSÃO	60
7 CONCLUSÃO	67
REFERÊNCIAS.....	68
ANEXO A - COMITÊ DE ÉTICA E EXPERIMENTAÇÃO ANIMAL(CEEA).....	72

1 INTRODUÇÃO

Um dos principais objetivos da maior parte das pesquisas no campo da Odontologia é a adesão dos materiais restauradores às estruturas dentais, desde que Buonocore estabeleceu em 1955 a utilização do condicionamento ácido do esmalte promovendo a união da resina acrílica a essa estrutura dental pela penetração da resina nas porosidades provocadas no esmalte pelo ataque ácido.

Assim, Bowen (1963) iniciou as mudanças dos conceitos e procedimentos restauradores vigentes. Permitindo o embricamento dos materiais resinosos ao esmalte, o condicionamento ácido possibilitou retenção, a simplificação dos preparos cavitários, diminuindo a necessidade de desgaste indesejado, assim como diminuindo substancialmente a infiltração marginal.

O trabalho de Nakabayashi et al. (1982) foi um dos mais importantes quanto à investigação dos princípios científicos da união à dentina. A resistência que se vinha observando na união da resina à dentina, e que era atribuída a uma interação química entre esses dois substratos, era na verdade promovida por forças micromecânicas produzidas pela difusão dos monômeros resinosos entre as fibras colágenas da dentina após a desmineralização pelo condicionamento ácido, formando o que ele denominou de camada híbrida de colágeno e resinas.

A dentina tem composição diferente da do esmalte por apresentar maior quantidade de água e colágeno, tornando-a inadequada para a adesão das resinas (Pashley, 1989).

Enquanto a adesão ao esmalte é considerada como um procedimento estabelecido e seguro, a união de resina à dentina continua como um desafio.

Mesmo com inúmeros sistemas adesivos lançados no mercado, não se produziu materiais que se liguem à dentina de forma inalterada por longos períodos de tempo, em função das características de umidade e das variações térmicas e mecânicas do meio bucal (Johnson et al., 1991). Por esse razão alguns trabalhos que são realizados sugerem tratamento superficial de dentina como mecanismo para melhorar a adesão neste substrato (Roeder et al., 1995).

O tratamento na dentina também vem sendo estudado ao longo dos anos.

O trabalho de Chan (1997) avaliou a resistência de união resina/dentina bovina por curto e longo período de estocagem, então o sistema adesivo Scotchbond Multipurpose teve melhor comportamento quando o condicionador de escolha foi o ácido maleico.

Já o trabalho de Reis (2004) avaliou os efeitos de diferentes superfícies úmidas na durabilidade da união com a dentina através do teste de microtração. Os sistemas adesivos estudados foram à base de água e etanol (Single Bond), à base de acetona (One Step) e à base de água (Syntac Single Component).

O trabalho de Castilho (2005) analisou a influência dos espessantes na rugosidade da superfície da dentina e resistência ao cisalhamento com três sistemas adesivos, um comercial à base de água (Primer & Bond), um de três passos (Gluma 1) e um de dois passos (Gluma 2).

No entanto, muitas dúvidas surgem sobre a resistência da união dentina/resina com diferentes tratamentos prévios de superfície a fim de se obter melhores resultados (Retief, 1991).

2 REVISÃO DA LITERATURA

Buonocore (1955) relatou que uma das maiores desvantagens dos acrílicos e de outros materiais restauradores utilizados na época era a falta de adesão à estrutura dental. Um material com tais características, sem necessidade de preparos cavitários retentivos, e o selamento de cicatrículas, fissuras e lesões cariosas incipientes seria efetivo. O autor citou algumas tentativas de se obter uma união entre os materiais restauradores e a estrutura dental: o desenvolvimento de novos materiais com propriedades adesivas; modificação dos materiais existentes na época tornando-os adesivos; uso de revestimentos como materiais de interface adesiva entre a restauração e o dente; alteração da superfície dental pelo tratamento químico para produzir uma nova superfície à qual os materiais existentes pudessem aderir. Observando um processo utilizado na indústria naval, de aplicar ácidos na superfície de chapas metálicas para aumentar a união com as tintas usadas na pintura dessas chapas, Buonocore testou duas substâncias: uma solução de ácido oxálico a 10% e uma solução de ácido fosfórico a 85%, para tratar as superfícies do esmalte na tentativa de aumentar a retenção do material restaurador ao dente. Observando os resultados, o autor sugeriu o uso do tratamento com ácido fosfórico que pareceu fornecer bem melhores resultados e é mais simples de usar, aumentando muito a união ao esmalte das resinas acrílicas usadas então como material restaurador.

Durante os anos 50, Bowen começou a empregar a resina epóxica, recém descoberta, para a confecção de restaurações diretas dos dentes, chegando a publicar um trabalho em 1958 (J. Dent. Res., 35/360/9), mas dois problemas só permitiram a aplicação desse material, em restaurações indiretas. Além da grande

contração de polimerização, esse material, mesmo com o emprego de grande quantidade de catalizador, levava um tempo muito grande para se polimerizar, tempo esse, incompatível com a aplicação direta, na boca dos pacientes. Trabalhando ainda em cômodo no fundo de seu quintal, Bowen conseguiu alguns anos depois, sintetizar uma molécula da resina epóxi, com dois radicais metacrilato em suas extremidades, descobrindo assim, o Polivinil-Dimetil-Metacrilato, o BisGMA. Nesse mesmo trabalho publicado como US Patent 3.066.12 em 1962, agregou partículas de sílica pré-tratadas com um vinil silano, elaborando assim a resina composta que sobrevive até nossos dias.

Até 1982, Asmussen & Munksgaard realizaram diversos trabalhos estudando a resistência à adesão, de materiais restauradores, utilizando testes de resistência à tração. Depois de alguns experimentos e seminários onde diversos pesquisadores nessa área se reuniam, resolveram passar a utilizar ensaios de resistência ao cisalhamento tendo então Asmussen desenvolvido um dispositivo especial para esses testes que é ainda usado em Departamentos na Faculdade de Copenhague, na Dinamarca, assim como por pesquisadores de diversos países que estagiaram naquela Escola.*

Nakabayashi et al. (1982) observaram que um embricamento mecânico formado pela penetração de prolongamentos de resina ("tags"), dentro dos túbulos dentinários poderia resultar em uma adesão diferente pela falta de união entre estes e as paredes dos túbulos. Afirmaram ser necessário aproveitar as características hidrofílicas de monômeros que contenham metacrilatos (Phenyl-P, 4-Meta, Copolímero MMA/TTB) com capacidade de infiltrar a rede de fibrilas de colágeno expostas na dentina intra e intertubular para promover e aumentar a força de união. Por isso, estudaram a efetividade do monômero 4-Meta em MMA/TTB na adesão de

um cilindro de acrílico ao esmalte e dentina bovina e humana condicionadas com uma mistura aquosa de ácido cítrico e cloreto férrico. Após a ciclagem térmica foram realizados testes de resistência à tração e uma análise com o microscópio eletrônico de varredura. Descobriram que o monômero infiltrava nas fibrilas de colágeno expostas e polimerizava no local formando uma zona mista ácido-resistente de resina permeada pelo monômero. Esta zona foi denominada de camada híbrida e considerada determinante na união da resina composta à dentina aumentando a resistência dessa união. Descreveram, portanto uma adesão micromecânica que ocorre pela infiltração do monômero da resina na superfície dentária, e quando esse monômero se polimeriza, produz uma dentina reforçada por resina que é composta por colágeno da dentina e hidroxiapatita que está infiltrada e circundada pelo polímero.

Na tentativa de encontrar um substituto para dentes humanos nos testes de adesão, Nakamichi et al. (1983) compararam a resistência adesiva de dentes bovinos e dentes humanos utilizando 5 cimentos odontológicos e duas resinas compostas. Os autores também estudaram o efeito da profundidade da dentina e do tempo de estocagem dos dentes após a extração na resistência de união da dentina (menos que 5 dias e mais que 6 dias). A adesão com esmalte e a camada superficial de dentina não mostraram diferenças estatisticamente significante entre dentes bovinos e humanos com quaisquer materiais utilizados, mas os valores médios foram sempre mais baixos com dentes bovinos. A adesão com a dentina bovina diminuiu consideravelmente com a profundidade da dentina. A resistência adesiva com dentina bovina foi de 1,6 a 10,7 vezes maior em dentina superficial que em profunda. Os autores determinaram que a densidade mais baixa dos túbulos dentinários, em conexão com pouca dentina intertubular por unidade de área, foi

responsável pela resistência adesiva mais baixa em dentina profunda. Um tempo de estocagem maior dos dentes sempre mostrou valores médios de união com a dentina um pouco maiores que nos dentes extraídos recentemente. Somente a resina com adesivo quimicamente ativado e com condicionamento ácido apresentou diferenças significantes com relação ao tempo de estocagem. Os autores concluíram que os dentes bovinos foram úteis nos testes de adesão como substitutos para dentes humanos utilizando esmalte e dentina superficial.

Araújo et al. (1989) realizaram várias modificações na formulação do chamado *Gluma resin*, sistema formulado à base de acetona canforquinona e hema com o propósito de obter um pré-tratamento de mais fácil aplicação clínica. A quantidade de acetona nas formulações foi alterada e a acetona como também parte da água foram substituídos por um de vários componentes voláteis. Algumas alterações de pH da mistura também foram realizadas e então testadas. Os espécimes de dentina foram condicionados com uma solução de glicina e oxalato de alumínio. As superfícies foram então tratadas com as misturas do *Gluma resin* modificado e restauradas com resina composta e então submetidas ao teste de resistência ao cisalhamento. Um dos solventes utilizados na substituição da acetona foi o tetrahidrofurano e os grupos que apresentavam esse solvente em sua formulação apresentaram valores aceitáveis de resistência ao cisalhamento. Altos valores de resistência ao cisalhamento foram obtidos nos grupos onde as formulações apresentavam pH reduzido, ou seja, pH ácido.

Retif et al. (1990) determinaram a resistência adesiva ao cisalhamento e microinfiltração do Scotchbond 2/Silux com a dentina e avaliaram através do microscópio eletrônico de varredura (MEV) a penetração da resina dentro dos túbulos dentinários de dentes humanos e bovinos. A resistência adesiva ao

cisalhamento foi determinada na dentina oclusal de 25 molares permanentes humanos e na dentina vestibular de 25 incisivos inferiores bovinos. Os espécimes foram incluídos em resina acrílica e lixados em uma politriz com lixas de granulação 180 e 600 para expor a dentina superficial. O Scotchprep Dentin Primer, o qual consiste de uma solução aquosa de ácido maleico e hidroxietilmetacrilato (HEMA) foi aplicado na superfície de dentina por 60 segundos e a secagem foi realizada, por 15 segundos, com ar comprimido. O Scotchbond 2 Light Cure Dental Adesive o qual consiste de um monômero hidrofílico e um monômero hidrofóbico (BisGMA) foi aplicado sobre a superfície condicionada, o excesso removido com um suave jato de ar e fotoativado por 30 segundos. Um molde de teflon com 3,5mm de diâmetro e 1,5mm de profundidade foi adaptado à superfície de dentina, a resina composta Silux foi inserida no interior do molde e cada incremento foi fotoativado por 30 segundos. Os espécimes foram levados a uma máquina de teste universal e a carga de cisalhamento foi aplicada através de uma haste em forma de faca com uma espessura de 0,5mm, a qual foi posicionada na base do cilindro de resina composta, junto à união à dentina numa velocidade de deslocamento de 0,5mm/minuto. Microinfiltração de restaurações classe V realizadas na superfície vestibular de raízes de 15 caninos humanos e 15 incisivos bovinos foi determinada quantitativamente. Os dentes restaurados foram termociclados (500x) em uma solução de azul de metileno entre 88°C e 50°C com um tempo de 15 segundos cada banho. O corante foi extraído em uma solução a 50% de HNO₃ e a concentração do corante foi determinada espectrofotometricamente. A penetração da resina no interior dos túbulos dentinários foi avaliada em um MEV. A resistência adesiva ao cisalhamento do Scotchbond 2/Silux à dentina humana foi significativamente maior (P=0,0096) e a microinfiltração significativamente menor (P=0,0004) que com dentina

bovina apesar do fato do sistema restaurador ter penetrado mais em dentina de dente bovino. Os resultados deste estudo sugerem que os dentes bovinos obtidos de animais com mais de 2 anos não são substitutos viáveis para os dentes humanos na avaliação laboratorial de sistemas adesivos.

Retif et al. (1992) determinaram os efeitos do condicionamento ácido com ácido fosfórico em dentina na resistência ao cisalhamento e na microinfiltração quantitativa em um sistema adesivo dentinário experimental, e avaliaram os efeitos dos procedimentos restauradores na dentina por meio de microscópio eletrônico de varredura. Os 30 segundos molares permanentes foram usados para a avaliação da resistência ao cisalhamento. Em 15 desses dentes foi aplicado Dentina Conditioner na dentina por 30 segundos (A), enquanto nos outros 15 dentes remanescentes a “*smear layer*” foi removido pela aplicação de H_3PO_4 a 37% segundos (B). Os primers 1 e 2 foram misturados e aplicados como condicionador dentinário seguido da aplicação do adesivo dentinário antes da colocação em três incrementos da resina Bisfil-M. Os espécimes foram estocados em soro fisiológico a 37%, por 24 horas antes da aplicação do carregamento para teste de cisalhamento na máquina Instron com velocidade de 0,5 mm/minuto. Preparos de classe V circulares foram realizados na raiz de 30 caninos permanentes, 15 restaurados usando o Dentin Conditioner (C) e 15 removendo a “*smear layer*” com o H_3PO_4 (D). Depois de restaurados, os dentes foram colocados em solução salina a temperatura ambiente por 24 horas. Passado este período, os mesmos foram polidos e preparados para a ciclagem térmica. A ciclagem foi realizada em solução de azul de metileno a 2% em temperaturas de 8°C e 50°C, permanecendo 15 segundos em cada banho por 500 vezes. A microinfiltração foi determinada quantitativamente por meio de um método espectrofotométrico. Os autores encontraram os seguintes resultados: A) 14.2+- 2.2

MPa; B) 7.2 +- 4.2 MPa; C) 30.0 +- 28.6 µg de corante por restauração; D) 10.3 +- 8.2 µg de corante por restauração. Concluíram então que a remoção da “*smear layer*” com H₃PO₄ reduziu a resistência ao cisalhamento da união à dentina, mas diminuiu a microinfiltração significativamente.

Erickson (1992) descreveu as interações dos sistemas adesivos e concluiu que as interações de superfície de vários componentes dos sistemas adesivos são consistentes com um mecanismo de união micromecânica. A desmineralização da superfície de dentina é seguida pela penetração de um promotor de adesão para proporcionar energia de superfície compatível com boa penetração do monômero. A completa adesão ocorre quando o agente de união penetra dentro da superfície desmineralizada, condicionado pelo primer e é então polimerizada. Isto resulta em uma camada de dentina reforçada ou camada híbrida consistindo de polímero, colágeno e hidroxiapatita. A formação de uma boa união requer que componentes dos sistemas adesivos sejam otimizados para complementar um ao outro e que sejam adequadamente aplicados.

van Meerbeek et al. (1992a) revisaram a literatura correspondente aos fatores que afetaram a adesão com tecidos mineralizados. Fatores relacionados com a estrutura físico-química dos aderentes e com as propriedades inerentes aos materiais resinosos restauradores e discutiram os mecanismos de união dos sistemas adesivos.

Kanca III (1992b) examinou o efeito de vários métodos de secagem da dentina na resistência adesiva ao cisalhamento da versão All-Etch do sistema adesivo All-Bond. Foram formados 6 grupos de 10 espécimes cada um. Após o condicionamento da superfície com ácido foi realizado a aplicação de 4 camadas do Primer (A+B), secagem por 5 segundos e então uma camada uniforme de resina

sem partícula foi aplicada e fotopolimerizada por 20 segundos. Um cilindro de resina composta foi fixado na superfície tratada e a resistência ao cisalhamento foi medida em uma máquina de teste universal Instron com uma velocidade de deslocamento de 0,5 mm/minuto. A superfície de dentina úmida mostrou uma maior resistência ao cisalhamento que as superfícies secas. Isto sugere que quando as superfícies estão completamente molhadas, não há interação com água e a mistura de *primer* é depositada na superfície aparentemente sem a mesma intimidade de adaptação.

A durabilidade em longo prazo da resina adesiva com a dentina de dentes bovinos mantendo a *smear layer* foi investigada por Watanabe et al. (1993). Através de lixas d'água com granulações de 180 e 600 foi realizado o desgaste dos espécimes até a exposição de dentina. Estes foram secos e receberam a aplicação da resina adesiva que foi fotoativada polimerizada por 60 segundos. Seguida a aplicação da resina adesiva uma resina composta foi colocada na superfície de dentina e fotoativada por 60 segundos. Os espécimes foram estocados por 1 dia, 6 meses e um ano em água a 37°C. A resistência adesiva ao cisalhamento foi medida nos intervalos de tempo e os resultados foram de 6,7 MPa após 1 dia de estocagem, 4,1 MPa após 6 meses e 2,8 MPa após 1 ano de estocagem. Exames microscópicos das interfaces após a fratura sugeriram que a imersão em água por longo tempo enfraqueceu a união entre a resina adesiva e dentina com *smear layer*. Os autores sugerem que se o phenyl P/TEGDMA é capaz de penetrar parcialmente o substrato de dentina não tratada então é muito melhor remover completamente a *smear layer* e desmineralizar o substrato dentinário para estimular a impregnação do monômero e formação da camada híbrida.

Com o intuito de verificar a possibilidade de se utilizar o ácido fosfórico para condicionamento total combinado com o sistema adesivo Scotchbond Multi-

Uso, Beck et al. (1993) avaliaram a resistência ao cisalhamento com a utilização desse adesivo. As superfícies de dentina foram condicionadas com ácido fosfórico a 35%, 32% e 10% e com Etch' n' Seal (ácido fosfórico 35% com oxalato de alumínio), e com o ácido maleico a 10% que serviu como grupo controle. O tempo de condicionamento foi de 15 segundos e utilizaram a dentina proximal de molares humanos extraídos. Os espécimes foram submetidos à ciclagem térmica em água com 300 ciclos, variando entre 5°C e 55°C. A análise estatística mostrou que a medida dos valores da resistência de união do Etch' n' Seal, foi significativamente menor que os demais agentes, os quais obtiveram valores semelhantes entre si. A análise da microscopia eletrônica de varredura demonstrou que tanto o ácido maleico como o ácido fosfórico (10%, 32% e 35%) removem completamente a "smear layer" e descalcificam a dentina subjacente, entretanto o Etch' n' Seal, promoveu a formação de um precipitado na superfície, obliterando os túbulos dentinários. Concluíram que o uso do ácido maleico e fosfórico determina semelhante resistência de união quando o sistema adesivo Scotchbond Multi-Usó é utilizado.

Barkmeier et al. (1994) avaliaram a resistência adesiva ao cisalhamento de uma resina composta (P50) ao esmalte e a dentina utilizando o sistema adesivo Scotchbond Multi-Purpose (SBMP). As forças adesivas foram testadas em esmalte e dentina humanos e de bovinos. Para os dentes humanos foram utilizados 50 dentes, que após o preparo das superfícies vestibulares foram divididos em 5 grupos de 10 dentes cada e receberam tratamentos diferentes em esmalte. A união à dentina também foi testada em um grupo com 10 espécimes. Na avaliação do esmalte e dentina bovina também testaram o efeito da secagem extrema com ar do primer e a aplicação agressiva de ar do adesivo para diminuir sua espessura. Utilizaram 50

incisivos bovinos e foram divididos em dois grupos para esmalte e três para dentina. Cada grupo recebeu um tratamento diferente. Depois de preparados os espécimes foram estocados em água destilada a 37°C por 24 horas e a seguir levados a máquina de ensaio Instron a uma velocidade de 0,5 mm/min. A força foi aplicada paralela e exatamente na área de união. Os resultados foram calculados em MPa e a área de união depois da fratura observada em um microscópio para detectar o tipo de falha. Analisando os resultados obtidos, os autores chegaram a algumas conclusões: a) os resultados sugerem que o condicionamento do esmalte com ácido maleico a 10 % e ácido fosfórico a 37% promovem resistências adesivas iguais; b) o uso do primer do SBMP no esmalte bovino foi aproximadamente 35% mais baixa que o esmalte humano; c) a resistência da união da dentina bovina foi similar a encontrada na dentina humana quando o sistema adesivo foi utilizado seguindo as instruções do fabricante; d) a redução da união a dentina encontrada com a secagem agressiva com ar do adesivo, aconteceu provavelmente devido à polimerização inadequada do adesivo por causa da inibição pelo oxigênio.

Watanabe et al. (1994) descreveram os métodos “in vitro” utilizados para medir adesão dentinária, considerando a eficiência, vantagens e desvantagens dos mesmos. O substrato dentinário, as condições de armazenagem, assim como os métodos utilizados para análise de microscopia eletrônica de varredura para testar resistência de união e microinfiltração são alguns dos fatores que podem influenciar quando se examina a união à superfície dentinária em laboratório. Explicaram que a ciclagem térmica permite estudar o efeito da diferença entre os coeficientes de expansão térmica do tecido dentinário e o material restaurador sobre a microinfiltração e a estabilidade adesiva. Sendo o ideal a utilização de temperaturas entre 5°C e 60°C e 15 segundos em cada banho porque simula de maneira mais

próxima as condições “in vitro”. Concluíram que ainda estão sendo investigadas condições experimentais padronizadas “in vitro” que possam simular as condições “in vitro”.

Los et al. (1994) utilizaram seis sistemas adesivos correntemente encontrados no mercado e aplicados depois de uma abrasão com jato de óxido de alumínio e hidroxiapatita. Além disso, foram também preparados espécimes para MEV utilizando-se a mesma técnica de abrasão seguida da aplicação de adesivos e primers na superfície de dentina. Os adesivos usados foram: All Bond 2, Prisma Universal Bond 3, Scotchbond Multi-Purpose, Tenure Solution, Amalgambond, Mirage ABC. Para o exame de MEV a superfície de dentina tinha a metade coberta com uma lâmina de estanho de radiologia odontológica, sendo assim, uma metade sofreu abrasão com lixas n. 600 e a outra metade aplicação de abrasivos utilizados no trabalho. A abrasão com óxido de alumínio criou maior quantidade de irregularidades na superfície da dentina do que a abrasão com hidroxiapatita. A abrasão com hidroxiapatita não aumentou a resistência ao cisalhamento da resina composta usada com sistemas adesivos de nova geração. A resistência nos ensaios de cisalhamento da resina composta nos casos em que a abrasão foi feita com óxido de alumínio foi maior que aquelas em que foi realizada com hidroxiapatita. A aplicação de abrasão com óxido de alumínio na dentina produziu aumento na porcentagem de falhas coesivas em dentina observadas durante o deslocamento de resina composta utilizada com adesivos de nova geração.

Miearss Junior et al. (1995) avaliaram a resistência ao cisalhamento dos efeitos da umidade da dentina e de dois tempos diferentes de estocagem na união da resina composta quando a dentina é tratada com Scotchbond Multi-Purpose. A superfície de 60 molares humanos extraídos foi reduzida promovendo uma

superfície plana dentinária, e então foram proporcionalmente divididos em quatro grupos de 15 espécimes cada. Os dentes foram condicionados, lavados, e então deixados com a superfície visivelmente úmida ou seca com ar. O primer e o adesivo foram aplicados de acordo com as instruções do fabricante e os cilindros de resina composta unidos ao dente. Dois dos grupos (um úmido e um seco) foram estocados por 24 horas em água destilada a 37°C enquanto os outros dois grupos foram estocados por 90 dias em água destilada á 37°C. Terminados os períodos de estocagem, os espécimes foram submetidos ao teste, com um carregamento a 0,5mm/min. Os valores médios da força de união e o desvio padrão foram medidos em MPa: dentina seca há 24 horas: 13.30 +ou- 5.1, dentina há 90 dias 13.07 +ou- 3.8, dentina úmida há 24 horas: 13.64 +ou- 4.9, dentina há 90 dias: 15.58 +ou- 5.3. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes para a união entre dentina úmida e seca ou diferentes tempos de estocagem.

Uno et al. (1995a) investigaram o efeito do gel condicionante nas diferentes concentrações de ácido fosfórico e variando a quantidade de sílica como espessante na compatibilidade e eficiência na adesão com a dentina quando usados em combinação com Gluma Primer e Sealer. A resistência ao cisalhamento, desempenho marginal nas cavidades dentinárias e resistência a microinfiltração em cavidades mistas foram usadas como parâmetros para determinar a eficácia do Gluma/Pekafill em dentina pré-tratada com condicionadores de 5, 10, 20 ou 35% ácido fosfórico e diferentes quantidades de sílica como espessante (0,5 e 10%) com duração de 15, 30, 60 ou 120 segundos de aplicação. O espessamento da camada híbrida foi determinado ao longo da margem da cavidade dentinária por microscopia óptica. Este estudo mostrou que nem a concentração do ácido fosfórico e a quantidade de sílica como agente espessante para os ácidos em forma de gel, nem

o tempo de condicionamento teve um efeito diferente na resistência adesiva ao cisalhamento com a dentina, no desempenho marginal e na capacidade de selamento do sistema Gluma/Resina Composta. A quantidade de sílica no condicionador não teve influência na espessura da camada híbrida ($P < 0,05$). Os autores concluíram que o condicionamento da dentina com ácido fosfórico como pré-tratamento para o adesivo Gluma é altamente efetivo.

Roeder et al. (1995) utilizaram esmalte e dentina de dentes humanos preparados com dispositivo de abrasão (KCP-2000), usando 2 tamanhos de partículas de óxido de alumínio ($27\mu\text{m}$ e $50\mu\text{m}$) com pressão 120 psi. A resistência a tração "in vitro" de uma resina composta foi determinada após 3 tratamentos de superfícies do esmalte e da dentina. Os tratamentos do esmalte foram: somente abrasão por ar (E-1), abrasão por ar + adesivo (E-2), abrasão por ar + ataque ácido + adesivo (E-3). Os tratamentos da dentina foram: somente abrasão por ar (D-1), abrasão por ar + adesivo sem primer (D-2), abrasão por ar + primer + adesivo (D-3), o grupo controle esmalte e dentina foram planificados com lixa n. 600 de carbeto de silício, atacados com ácido e condicionados com adesivo. O sistema adesivo empregado (Optibond) e a resina composta (Herculite XRV) foram fotoativados utilizando-se espécimes num formato de cone truncado com 3 mm de diâmetro na área de adesão. Os espécimes foram armazenados a 37°C em umidade relativa de 100% por 24 horas. Os testes de resistência a tração foram feitos em uma máquina universal de testes com velocidade $0,05\text{cm}/\text{min}$. Baseado na análise de variância houve uma diferença significativa entre o uso das partículas de óxido de alumínio de $27\mu\text{m}$ e $50\mu\text{m}$. Para o esmalte a resistência de E-2 foi significativamente maior que E-1 e E-3 significativamente maior que E-1 e E-2. A resistência de E-1 e E-2 foi significativamente menor que o grupo controle e E-3 não foi significativamente

diferente que o controle ($p \leq 0,05$). Para a dentina a resistência de D-2 foi significativamente maior que D-1 e a D-3 foi significativamente maior que D-1 e D-2. A resistência de todos os tratamentos exceto D-3 foram significativamente menores que o controle ($p \leq 0,05$). Quando se utilizou somente o tratamento de abrasão de ar no esmalte e dentina a resistência “in vitro” foi menor quando comparada com esmalte e dentina atacados com ácido e condicionamento com adesivo e primer.

Araújo et al. (1997) investigaram o agente Gluma, nos sistemas adesivos, quando aplicados com superfície de dentina seca, úmida e molhada. Na tentativa de aumentar a efetividade do sistema, o pré-tratamento tradicional por EDTA foi substituído pelo ácido fosfórico e o primer Gluma foi modificado por meio de água ou acetona. O sistema Gluma envolve o uso consecutivo de: 1) um condicionador; 2) um primer e 3) uma resina adesiva antes da aplicação da resina composta. Os condicionadores utilizados foram baseados em ácido fosfórico ou em EDTA. A resistência adesiva com a dentina foi medida em dentes humanos extraídos que foram incluídos em resina epóxica. As superfícies de dentina foram obtidas pelo desgaste com lixas de crescentes granulações até a 1000, no estágio final. As superfícies de dentina foram lavadas, secas com jato de ar e então condicionadas. Após a lavagem por 15 segundos, a dentina foi mantida: a) seca (secagem com ar por 10 segundos); b) úmida (dentina pressionada com papel absorvente); c) molhada (remoção da água com bolinha de algodão úmida). Foi aplicado sobre a superfície o *primer* Gluma 3 ou um dos *primers*. Após 30 segundos o excesso de *primer* foi removido com jato de ar. Um molde de teflon foi adaptado à superfície de dentina e o Gluma 4 Sealer foi aplicado, a resina composta Pekafill condensada no interior do molde e fotoativada por 60 segundos. Os espécimes foram estocados em água por 24 horas e levados a uma máquina de testes Universal *Instron* para o teste

de resistência adesiva ao cisalhamento com uma velocidade de deslocamento de 0,5mm/min. Foram registrados valores de resistência ao cisalhamento entre 12 e 22 MPa. Os autores afirmam que um discreto umedecimento da dentina melhora o desempenho do adesivo Gluma, mas o excesso de umidade pode diminuir os valores de resistência ao cisalhamento em até 25%.

Chan et al. (1997) avaliaram a resistência ao cisalhamento da união resina/dentina bovina por um período de estocagem curto (24 horas) e longo (180 dias), a dentina foi condicionada com várias diluições de soluções aquosas de ácido fosfórico (1.0; 5.0; 10.0 e 37.0%), ácido maleico (0.5; 1.0; 5.0 e 10.0%) e ácido maleico a 10.0% em forma de gel. A superfície da dentina foi preparada usando disco de papel com granulação 600 irrigada com água. A superfície foi então condicionada em grupos de 10 dentes usando as várias diluições do ácido fosfórico e maleico. Foi utilizado o sistema Scotchbond Multipurpose e a técnica úmida da superfície, o primer e o adesivo foram aplicados sobre a superfície da dentina confinados ao cilindro de gelatina. Um cilindro de resina Z100 foi então fotopolimerizado e os espécimes foram estocados em água por 24 horas ou 180 dias antes do teste de cisalhamento. Os resultados mostraram que uma alta força de união foi conseguida usando ácidos mais diluídos do que os comercialmente avaliados. Indicaram também que o ácido fosfórico não é o ácido de escolha para o sistema SBMP, e que o ácido maleico parece ser o condicionador de escolha para o sistema SBMP.

Muitos investigadores têm realizado uma variedade de pesquisas para determinar as propriedades da avaliação dos sistemas adesivos dentinários. Os métodos e as variáveis dos testes utilizados em 50 artigos publicados de resistência de união foram analisados por Al-Salehi et al. (1997). Entre os trabalhos analisados,

os testes de cisalhamento predominaram sendo utilizados em 80% dos estudos. Superfícies de dentina de molares humanos foram os substratos eleitos na maioria das vezes (88% das investigações). O tempo de estocagem dos espécimes que predominou, antes dos testes de resistência de união, foi de 24 horas. Entretanto, um número de variáveis não foram registrados em um grande número de artigos, entre estes a espessura do filme, o tipo de dentina testada e a condição da superfície (molhada, úmida ou seca). O modo de falha foi registrado em somente 42% das investigações acessadas. Os autores concluíram que há pouca padronização dos métodos dos testes em estudos de resistência de união à dentina e que o número de variáveis é muitas vezes não relatado ou registrado.

No estudo realizado por Coli et al. (1999) o objetivo foi definir a morfologia e a rugosidade da dentina em diferentes áreas do dente após vários condicionamentos para identificar o efeito da camada híbrida, dos tags de resina e a superfície de dentina mineralizada na resistência ao cisalhamento. Foram utilizados 38 molares humanos extraídos, sendo que cada um foi dividido em duas regiões de dentina, cervical e oclusal. Foram realizados cinco condicionamentos: a) 0,2% EDTA; b) abrasão com partículas de óxido de alumínio e 0,2% EDTA; c) ácido fosfórico 10%; d) ácido fosfórico 10% e imersão em solução de colagenase; e) nenhum tratamento (grupo controle). Foram unidos às superfícies de dentina, com o sistema adesivo All Bond 2 cilindros de resina composta. Os espécimes foram submetidos ao teste de resistência ao cisalhamento. Outros 12 espécimes de cada grupo foram analisados através de um perfilômetro e um microscópio de força atômica, e 4 foram examinadas em MEV. As médias dos valores de resistência ao cisalhamento em MPa, em dentina cervical, dos diferentes grupos foram: 1- $8,36 \pm 4,23$; 2- $6,05 \pm 3,62$; 3- $6,87 \pm 3,45$; 4- $13,30 \pm 5,45$; 5- $4,10 \pm 1,54$. Os valores

médios da resistência ao cisalhamento em dentina lateral foram: 1- $8,77 \pm 3,68$; 2- $8,39 \pm 4,60$; 3- $9,00 \pm 5,62$; 4- $8,44 \pm 4,47$; 5- $6,09 \pm 4,34$. Entre dos tratamentos realizados não houve diferença significativa quando as regiões dos dentes foram comparadas exceto para o grupo 4. Os tratamentos realizados em dentina lateral não apresentaram diferenças quando comparados entre si. Em dentina cervical houve diferença significativa na resistência adesiva quando os tratamentos foram comparados, onde 1 diferiu de 5; 3 de 5 e 4 de 1, 2, 3 e 5. Um aumento na rugosidade superficial da dentina foi encontrado no grupo 4. A resistência ao cisalhamento com a dentina não mostrou depender da formação da camada híbrida.

Benderli et al. (1999) compararam quatro soluções ácidas, com dois tempos de aplicação cada e o seu efeito na resistência à tração de uma resina composta em dentina. Utilizaram terceiros molares recém extraídos e armazenados em solução salina a 4°C por um tempo de três semanas. Os dentes foram seccionados em 3 partes e o terço central foi utilizado para os testes. Este disco de dentina foi ainda dividido em 4 partes iguais e cada parte foi desgastada até se obter um disco de dentina de 3 mm de altura e 5 mm de diâmetro. Quando diferentes ácidos foram aplicados passivamente em cada porção de dentina exposta (ácido fosfórico/ácido maleico; Na-EDTA; ácido cítrico), e dois tempos diferentes (15 e 60 segundos). O adesivo dentinário utilizado foi o Prisma Universal Bond 2 e a resina logo a seguir foi a Heliolux. Depois de prontos os espécimes foram armazenados em água destilada a 37°C por uma semana. O grupo controle recebeu os mesmos procedimentos com exceção da aplicação do ácido. Passado o período de estocagem, os espécimes foram levados até a máquina de testes Universal e a resistência à tração foi medida em uma velocidade de 1 mm/minuto, e o resultado expresso em MPa. O ácido fosfórico aplicado por 15 segundos obteve uma

resistência de 12,9 MPa, e com 60 segundos 6,3 MPa; o ácido maleico com 15 segundos de aplicação 9,0 MPa, com 60 segundos 14,9 MPa; o Na - EDTA com 15 segundos 5,8 MPa; com 60 segundos 6,9 MPa; o ácido cítrico com 15 segundos obteve uma resistência de 19,6 MPa e com 60 segundos 5,6 MPa e o grupo controle 5,7 MPa. Analisando os resultados os autores concluíram que: a aplicação de ácidos fortes (ácido cítrico ou fosfórico) para a superfície de dentina por 15 segundos proporcionaram significativamente maiores valores de união do que com a aplicação de 60 segundos; a utilização de ácidos fracos (maleico ou Na - EDTA) na dentina por 15 segundos ou ácido cítrico por 15 segundos, produziu um efeito totalmente contrário; e que o aumento do tempo de aplicação resultou em um aumento significativo de união para os ácidos fracos e uma diminuição significativa para ácidos fortes.

Manhart et al. (1999) testaram a resistência ao cisalhamento da união de resina composta em dentina comparando-se o pré-tratamento com abrasão por jato de ar com partículas de óxido de alumínio com 50 μ m ou 27 μ m de diâmetro utilizando-se uma pressão de 120 a 160 psi e o pré-tratamento da dentina com somente ataque ácido. Foram selecionados 260 molares humanos recém extraídos, divididos aleatoriamente em 13 grupos (n=20). Foi exposta uma superfície plana de dentina com a obtenção de uma camada definida de *smear layer*. A dentina foi condicionada com solução de ácido fosfórico a 37% por 20 segundos ou com abrasão por jato de ar. Uma combinação de ambos os tratamentos começando com abrasão por ar foram testados assim como espécimes de dentina sem tratamento. O adesivo Syntac de um só componente foi aplicado em dentina seca ou úmida. Cilindros de resina composta com diâmetro de 2,5mm foram aderidos á dentina em 2 incrementos. Os espécimes foram armazenados em água destilada a 37% por 24

horas e então sofreram termo ciclagem por 1000 ciclos à temperatura de 5 e 55°C. A resistência ao cisalhamento utilizando uma máquina universal de testes em uma velocidade de 0,5mm/min. As médias e desvios padrões foram calculados em MPa. Uma análise de variância e um teste de comparação de pares de Bonferroni foram realizados. Os espécimes que não sofreram abrasão da dentina apresentaram resultados menores, enquanto aqueles que sofreram abrasão por ar apresentaram resultados melhores que os anteriores. Os espécimes que sofreram abrasão por ar e aplicação de um adesivo de passo único contendo ácido maleico promoveram valores de resistência ao cisalhamento igual ou até superior daqueles que tiveram tratamento convencional com ácido fosfórico a 37%. O tamanho das partículas de óxido de alumínio não exerceu influência sobre a resistência ao cisalhamento ao passo que a aplicação do jato com pressão de 160psi promoveu resultados significativamente maiores do que quando a pressão do jato foi de 120psi. A abrasão por ar produziu superfície de dentina com morfologia áspera e irregular, desta forma aumentando a área de adesão.

Schilke et al. (1999) determinaram a resistência adesiva ao cisalhamento do sistema resina composta/adesivo dentinário com dentina humana de dentes decíduos, permanentes, dentina de coroas e raízes de dentes bovinos. Além disso, investigaram a influência da profundidade da dentina na resistência adesiva. Foram utilizados para este estudo 30 terceiros molares não irrompidos, 30 primeiros e segundos molares decíduos e 30 dentes bovinos. Os dentes bovinos foram seccionados na junção cimento-esmalte. Os dentes humanos, as raízes e coroas dos dentes bovinos foram seccionados no sentido méso-distal. As raízes dos dentes humanos e a porção lingual foram descartadas. As metades vestibulares de todas as coroas e as raízes dos dentes bovinos foram incluídas em resina acrílica e após a

polimerização foram polidas com lixas d'água até a granulação 600. A dentina foi então reduzida a uma espessura de $1 \pm 0,01$ mm, sendo um disco com a porção vestibular e pulpar (dentina profunda). Um adesivo dentinário e uma resina composta foram aplicados seguindo as instruções fornecidas pelo fabricante em cada superfície vestibular e pulpar, exceto para os dentes decíduos onde somente a superfície vestibular foi utilizada. A resistência adesiva ao cisalhamento foi determinada após 24 horas de estocagem em solução aquosa. A resistência adesiva mais baixa foi encontrada em dentes decíduos humanos (média = $7,7 \pm 5,0$ MPa). O valor mais alto de resistência ao cisalhamento foi encontrado em dentina radicular de dentes bovinos. A média foi $18,0 \pm 8,5$ MPa para a superfície pulpar e $17,4 \pm 8,3$ MPa para a superfície vestibular. Ainda que a resistência adesiva tenha sido mais baixa em dentina superficial que profunda não houve diferença estatisticamente significativa entre superfície vestibular e pulpar dentro de cada grupo. Além disso, nenhuma diferença foi notada quando dentes humanos permanentes foram comparados com dentina coronária de dentes bovinos. Diferenças significativas foram encontradas entre dentina de raiz bovina e dentina de dentes humanos decíduos ($p < 0,001$). A resistência adesiva ao cisalhamento nas coroas de dentes bovinos indicou que este substrato pode ser usado como um substituto para dentina permanente humana em estudos utilizando agentes adesivos dentinários. Nem dentina permanente humana, nem raiz ou coroa de dentes bovinos mostraram ser um substituto viável para dentina de dentes decíduos em testes de resistência adesiva ao cisalhamento. Segundo os autores, quando for utilizar dentes bovinos para testes de resistência adesiva é mais provável obter sucesso utilizando a porção coronária ao invés da raiz, pois a dentina radicular pode levar a resultados diferentes estatisticamente.

Tani et al. (2002) se propuseram a investigar o efeito da espessura do *smear layer* sobre a resistência adesiva utilizando adesivos de passo único com acidez diferente. A superfície da dentina foi regularizada com lixas de carbetto de silício (n. 80, 180, 240, 320, 400, 600 e 4000) e depois foram submetidos a desgaste superficial com pontas diamantadas de granulação grossas, normais, médias, finas e extrafinas. A espessura do *smear layer* foi medida microscopicamente. A relação entre a espessura do *smear layer* e a granulação das pontas diamantadas utilizadas foi descrita por análise de regressão. A resistência ao cisalhamento foi determinada para os seguintes adesivos: AC Bond, pH 2.1 (experimental, Heraeus); AQ Bond, pH 2.5 (Sun Medical); e Prompt L-Pop, pH 1.1 (3M ESPE). Seis espécimes foram testados para cada adesivo em cada uma das 7 granulações de lixa utilizadas. A espessura do *smear layer* foi analisada por ANOVA a 1 critério e teste PLSD de Fisher ($p < 0,05$). A resistência ao cisalhamento não foi significativamente alterada pelas diversas granulações de lixas. O adesivo AC Bond apresentou uma resistência ao cisalhamento (18,3MPa) maior do que os adesivos AQ Bond e Prompt L-Pop (16,9MPa). As fraturas coesivas foram sempre encontradas na resina composta ou no adesivo.

Chaves et al. (2002) avaliaram a resistência a microtração utilizando-se 2 adesivos autocondicionantes e um adesivo de passo único aplicados na superfície da dentina depois de diferentes tratamentos do *smear layer*. As coroas de 36 molares extraídos foram lixadas com uma lixa d'água de granulação n. 600 de carboneto de silício e divididos em 12 grupos de acordo com 3 sistemas adesivos - Primer Bond NT (PB), Clearfil Mega Bond (CMB) e Etch & Prime 3.0 (EP) - e 4 diferentes tratamentos de dentina - aplicação direta sobre smear (sem tratamento), aplicação de lixa de óxido de alumínio 50 μ m por 10 segundos, condicionamento com

solução de ácido fosfórico 36% por 15 segundos, e condicionamento com uma solução de EDTA 0,5M por 2 minutos. Coroas de resina composta com 6 mm de altura foram construídas de forma incremental sobre a superfície dos dentes e armazenados em água destilada a 37°C. Os dentes foram verticalmente seccionados em série ambos nas direções X e Y para obter-se espécimes para adesão com uma área de secção de 0,8 m². Os espécimes foram testados em uma máquina universal na velocidade 0,5m/min. A resistência a tração dos espécimes (MPa) foi de 40,43 ± 7,63 para o PB, 27,03 ± 8,40 para o CMB, 14,73 ± 3,91 para o EP. Os valores de resistência a tração foram significativamente diferentes em relação aos tipos de sistemas adesivos usados. Os tratamentos do *smear layer* antes da adesão não afetaram a resistência a tração para um mesmo agente de união.

O estudo realizado por Lopes et al. (2003) compararam os valores da resistência de união sobre esmalte e dentina humanos com os valores obtidos em dentes bovinos, utilizando dois sistemas de união com princípios de atuação distintos. Foram utilizadas 20 metades de coroas dentais humanas e 40 coroas bovinas. Os espécimes foram desgastados até obter uma área plana de pelo menos 5 mm de diâmetro. Os espécimes, num total de 80, foram divididos em quatro grupos: a) dente humano em esmalte; b) dente bovino em esmalte; c) dente humano em dentina; d) dente bovino em dentina. Os espécimes de cada grupo foram divididos em dois subgrupos de 10 espécimes cada, de acordo com o sistema de união utilizado: a) Scotchbond Multi-Usado (SBMU); b) Clearfil Liner Bond 2V (CLBV2). Através de uma matriz bipartida foram confeccionados cilindros com a resina composta Z100 apresentando 4 mm de diâmetro e 5 mm de altura. Os ensaios de resistência ao cisalhamento foram realizados em uma máquina Instron a uma

velocidade de deslocamento de 0,5 mm/min. Em esmalte, não se verificou diferença estatística entre os dentes humanos e bovinos para os dois sistemas adesivos utilizados. O SBMU apresentou médias estatisticamente menores em dentina humana (7,01MPa) quando comparada à dentina bovina (11,74 MPa). Para o material CLB2V, não houve diferença estatística entre os substratos humanos (7,43MPa) e bovinos (9,27MPa).

Baseados na hipótese que o condicionamento com EDTA pode descalcificar e remover a *smear layer* sem causar danos severos ao substrato dentinário, melhorando a adesão promovida pelos sistemas adesivos simplificados, Torii et al. (2003) investigaram o efeito do EDTA na resistência adesiva com dentina de dente bovino. Foram utilizados 80 dentes que foram preparados com lixas para obtenção de discos de dentina. Metade dos espécimes foi condicionada com solução aquosa de EDTA a 0,5 mol (pH=7,4) por 60 segundos e a outra metade foi tratada com cada um dos sistemas adesivos: (One-up Bond F; Reactmer Bond), um sistema auto-condicionante (Clearfil SE Bond) e um sistema de frasco único (Single Bond). Para o teste de resistência ao cisalhamento os adesivos foram aplicados na superfície de dentina condicionada com EDTA. Com o grupo controle foi utilizado o sistema Single Bond aplicado sobre a superfície de dentina condicionada com ácido fosfórico 35%. Após o tratamento da superfície, resinas compostas recomendadas pelos fabricantes dos sistemas adesivos foram inseridas e fotoativadas por 40 segundos. A resistência adesiva a tração foi medida em uma máquina de testes universal, numa velocidade de deslocamento de 0,2mm/minuto. As superfícies fraturadas foram preparadas para análise da interface dentina/resina através do MEV e o modo da falha foi registrado. Os espécimes foram incluídos em resina epóxica e seccionados. Após o corte os espécimes foram polidos e condicionados

com ácido fosfórico 40%, por 15 segundos para remover o substrato inorgânico, lavagem sob água abundante e imersão em solução de hipoclorito de sódio 10% por 4 horas para dissolver o substrato orgânico. Os espécimes foram fixados com glutaraldeído 4%, desidratados em soluções crescentes de etanol, submetidos à secagem ao ponto crítico e então cobertos com ouro para análise em MEV. Nenhuma diferença no modo de falha foi detectada entre os espécimes condicionados ou não com EDTA usando Clearfil SE Bond. Para o sistema Single Bond os espécimes condicionados com ácido fosfórico mostraram falhas coesivas em dentina mais frequentemente que os espécimes condicionados com EDTA. Nas interfaces resina/dentina, os espécimes condicionados com EDTA formaram camadas híbridas mais espessas que os não condicionados para todos os sistemas exceto para o Single Bond.

A tendência em realizar preparos de cavidades minimamente invasivas tem introduzido diversos dispositivos para o preparo dessas cavidades como alternativa ou complemento dos sistemas comuns com brocas. Assim no presente trabalho de van Meerbeek (2003) investigou-se a abrasão com ultrassom de diamantes (SonicSys Micro, Kavo), a abrasão a ar (Prep Start, Danville) e Er: YAG Laser Irradiation (Fidelis) de forma que produzissem superfícies em esmalte/dentina que fossem resistentes à adesão com as tradicionais pontas diamantadas de granulação média e as lixas de carbetto de silício 600 (estas duas últimas servindo como controle). O adesivo Opti Bond FL (Kerr) com ou sem ataque ácido e um adesivo tipo “self-etch”, o Clearfil SE (Kuraray) empregados com a resina Z 100 (3M ESPE), foram aplicados com esses tipos de pré-tratamentos mecânicos. A resistência à microtração foi determinada após 24 horas em que os espécimes permaneceram em água a 37°C. Os resultados mostraram que a forma de

preparação do esmalte e da dentina antes dos procedimentos de adesão influenciou significativamente a efetividade dos dois adesivos. O adesivo “OptiBond” depois da aplicação de ataque ácido com o emprego do tratamento com laser ou com jato de ar, produziram os melhores resultados. A preparação com ultrassom de diamante e com jato de ar não foram em geral diferentes da preparação com as pontas convencionais de diamante. Os espécimes preparados com laser mostraram tanto no esmalte como na dentina os menores índices de micro tração.

Reis et al. (2004) analisaram os efeitos de diferentes superfícies úmidas na durabilidade da união com a dentina através de teste de microtração. Os sistemas adesivos estudados foram à base de água e etanol Single Bond (SB); base em acetona One Step (OS) e base de água Syntac Single Component (SC). A dentina superficial de 45 molares humanos extraídos foi utilizada após ser exposta por abrasão. Os adesivos foram aplicados em uma área delimitada ($\pm 52\text{mm}^2$) ou em superfície seca com jato de ar por 30 segundos ou após molhar novamente com 2,2 ou 4,0 μl de água, seguindo pela aplicação de resina composta. Os dentes foram seccionados para obtenção de palitos com uma área de interface dentina resina de 0,8 mm^2 . O tempo de estocagem foi de 24 horas e 6 meses. O teste de microtração foi realizado e o teste de ANOVA a três critérios mostrou efeito estatisticamente significativo no grau de molhamento, tempo de estocagem e dupla interação ($P<0,05$). Enquanto SB e SC tiveram mais alta resistência à microtração com 0 e 2,5 μl de água, para OS a resistência foi mais alta com 4,0 μl de água. Independente do grau de umidade, reduções na resistência à microtração foram observadas após 6 meses de estocagem para SB e OS ($P<0,05$), mas não para SC ($P<0,05$). Nenhuma diferença na resistência entre o período de 24 horas e 6 meses, mas encontrou diferença quando a umidade foi superior à condição extrema. Significante

redução na resistência à microtração foi observada quando a umidade foi superior a 2,5µl. A resistência de união de diferentes sistemas adesivos à base de solventes diminui gradualmente ao longo do tempo, independentemente do grau de umidade usado no procedimento adesivo.

Dias et al. (2004) utilizaram 45 molares humanos que foram divididos aleatoriamente em três grupos de acordo com o tratamento superficial. Cada grupo foi tratado utilizando-se um adesivo do tipo total-etch (SingleBond), um dos três sistemas de adesivo do tipo self-etching (Clearfil SE Bond ou ABF, Kuraray; Imperva Fluorobond, Shofu) ou um adesivo do tipo self-etching (One-Up Bond F, Tokuyama). Uma coroa de resina com 4 mm foi construída sobre a superfície de adesão sobre a dentina. Os espécimes foram armazenados em água por 24 horas em 37°C. Foram então seccionados com um disco com 0,7 mm de espessura e depois recortados para formar bastonetes com 1mm² de área. Os bastonetes foram então testados em máquina de tração a uma velocidade de 1 mm/min. Os resultados de microtração foram analisados utilizando análise de variância e um teste PLSD de Fisher. Os espécimes preparados utilizando broca tipo carbide mostraram maior força de união do que os preparados com pontas diamantadas ou lixas de silicato de carbono. Os autores concluíram que a resistência ao deslocamento foi afetada pelo tipo de instrumento utilizado no preparo dos dentes. Especificamente obteve-se melhores resultados de resistência ao deslocamento quando se utilizou as brocas carbide do que quando se utilizou as pontas diamantadas.

Hosoya et al. (2004) utilizaram a superfície vestibular de 105 pré-molares humanos jovens. Foram preparados 6 grupos de teste. Os sistemas adesivos e resinas utilizados para grupos de 1 a 3 foram o Clearfil SE Bond (SE) e a resina Clearfil AP-X e para os grupos de 4 a 6 Single Bond (SB) e a resina Z250. A

superfície de dentina dos grupos 1 e 4 foram suavemente desgastadas com pontas diamantadas com granulação de 25 μ m. Para os grupos 2 e 5 o desgaste foi feito com pontas diamantadas com granulações de 50 μ m. Para os grupos 3 e 6 a dentina foi submetida a lixamento com lixas de carbeto de silício n. 600. A micro estrutura da dentina preparada e submetida aos adesivos SE e SB e as interfaces resina composta/dentina de cada grupo foram estudadas utilizando MEV. Os resultados foram analisados utilizando ANOVA e teste de Fisher PLSD e em $p < 0,05$. As superfícies de dentina submetidos ao tratamento com as pontas diamantadas de 25 e 50 μ m, respectivamente, apresentaram-s mais ásperas do que aquelas tratadas com lixas n. 600. A média em MPa para os grupos de 1 a 6 foram, respectivamente, 32.3 ± 5.0 , 27.6 ± 6.4 , 21.3 ± 3.6 , 5.9 ± 2.9 , 6.5 ± 3.1 , 5.3 ± 2.0 . A resistência ao cisalhamento de 1 a 3 foram significativamente melhores que nos grupos de 4 a 6. A resistência ao cisalhamento do grupo 1 foi significativamente maior que as resistências dos grupos 2 e 3 e a do grupo 2 foi maior que o 3. Não houve diferença significativa entre os grupos 4.5 e 6,0. A forma de fratura nos testes mostrou fratura mista (adesiva e coesiva) na RC para o grupo do adesivo SE e fratura adesiva para os grupos tratados com SB.

Castilho (2005) analisou a influência dos espessantes na rugosidade da superfície da dentina e resistência ao cisalhamento com três sistemas adesivos. Foram utilizados 144 coroas de incisivos bovinos. A rugosidade da superfície da dentina foi avaliada antes e após o condicionamento com três diferentes formulações de ácido fosfórico 37% (2 experimentais e um comercial). Os ácidos experimentais foram espessados com sílica silanizada e polímero (PMMA), sendo o comercial espessado com três diferentes formulações de ácido fosfórico 37%. O sistema adesivo comercial foi o Prime& Bond 2.1, à base de água, sendo o Gluma 1

(A) de três passos e o Gluma 2 (B) de dois passos. Metade das restaurações foi realizada com a resina composta Filtek Z 250TM e a outra metade com a resina composta Beautifil. Os espécimes foram armazenados por 24h em água deionizada à 37°C e então submetidos ao teste de resistência ao cisalhamento na máquina de ensaio Kratos, a uma velocidade de deslocamento de 0,5mm/min. Alguns espécimes foram preparados para análise em MEV da penetração de resina no interior dos túbulos dentinários. Os dados foram analisados através dos testes de ANOVA, a um critério de classificação e Teste de Tukey. Não houve diferença estatisticamente significativa na rugosidade da superfície de dentina provocada pelas três formulações de ácido quando comparados entre si ($P < 0,05$); houve diferenças significantes na rugosidade superficial da dentina somente quando o ácido espessado com polímero foi utilizado ($P < 0,05$). Os espessantes não influenciaram na resistência ao cisalhamento dos dois materiais restauradores. Para a resina composta Filtek Z 250TM houve diferença entre os sistemas adesivos somente nos grupos condicionados com ácido espessado com polímero. Para a resina composta Beautifil o sistema Gluma 2 (B) apresentou maiores valores de resistência ao cisalhamento quando comparado ao Gluma 1 (A). Houve a formação da camada híbrida e tags de resina em todos os grupos estudados.

Semeraro et al. (2006) compararam a resistência à microtração (RMT) onde 3 sistemas adesivos de passo único e 1 sistema adesivo de 2 passos foram utilizados. As superfícies de dentina foram mecanicamente tratadas (regularizadas) com pontas diamantadas com granulação regular e super fina. As coroas de resina composta foram unidas a essas superfícies de dentina utilizando-se 4 sistemas adesivos: Clearfil SE Bond (CSE), G-Bond (GB), SSB-200 (SSB), e Prompt L-Pop (PLP). Depois de armazenado em água destilada à 37% por 24 horas, os dentes

foram seccionados até se conseguir bastonetes com a espessura de 0,7 mm. Os espécimes foram então submetidos a teste de microtração. Os resultados foram submetidos a uma análise de variância (ANOVA) a 2 critérios e posteriormente ao teste de Games-Howell para avaliar a interação entre adesivos e tipos de cortes da dentina. As superfícies fraturadas foram observadas em MEV para determinar o tipo de fratura e, além disso, para observar o efeito do condicionamento nas diferentes superfícies de dentina submetidos aos dois tipos de pontas diamantadas e condicionados com os adesivos e observados em MEV que revelou uma fórmula mista de falhas, adesivas em algumas áreas e coesivas em outras do mesmo espécime. O que ocorreu em todos os espécimes exceto nos de PLP que mostrou fraturas coesivas no adesivo para os dois tipos de preparação com pontas diamantadas. De maneira geral a observação das superfícies condicionadas utilizando-se os dois tipos de pontas diamantadas mostrou uma remoção parcial do *smear layer* para CSE, mínima para o GB e SSB e uma remoção completa para o PLP. Os autores concluíram que na preparação mecânica da dentina a seleção de um tipo apropriado de pontas abrasivas é importante para melhorar a resistência a microtração em alguns sistemas adesivos de passo único. O CSE mostrou resultados significativamente melhores quando a superfície foi tratada com ponta diamantada fina. Ele parece penetrar no *smear layer* parcialmente desmineralizado criando uma adequada camada híbrida. Para o GB não houve diferença na resistência a microtração quando a dentina foi tratada com ponta diamantada de granulação fina e granulação média. O SSB mostrou resistência a microtração significativamente maior na dentina tratada com pontas diamantadas de granulação fina. O PLP foi o único adesivo testado que teve rupturas da união anteriormente aos testes com os dois tipos de tratamentos com pontas diamantadas. Os autores

especulam que há relativamente pequena resistência a microtração para este adesivo que sugere uma hibridização incompleta.

Perdigão et al. (2006) avaliaram clinicamente o efeito de dois adesivos dentinários (Prime & Bond NT e Single Bond) utilizando dentina úmida ou seca após dezoito meses das restaurações. Após esse período, a retenção das restaurações foi avaliada. Quando usado o adesivo Prime & Bond NT os resultados foram estatisticamente iguais para dentina seca ou úmida. Quando usado o adesivo Single Bond, os resultados com dentina úmida foram superiores aos com dentina seca.

Pangrisomboon et al. (2007) avaliaram a resistência a tração promovida por 3 sistemas adesivos de passo único em dentina com diferentes graus de acides (Clearfil SE Bond, One Up Bond F e Xeno III) e o tratamento da dentina com 3 diferentes métodos de abrasão. Foram extraídos 45 3^{os} molares que tiveram parte de sua coroa cortada expondo a dentina oclusal, que foi planificada com lixas de papel de granulação n. 600. Os dentes foram divididos aleatoriamente em três grupos. O grupo 1 é o controle (AP#600), o grupo 2 foi planificado com brocas de aço de fissura cônica de extremo plano (SB) a uma velocidade de 200 rpm por 30 vezes sobre a superfície de dentina e o grupo 3 com pontas diamantadas de granulação regular (DB) a uma velocidade de 100.000 a 120.000 rpm por 30 vezes sobre a superfície de dentina e copiosa refrigeração com água. Cada um dos 3 grupos acima contendo 15 dentes tiveram cada cinco dentes tratados com um dos 3 sistemas adesivos utilizados. Terminado o condicionamento, o dente recebeu uma coroa de resina (Filtek Z250) condensada em três incrementos construindo espécimes de resina composta com altura de 6 mm. Cada incremento foi fotoativado por 40 segundos. Os espécimes foram armazenados em água destilada à 37°C por 24 horas. Os espécimes foram então cortados com disco diamantado de forma que

no final resultaram bastonetes de 1mm² de área. Os espécimes foram então colocados em um dispositivo unido a uma máquina universal de tração e submetidos a tração a uma velocidade de 1mm/min até a ruptura. As médias e desvios padrão de resistência à microtração foram submetidos a uma análise de variância a 2 critérios e um teste de multicomparação Dunnett com 95% de nível de confiança. Para a observação no MEV foram empregados nove 3^o molares dos quais se obteve discos de dentina submetidos aos mesmos tratamentos empregados para os testes de resistência à microtração. Os espécimes foram devidamente desidratados e submetidos a um aparelho para secagem do ponto crítico revestidos com uma camada de ouro e observados em MEV. A análise estatística ANOVA à dois critérios revelou não haver interações significantes entre os sistemas adesivos e o tipo de preparação da dentina. Não se encontrou diferença significativa entre os 3 tipos de preparação da dentina a não ser para o grupo que usou Clearfil SE Bond onde verificou-se uma resistência à tração menor quando a dentina foi preparada com pontas diamantadas. Para todos os métodos de preparação da dentina houve diferença na resistência a microtração para os três adesivos. O Clearfil SE Bond produziu os mais altos resultados e o Xeno III os mais baixos. O Clearfil SE Bond não se comportou bem quando a preparação da dentina foi feita com ponta diamantada. O exame no MEV mostrou que a preparação da dentina com lixa 600 produziu *smear layer* regular e as aberturas dos canalículos na dentina puderam ser observados em algumas áreas. A preparação com brocas de aço produziu um *smear layer* denso e liso cobrindo completamente a superfície da dentina. Foi então possível observar partículas (debris) espalhadas pela área. A preparação com pontas diamantadas produziu *smear layer* denso e irregular, observando alguns

sulcos remanescentes e grandes partículas “debris” mais frequentemente do que nas preparadas com brocas de aço.

Cilli (2007) testou as seguintes hipóteses nulas: a) Não há diferença entre os valores de resistência de união entre resina restauradora e dentina quando uma solução aquosa de glutaraldeído é aplicada como *primer* dentinário antes do emprego do agente adesivo; b) Não há diferença entre os valores de resistência de união, quando a aplicação do mesmo sistema adesivo se dá em condições de dentina úmida ou seca. Dentes humanos foram selecionados, e tiveram sua porção oclusal desgastada, expondo a parte média da dentina coronária para adesão. Quatro grupos foram formados, variando-se a aplicação ou não do *primer* de glutaraldeído e a condição de umidade dentinária: úmida ou seca. Após aplicação e fotopolimerização do sistema adesivo experimental, foram confeccionados blocos resina composta de 4mm de altura sobre a superfície oclusal e os dentes foram preparados para o teste de microtração para a avaliação da resistência de união. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância a um critério e teste de Tukey ($\alpha=0,05$). A aplicação do primer de glutaraldeído aumentou significativamente os resultados de resistência de união. Não houve diferença estatística entre o mesmo sistema experimental se aplicado em dentina seca ou úmida. A hipótese 1 não se confirma e se aceita a hipótese 2.

Sattabanasuk et al. (2007) objetivaram determinar a resistência a microtração e a estrutura micromorfologia de adesão de dois adesivos (OptiBond FL e Clearfil SE Bond) em superfícies de dentina tratadas mecanicamente com diferentes métodos de preparação. Foram utilizados molares humanos extraídos, desgastados de forma plana para expor a superfície de dentina oclusal médio coronal com um de cada seis métodos de preparação - lixa de silicato de carbono n.

120 - lixa de silicato de carbono n. 400 - lixa de silicato de carbono n. 1200 - pontas diamantadas de granulação média - pontas diamantadas de granulação fina - brocas tipo carbide. Cada um dos adesivos foi utilizado para unir uma resina composta a superfície de dentina e o conjunto foi cortado para formar bastonetes com secções de aproximadamente 2X2mm, para o teste de microtração. Na parte de união entre a dentina e a resina foi feito um desgaste dando a esta região uma forma cilíndrica (durante a preparação nenhum dos espécimes se rompeu). Um outro conjunto de dentes foi cortado e submetido aos mesmos tratamentos a fim de se observar o *smear layer* formado em cada condição. As superfícies foram tratadas com uma série de compostos para a fixação do *smear layer* e posteriormente recobertas com ouro para a observação em MEV. Quando foram utilizadas as três granulação de lixa, observou-se a formação bem expressiva de *smear layer* sendo que os canalículos se mostraram ocluídos por smear plugs. Na preparação com as brocas, as pontas diamantadas, as de granulação fina apresentaram menores espessuras de *smear layer* e ausência de smear plugs. Quando se utilizou as brocas diamantadas obteve-se a camada mais fina de *smear layer* e com aparência bastante visível a abertura dos canalículos. Para o adesivo OptiBond FL os melhores resultados foram na utilização da ponta diamantada de granulação fina, seguida da lixa n. 400 e depois das lixas n. 120 e n. 1200. O tratamento com a ponta diamantada de granulação média foi inferior a todos estes. Mas os piores resultados foram no tratamento da superfície com broca carbide. Para o adesivo Clearfil SE Bond os melhores resultados foram na utilização da lixa n. 120 e n. 400 no tratamento da dentina, sendo que todos os outros resultados foram semelhantes e inferiores.

Ermis et al. (2008) estudando a união de resina composta à dentina, avaliaram a influência de três pré-tratamentos mecânicos na dentina, antes da preparação de espécimes para ensaios de microtração. Utilizou pontas diamantadas de média, fina e ultrafina granulação obtendo assim três espessuras de *smear layer* e utilizou entre outros o sistema adesivo Adper Prompt L-Pop. Observaram que para alguns adesivos, o tipo de pré-tratamento mecânico não influencia os resultados (Clearfil S3 Bond) enquanto que para outros influencia (Adper Prompt L-Pop).

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo deste trabalho foi determinar a influência de diferentes tratamentos superficiais da dentina na resistência de união ao cisalhamento de uma resina composta, previamente à aplicação do sistema adesivo.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

No presente trabalho foram utilizados 32 incisivos bovinos, divididos posteriormente em quatro grupos, com oito dentes cada, recém extraídos, doados como material de descarte pelo Frigorífico Vangélio Mondelli, localizado em Bauru, região central do Estado de São Paulo.

Todo o experimento foi realizado no Laboratório de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia Bauru, equipado com um Desumidificador (Oásis, França) regularizando a umidade relativa do ar de $50 \pm 5\%$, verificada por um Higrômetro (Polymètre, França). A temperatura também foi estabelecida com aparelho de ar condicionado em $24 \pm 1^\circ\text{C}$, aferida por um Termômetro.

Os incisivos hígidos, sem trincas, sem manchas de esmalte, foram conservados em solução aquosa de cloramina T a 1% à temperatura ambiente. Suas raízes foram removidas com um disco diamantado em alta velocidade sob refrigeração constante e desprezadas. Os condutos radiculares e a câmara pulpar quando expostos foram limpos e vedados com cera utilidade (Wilson, Polidental, Ind. & Com. LTDA, Brasil). A superfície vestibular dos dentes foi planificada em lixadeira (APL-4, Arotec, Brasil) com lixas de papel de óxido de alumínio (Norton, São Paulo, Brasil), com granulação 150, para a obtenção de uma área de dentina exposta, plana, com aproximadamente 6 mm de diâmetro.

Os dentes foram incluídos individualmente em moldes cilíndricos, de 2,5cm de diâmetro e 8 mm de altura, confeccionados em silicona de condensação, obtidos a partir de uma matriz metálica. Após a planificação da superfície de dentina, os dentes foram colocados de forma que a superfície planificada ficasse em íntimo

contato com o fundo da forma, a fim de ficar exposta no espécime. Após a sua inclusão foi então realizada a inclusão com resina epóxi (Redelease, São Paulo, Brasil) com baixa liberação de calor (figura 1).

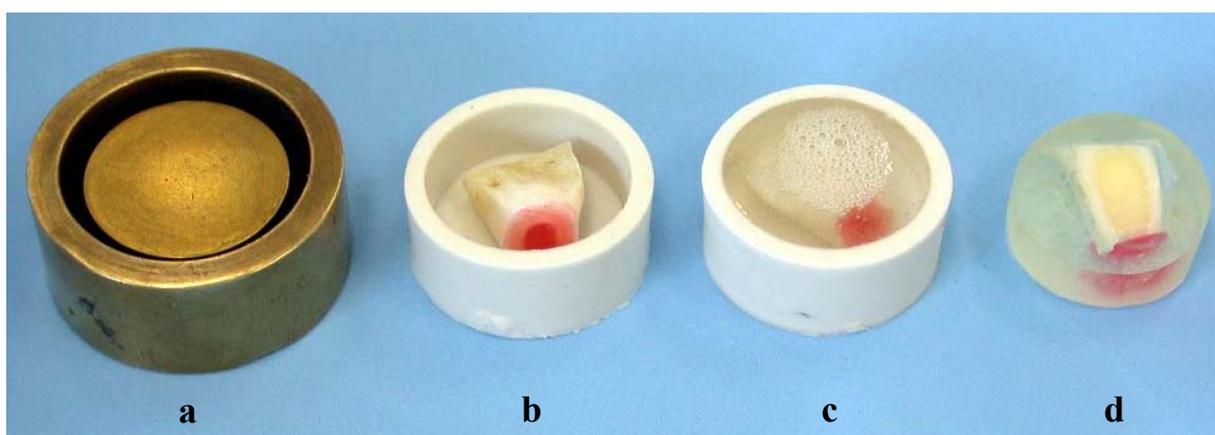


Figura 1 - Seqüência de inclusão: a) através de uma matriz metálica; b) foi confeccionada uma forma de silicone; c) para inclusão de resina epóxi na porção coronária (d) do dente para obtenção do corpo de prova.

Após a manipulação, a resina foi vertida no interior das formas tendo-se aguardado sua polimerização final. Após 24 horas, os espécimes foram retirados das formas e a superfície exposta de dentina foi lixada com lixas de papel de óxido de alumínio, na mesma lixadeira, com numerações subseqüentes de 600 a 1200 por aproximadamente 10 segundos cada e novamente armazenados em solução de cloramina T à temperatura ambiente.

Os espécimes foram divididos aleatoriamente em quatro grupos (tabela 1), a fim de serem feitos os tratamentos superficiais. Os materiais adesivos utilizados estão descritos na tabela 2 com seus respectivos fabricantes, número de lote e vencimento.

Tabela 1 - Tratamentos prévios realizados.

Grupos Experimentais	Tratamentos Prévios da Dentina
Grupo 1	Ausência de Tratamento Prévio da Dentina
Grupo 2	Broca de Carboneto de Tungstênio
Grupo 3	Jato de óxido de alumínio com granulação de 50µm
Grupo 4	Disco flexível diamantado

Tabela 2 - Materiais utilizados, fabricante, lote, vencimento.

Material Utilizado	Fabricante	Lote	Vencimento
Ácido fosfórico a 35% Scotchbond™ Etchant	3M ESPE Ltda.	7JK	03/2010
Sistema adesivo Adper™ Single Bond 2	3M ESPE Ltda.	7KK	02/2010
Resina Filtek Z 350™	3M ESPE Ltda.	7JX	03/2010

No grupo 1, não foi realizado nenhum tratamento prévio. No grupo 2 foi realizada a asperização da superfície da dentina, por 2 segundos, uma única vez, com Broca de Carboneto de Tungstênio, tipo MAXICUT, com formato cônico e superfície arredondada (EDENTA AG Dentalprodukte - Haupstrasse, Brasil) em baixa rotação, peça reta (figura 2). No grupo 3 foi realizada a aplicação com microjato de óxido de alumínio (MICROJATO REMOVEDOR, BioArt, Brasil) com granulação de 50µm por 5 segundos a uma distância de ± 1 mm (figura 3). No grupo 4 a superfície foi tratada com disco flexível diamantado (KG SORENSEN, Brasil) em baixa rotação, peça reta, por 2 segundos, uma única vez (figura 4).



Figura 2 - Broca de Carboneto de Tungstênio, tipo MAXICUT.



Figura 3 - Microjato removedor de óxido de alumínio.



Figura 4 - Disco flexível diamantado.

A dentina tem a cárie removida com broca carbide e a superfície tratada com ponta diamantada durante o preparo cavitário. Então tendo em vista essa característica clínica de utilização destas pontas foi usado uma broca tipo maxicut e um disco diamantado simulando, respectivamente, uma broca carbide e uma ponta diamantada a fim de promover superfícies planas e regulares.

Uma fita adesiva com uma perfuração central de 4 mm de diâmetro foi posicionada na superfície de dentina exposta para demarcar a região adesiva (Castilho, 2005) (figura 5). Este método garante que a área na qual o agente adesivo será aplicado seja padronizada para que se obtenha regularidade nos valores de resistência adesiva (Holtan et al., 1994).

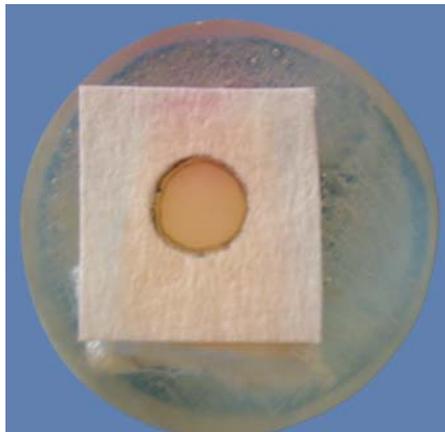


Figura 5 - Demarcação da área para adesão.

Foi realizada a aplicação de solução de ácido fosfórico a 35% Scotchbond™ Etchant (3M ESPE Ltda., St. Paul, USA) em todos os espécimes por 15 segundos, a superfície foi lavada com água deionizada por 30 segundos (figura 6 e 7).



Figura 6 - Solução de ácido fosfórico a 35% Scotchbond™.

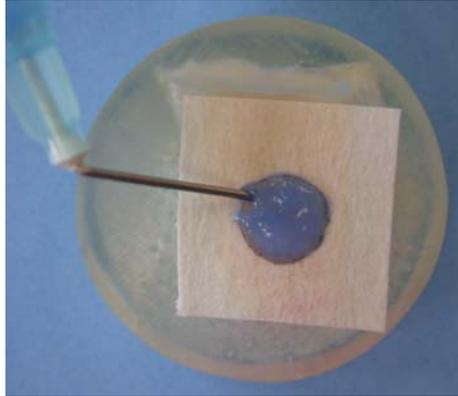


Figura 7 - Condicionamento do espécime com ácido fosfórico 35%.

O excesso de umidade foi removido com papel absorvente e o sistema adesivo Adper Single Bond 2 (3M ESPE Ltda., St. Paul, USA) (figura 8) foi aplicado, aguardados 30 segundos e realizada a fotoativação por 40 segundos em aparelho de luz halógena (Ultralux DabiAtlante, Ribeirão Preto, Brasil) (figura 9). Os espécimes foram colocados no dispositivo, desenvolvido por Araújo & Asmussem (1989) comprimidos contra uma matriz bipartida de teflon, com um orifício central cilíndrico medindo 2 mm de altura e 3,54mm de diâmetro (figura 10 e 11). Asmussem (1989) calculou o diâmetro do orifício para que os resultados dados em Kgf correspondessem aos mesmos em MPa. O orifício em contato com o espécime para a aplicação da resina Filtek Z350 (3M ESPE Ltda., St. Paul, USA) (figura 12) que foi inserida em um único incremento na cavidade da matriz do dispositivo, condensada e fotoativada por 40 segundos (figuras 13, 14, 15 e 16) com o mesmo aparelho de luz halógena usado anteriormente.



Figura 8 - Adesivo Adper Single Bond 2.



Figura 9 - Aparelho de luz halógena (Ultralux DabiAtlante).



Figura 10 - Dispositivo utilizado para condensação do material restaurador (vista superior).



Figura 11 - Dispositivo utilizado para condensação do material restaurador (vista lateral).

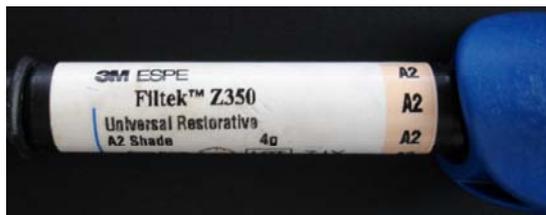


Figura 12 - Resina Filtek Z350.



Figura 13 - Condensação da resina composta no interior da matriz.

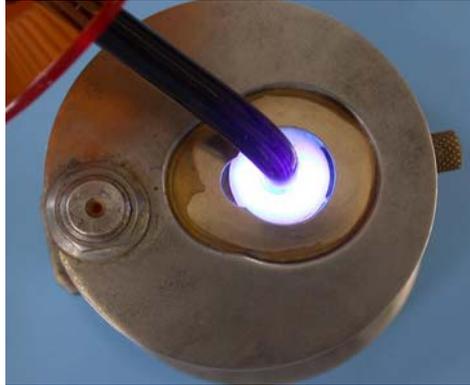


Figura 14 - Fotoativação da resina composta.

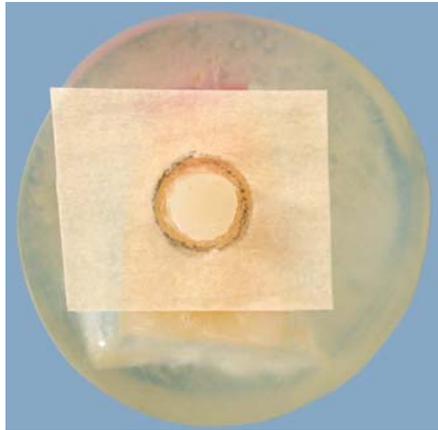


Figura 15 - Espécime após remoção do molde, pronto para o teste de resistência ao cisalhamento (vista superior).



Figura 16 - Espécime após remoção do molde, pronto para o teste de resistência ao cisalhamento (vista lateral).

Os espécimes foram então armazenados por sete dias, submersos em água deionizada, que é disponível no departamento, em estufa (FAREN Ltda., São Paulo) regulada à 37°C. Posteriormente foram submetidos ao teste de resistência ao

cisalhamento na máquina de ensaio KRATOS (Kratos, Brasil) a uma velocidade de 0,5mm/min, utilizando-se o dispositivo para o teste de resistência ao cisalhamento (figuras 17 e 18).

No presente trabalho os diversos tratamentos mecânicos na dentina substituíram, para a formação do *smear layer*, algumas das técnicas utilizadas no preparo das cavidades.



Figura 17 - Máquina de Ensaio Universal Kratos.



Figura 18 - Espécime acoplado no dispositivo para o teste de resistência ao cisalhamento.

5 RESULTADOS

Os resultados individuais obtidos com os ensaios realizados no presente trabalho, assim como os respectivos desvios padrão, encontram-se na tabela 3.

Tabela 3 - Médias e desvios padrão dos resultados individuais obtidos.

Grupos	Força Máxima (MPa) /dp
1 (sem tratamento)	23,28 ± 4,71 A
2 (broca carbide)	18,57 ± 3,52 A
3 (jato de óxido de alumínio)	17,98 ± 2,39 B
4 (disco diamantado)	15,34 ± 2,87 B

Os resultados obtidos nos testes para força máxima foram submetidos individualmente a análise estatística da variância a um critério e em seguida foi realizado o Teste de Tukey individualmente para ambos os grupos de resultados.

É interessante observar-se que os resultados de força máxima do grupo 1, cuja dentina não sofreu tratamento de sua superfície, foram os maiores. Os tratamentos realizados nos grupos 3 e 4 apresentaram resultados menores e foram estatisticamente significante. Os resultados do grupo 2 foram os mais próximos do grupo 1.

O Teste de Tukey foi aplicado em decorrência dos resultados da análise de variância terem mostrado diferença estatisticamente significante. Esse teste mostrou que as comparações entre o grupo 1 e os grupos 3 e 4 foram

estatisticamente significantes e não mostraram diferença estatisticamente significativa com o grupo 2, cujos resultados são mais próximos daqueles do grupo 1. Pode-se, entretanto, se observar que a asperização da superfície da dentina com a broca de carboneto de tungstênio, apresentou resultados semelhantes estatisticamente aos grupos 3 e 4.

6 DISCUSSÃO

Desde 1983 tem se avaliado a adequação de dentes bovinos na substituição dos humanos para a realização de trabalhos odontológicos. Nakamichi et al. (1983) concluíram que dentes bovinos foram úteis nos testes de adesão, podendo substituir os dentes humanos.

Retief et al. (1990) realizaram uma avaliação da resistência ao cisalhamento obtida com dentes humanos e bovinos. Os resultados da resistência de união foram melhores nos dentes humanos, mas a penetração de resina nos canalículos dentinários foi maior nos dentes bovinos.

No presente trabalho, também se empregou dentes bovinos devido à dificuldade na obtenção de dentes humanos e em razão da existência de diversos trabalhos realizados com esses dentes, que tem demonstrado bons resultados comparativos (Nakabayashi, 1982; Nakamichi, 1983; Retief, 1990; Watanabe, 1993; Barkmeier, 1994; Chan, 1997; Schilke, 1999; Lopes, 2003; Torii, 2003; Castilho, 2005). Lopes et al. (2003), por exemplo, chegaram à conclusão que em seu experimento, não houve diferença estatística entre os resultados do substrato humano (7,43MPa) e os do substrato bovino (9,27MPa).

Fowler et al. (1992) desenvolveram trabalho no qual examinaram três variações associadas ao teste de adesão à dentina: a) testes comparativos de resistência à tração e ao cisalhamento; b) características de aparelhos para esses testes; c) aplicação em substratos dentinários humano e bovino. Os resultados não revelaram diferenças substanciais entre os dois tipos de testes, no entanto, os testes de cisalhamento produziram principalmente falhas adesivas o que levou os autores a

recomendar a utilização desse tipo de ensaios nos trabalhos de avaliação de resistência adesiva.

Watanabe et al. (1993) estudaram a variação dos resultados quando o P/TEGDMA era empregado com e sem a remoção da *smear layer*, chegando à conclusão que com a remoção dessa camada, obtinha-se melhor resultado.

No presente trabalho, a aplicação da solução de ácido fosfórico promoveu a remoção da *smear layer* acumulada durante o processo de lixamento da dentina, em uma condição que era mais indicada para o tipo de sistema adesivo selecionado.

Los et al. (1994) realizaram abrasão com jato de óxido de alumínio e de hidroxiapatita. Verificaram que o pré-tratamento da dentina com jato de óxido de alumínio aumentou a resistência ao cisalhamento comparado a hidroxiapatita, onde houve diminuição dessa resistência, porém, ao mesmo tempo aumentou também a porcentagem de falhas coesivas em dentina durante o deslocamento da resina.

Em 1995, Kitasako et al. compararam os testes de resistência ao cisalhamento com os de resistência à tração na avaliação dos adesivos convencionais, Optibond DL, e Scotchbond MP na adesão de cimentos resinosos à dentina. Os resultados dos testes de resistência ao cisalhamento foram mais consistentes e sempre mais elevados que os de tração.

Roeder et al. (1995) realizaram trabalho em que verificaram a resistência à micro tração de uma resina sobre esmalte (E) e dentina (D). A preparação prévia desses dois substratos foi feita com aplicação de jato abrasivo de óxido de alumínio com partículas de 27 e 50 μm . Não houve diferenças significantes entre os resultados do emprego dessas duas granulações do pó. Todos os grupos receberam o tratamento com o ar abrasivo a não ser o grupo controle que recebeu ataque ácido

e adesivo. Um grupo tanto no esmalte como na dentina, recebeu somente o tratamento com ar abrasivo (grupos 1E e 1D). Tanto para o esmalte como para a dentina, após a abrasão com ar, foi aplicado: Grupo 2E e 2D - jato abrasivo mais adesivo; grupo 3E e 3D - jato abrasivo mais primer mais adesivo. Somente o grupo 3D, apresentou resultados superiores aos do grupo controle. Todos os outros grupos, tanto no esmalte como na dentina, apresentaram resultados estatisticamente mais baixos que os do grupo controle. Verifica-se assim, que nesse trabalho de Roeder, os resultados concordam com do presente experimento em que os grupos nos quais a dentina não recebeu preparo mecânico, associado a pré-tratamentos, apresentaram melhores resultados.

May et al. (1997) comparando o desempenho dos adesivos Optibond, Bistite, Panávia, Imperva e MASA Bond, utilizando testes tanto de resistência à tração como de cisalhamento, observaram que os resultados dos testes de resistência ao cisalhamento deram sempre resultados numericamente superiores aos de tração. Os autores compararam seus resultados com os de Kitasako et al. em 1995 concordando com as considerações desses autores.

Sudsangiam & van Noort desenvolveram em 1999, interessante trabalho no qual estudaram diversos métodos de avaliação da adesão de materiais restauradores à dentina. Os autores chegaram à conclusão, em sua avaliação, que os testes em uso, para o estudo da adesão à dentina, não são perfeitos, mas, tem permitido o desenvolvimento e o aperfeiçoamento de sistemas de adesão e de suas técnicas. No entanto, nenhum dos testes em uso, pode avaliar corretamente o comportamento clínico dos materiais restauradores e que, observações a longo prazo, do desempenho de materiais em pacientes, apesar das grandes dificuldades que esse método apresenta, são indiscutivelmente a melhor técnica.

O emprego do método de resistência ao cisalhamento no presente trabalho deve-se tanto do fato de Asmussen e Muksgaard terem resolvido adotá-lo a partir de observações desenvolvidas em 1982, como em função dos resultados de Kitasako em 1995 os de May et al. (1997) e os resultados de Fowler et al. (1992), assim como os de Sudsangiam & van Noort (1999) consideraram os ensaios de resistência ao cisalhamento adequado para trabalhos de adesão à dentina.

Coli et al. (1999) utilizaram tanto soluções de EDTA, como de ácido fosfórico, como abrasão com jato de partículas de óxido de alumínio, no pré-tratamento e também empregou um grupo controle, sem nenhum tratamento. Os tratamentos diversos, não influenciaram muito os resultados. Seus resultados foram semelhantes aos que se observaram no presente trabalho, quando, na condição em que não houve tratamento modificador da superfície de dentina, os melhores resultados foram obtidos. No entanto, Manhart et al. (1999) avaliaram a resistência ao cisalhamento da união de resina composta com dentina comparando-se o pré tratamento com abrasão por jato de óxido de alumínio e somente ataque ácido. Os espécimes que sofreram a aplicação de jato de óxido de alumínio apresentaram resultados melhores (igual ou superior) quanto a resistência ao cisalhamento.

Tani & Finger (2002) verificaram que a espessura da *smear layer* diminuiu gradativamente de $2,6 \pm 0,6\mu\text{m}$ para $0,9 \pm 0,3\mu\text{m}$, conforme a granulação das lixas de SiC diminuíram de 80 para 4000. Para os preparos com pontas diamantadas a diminuição da espessura da *smear layer* variou também de $2,8 \pm 0,5\mu\text{m}$, para um $1,0 \pm 0,3\mu\text{m}$ quando a granulação do diamante variou de super grosso para ultra fino. Os autores não encontraram diferenças na resistência ao cisalhamento proporcionais tanto à maior ou menor granulação dos abrasivos como as maiores ou menores espessuras das camadas da *smear layer* e concluíram que a acidez maior ou menor

dos três sistemas adesivos utilizados foi suficiente para produzir resultados semelhantes com *smear layer* entre 0,9 e 2,7 μ m. O fato de não ter havido diferenças significantes obtidas com o uso das lixas de granulação maior ou menor e com as pontas diamantadas também de tamanho de grãos maiores ou menores, concorda em parte com o obtido deste trabalho onde a dentina não tratada apresentou os melhores resultados.

Examinando as alterações na *smear layer* dependendo dos diferentes métodos de preparação da dentina, Sattabanasuk et al. (2007) observaram que a lixa de papel de carbeto de silício provocou vários sulcos na dentina coberta com uma camada bem distinta de *smear layer* e os canalículos ocluídos com smear plugs. As pontas diamantadas, principalmente as de menor granulação e as brocas carbide, mostraram superfícies mais lisas com sulcos finos e melhor distribuídos. A *smear layer* apresenta-se mais compacta e densa e os canalículos também ocluídos por smear plugs. O ácido fosfórico do Optibond FL dissolve completamente a *smear layer* expondo parcialmente a rede de fibrilas colágenas.

Pangrisonboon et al. (2007) avaliaram os efeitos da utilização de três adesivos de um passo (Clearfil SE Bond, One Up Bond F e Xeno III), assim como três condições de preparo preliminar da dentina: a) grupo controle (lixa granulação 600); b) planificação da dentina com broca de aço e de fissura; c) planificação da dentina com ponta diamantada. Realizou também observações sobre o efeito desses tratamentos sobre a *smear layer*. No grupo 3, quando usou o adesivo Clearfil SE Bond e o tratamento com pontas diamantadas, a resistência à micro tração foi estatisticamente menor que a do grupo controle enquanto que nas outras condições experimentais, os resultados foram todos estatisticamente iguais aos do grupo controle. O exame ao MEV mostrou que com o tratamento controle, houve a

formação de uma *smear layer* de espessura regular e as aberturas dos canalículos podiam ser observadas em algumas áreas. A preparação com brocas de aço apresentou *smear layer* denso e liso cobrindo completamente a superfície da dentina tendo sido possível observar partículas (debris) espalhadas pela área, enquanto que a preparação com pontas diamantadas mostrou *smear layer* denso e irregular, observando-se partículas mais freqüentes que nos preparos com brocas de aço.

Verifica-se também nestes resultados, semelhanças com os deste trabalho, no qual, os preparos preliminares da dentina apresentaram resultados estatisticamente inferiores aos obtidos sem esses preparos.

Ermis et al. (2008) avaliaram a influência de três pré-tratamentos mecânicos na dentina, antes da preparação de espécimes para ensaios de microtração. Utilizou-se brocas diamantadas de média, fina e ultrafina granulação obtendo assim três espessuras de *smear layer* e utilizaram entre outros o sistema adesivo Adper Prompt L-Pop. Observaram que para alguns adesivos, o tipo de pré-tratamento mecânico não influenciou os resultados (Clearfil S3 Bond) enquanto que para outros influenciou (Adper Prompt L-Pop). Os autores verificaram que as fraturas ocorreram em alguns casos na *smear layer* e em outros também na camada híbrida. Os resultados mostraram que, quanto mais fina a granulação das pontas diamantadas utilizadas, melhores foram os resultados, concordando parcialmente com estes resultados nos quais as superfícies de dentina que não sofreram pré tratamento mecânico, apenas lixadas com lixas de granulação fina, produziram os mais altos resultados de união dentina/resina.

Ainda semelhantemente ao presente trabalho, onde a superfície de dentina não tratada apresentou melhores resultados de resistência ao cisalhamento, os melhores resultados foram obtidos com as pontas diamantadas de granulação

ultrafina. Sob o ponto de vista clínico, em relação ao presente trabalho, pode-se dizer que, tendo sido demonstrado que os melhores resultados de resistência ao cisalhamento foram obtidos quando nenhum tratamento mecânico foi feito na dentina antes da aplicação do sistema adesivo, o dentista teria um passo a menos para realizar na confecção de suas restaurações, o que lhe daria uma simplificação, com economia de tempo.

O grande sonho da Odontologia foi sempre e ainda é hoje, a descoberta de materiais restauradores, tanto de aplicação direta como indireta, que reproduzam as características anatômicas e estéticas dos dentes, que promovam um vedamento perfeito das cavidades neles preparadas, que sejam de fácil e rápida aplicação e que resistam por tempo indeterminado às ações químicas e mecânicas que se desenvolvem na boca.

Infelizmente, apesar do grande esforço de cientistas que trabalham nesse campo no mundo todo vem desenvolvendo, esses materiais com todas essas propriedades, ainda não foram descobertos.

Diversas alterações na formulação dos sistemas adesivos, nos materiais restauradores e nos procedimentos técnicos têm aumentado a conveniência e a qualidade desses produtos. Por essa razão, tudo que for possível contribuir nesse sentido com incessante realização de trabalhos que visem o aprimoramento desse ramo da Odontologia deve ser realizado.

7 CONCLUSÃO

Tendo em vista o que foi proposto no presente estudo pode-se concluir que os tratamentos superficiais prévios na dentina levaram à menor resistência adesiva.

REFERÊNCIAS¹

- Al-Salehi SK, Burke FJT. Methods used in dentin bonding tests: an analysis of 50 investigations on bond strength. *Quint Int.* 1997 Nov; 28(11): 717-23.
- Araújo PA, Asmussen E. Bonding to dentin with a simplified Gluma system. *Int Dent J.* 1989 Dec; 39(4): 253-7.
- Araújo PA, Asmussen E. The gluma system for bonding to dentin: effect of acidic pretreatment and surface wetness on bond strength. *Rev Fac Odontol Bauru.* 1997 Jan-June;5(1-2):59-63.
- Barkmeier WW, Erickson RL. Shear bond strength of composite to enamel and dentin using Scotchbond Multi-Purpose. *Am J Dent.* 1994 June;7(3):175-9.
- Beck MD, Swift EJ, Denehy GE. Use of phosphoric acid etchants with Scotchbond Multi-Purpose. *J Dent Res.* 1993;72:133
- Benderli Y, Yucel T. The effect of surface treatment on the bond strength of resin composite to dentin. *Oper Dent.* 1999 Mar-Apr;24(2):96-102.
- Bowen RL. Dental filling material comprising vinyl silane treated fused silica and a binder consisting and glycidyl acrylate. US Patent 3,066,112, 1962.
- Bowen RL. Development of a silica-resin direct filling material. NBS report nº 6333, 1958.
- Bowen RL. Properties of a Sílica-Reinforced Polymer for Dental Restorations. *J Am Dent Assoc.* 1963 Jan;66:57-64.
- Buonocore MG. A simple method of increasing the Adhesion of Acrylic Filling Materials to Enamel Surfaces. *J Dent Res.* 1955 Dec;34(6):849-53.
- Castilho D. Influência dos espessantes na rugosidade da superfície da dentina e resistência ao cisalhamento de três sistemas adesivos [tese]. Bauru: Universidade de São Paulo; 2005.
- Chan AR, Titley KC, Chernecky R, Smith DC. A short-and long-term shear bond strength study using acids of varying dilutions on bovine dentin. *J Dent.* 1997 Mar;25(2):145-52.
- Chaves P, Giannini M, Ambrosano GM. Influence of *smear layer* pretreatments on bond strength to dentin. *J Adhes Dent.* 2002 Fall;4(3):191-6.
- Cilli R. Contribuição do Glutaraldeído como Componente de Sistemas Adesivos Dentinários [tese]. Bauru: Faculdade de Odontologia - Universidade de São Paulo; 2007.

¹ De acordo com o Manual de Normalização para Dissertações e Teses do Centro de Pós-Graduação CPO São Leopoldo Mandic, baseado no estilo Vancouver de 2007, e abreviatura dos títulos de periódicos em conformidade com o Index Medicus.

- Coli P, Alaeddin S, Wennerberg A, Karisson S. In vitro dentin pretreatment: surface roughness and adhesive shear bond strength. *Eur J Oral Sci.* 1999 Oct;107(5):400-13.
- Dias WR, Pereira PN, Swift EJ Jr. Effect of bur type on microtensile bond strengths of self-etching systems to human dentin. *J Adhes Dent.* 2004;6(3):195-203.
- Erickson RL. Surface interactions of dentin adhesive materials. *Oper Dent.* 1992;17(supl. 5):81-94.
- 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 July;24(7):978-85.
- Fowler CS, Swartz ML, Moore BK, Rhodes BF. Influence of selected variables on adhesion testing. *Dent Mat.* 1992 July;8(4):265-9.
- Holtan Jr, Nystrom GP, Olin PS, Phelps RA II, Phillips JJ, Douglas WH. Bond strength of six dentinal adhesives. *J Dent.* 1994 Apr;22(2):92-6.
- Hosoya Y, Shinkawa H, Suefiji C, Nozaka K, García-Godoy F. Effects of diamond bur particle size on dentin bond strength. *Am J Dent.* 2004 Oct;17(5):359-64.
- Johnson GH, Powell LV, Gordon GE. Dentin Bonding: a Review of Current Products and Techniques. *J Am Dent Assoc.* 1991 July;122(7):34-41.
- Kanca III J. Resin bonding to wet substrate. I-Bonding to dentin. *Quintessence Int.* 1992b Sept;23(1):39-41.
- Kitasako V. Shear and Tensile Bond Strength for Resin cements Evaluation. *Dent. Mater.* 1995;11:298-304.
- Lopes MB, Sinhorette MAC, Correr Sobrinho L, Consani S. Comparative study of dental substrate used in shear bond strength tests. *Pesqui Odontol Bras.* 2003 Abr-June;17(2):171-5.
- Los SA, Barkmeier WW. Effects of dentin air abrasion with aluminum oxide and hydroxyapatite an adhesive bond strength. *Oper Dent.* 1994 Sept-Oct;19(5):169-75.
- Manhart J, Mehl A, Schroeter R, Obster B, Hickel R. Bond strength of composite to dentin treated by air abrasion. *Oper Dent.* 1999 July-Aug;24(4):223-32.
- May KN Jr, Swift EJ, Bayne SC. Bond Strength of a new Dentin Adhesive System. *Am J Dent.* 1997;10:195-8.
- Miears JR, Charlton DG, Hermes CB. Effect of dentin moisture and storage time on resin bonding. *Amer J Dent.* 1995 Apr;8(2):80-2.
- Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *J Biomed Mater Res.* 1982 May;16(3):265-73.
- Nakamichi I, Invaku M, Fuzayama T. Bowin teeth as possible substitutes in the adhesive tests. *J Dent Res.* 1983 Oct;62(10):1076-81.
- Pangsrisonboon B, Harnirattisai C, Nilsri K, Burrow MF. Microtensile bond strength of self-etching adhesive systems to differently prepared dentin. *Am J Dent.* 2007 Aug;20(4):259-62.

- Pashley DH. Dentine: A dynamic substrate a review. *Scanning Microscopy*. 1989;3:161-76.
- Perdigão J, Carmo AR, Geraldeli S. Eighteen-month clinical evaluation of two dentin adhesives applied on dry vs moist dentin. *J Prosthet Dent*. 2006 June;95(6):468.
- Reis A, Loguercio AD, Carvalho RM, Grande RHM. Durability of resin dentin interfaces: effects of surface moisture and adhesive solvent component. *Dent Mater*. 2004 Sept;20(7):669-76.
- Retief DH, Mandras RS, Russell CM, Denys FR. Extracted human versus bovine teeth in laboratory studies. *Am J Dent*. 1990 Dec;3(6):253-8.
- Retief DH, Mandras RS, Russell CM, Denys FR. Phosphoric acid as dentin etchant. *Am J Dent*. 1992 Feb;5(1):24-8.
- Retief DH. Standardizing laboratory adhesion tests. *Am J Dent*. 1991 Oct;4(5):231-6.
- Roeder LB, Berry EA III, You C, Powers JM. Bond strength of composite to air-abraded enamel and dentin. *Oper Dent*. 1995 Sept-Oct;20(5):186-90.
- Sattabanasuk V, Vachiramon V, Qian F, Armstrong SR. Resin-dentin bond strength as related to different surface preparation methods. *J Dent*. 2007 June;35(6):467-75.
- 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 Apr;12(2):92-6.
- Semeraro S, Mezzanzanica D, Spreafico D, Gagliani M, Re D, Tanaka T, Sidhu SK, Sano H. Effect of different bur grinding on the bond strength of self-etching adhesives. *Oper Dent*. 2006 May-June;31(3):317-23.
- Sudsangiam S, Van Noort R. Do Dentin Bond Strength Tests Serve a Useful Purpose? *J Adhesiv Dent*. 1999;1:57-67.
- 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.
- Torii Y, Hikasa R, Iwate S, Oyama F, Ito K, Yoshiyama M. Effect of EDTA conditioning on bond strength to bovine dentin promoted by four current adhesives. *Am J Dent*. 2003 Dec;16(6):395-400.
- Torii Y, Ito 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.
- Uno S, Finger WJ. Phosphoric acid as a conditioning agent in the gluma bonding system. *Am J Dent*. 1995a Oct;8(5):236-41.
- van Meerbeek B, De Munck J, Mattar D, Van Landuyt K, Lambrechts P. Microtensile bond strengths of an etch&rinse and self-etch adhesive to enamel and dentin as a function of surface treatment. *Oper Dent*. 2003 Sept-Oct;28(5):647-60.
- van Meerbeek B, Lambrechts P, Inokoshi S, Braem M, Vanherie G. Factors affecting adhesion to mineralized tissues. *Oper Dent*. 1992a;17(supl. 5):111-24.

van Noort R, Noroozi S, Howard IC, Cardew G. A critique of bond strength measurements. J Dent. 1989 Apr;17(2):61-7.

Watanabe I, Nakabayashi N. Bonding durability of photocured phenyl-p in TEGDMA to *smear layer*-retained bovine dentin. Quintessence Int. 1993 May;24(5):335-42.

Watanabe I, Nakabayashi N. Measurement methods for adhesion to dentin: the current status in Japan. J Dent. 1994 Apr;22(1):67-72.

ANEXO A - COMITÊ DE ÉTICA E EXPERIMENTAÇÃO ANIMAL(CEEA)



*São Leopoldo Mandic
Faculdade de Odontologia
Centro de Pesquisas Odontológicas
Certificado de Cumprimento de Princípios Éticos*

CERTIFICO que, após analisar o projeto de

Título: *Resistência ao Cisalhamento de resina composta aderida à dentina com diferentes tratamentos prévios de superfície*

Pesquisador principal: Loreta Salvadego de Freitas Carrega

Orientador: Paulo Amarante de Araújo

Data Avaliação: 10/8/2007 **Nº Protocolo:** 2006/0366

o Comitê de Ética e Experimentação Animal(CEEA) da Faculdade de Odontologia e de Pesquisas Odontológicas São Leopoldo Mandic considerou que o projeto está de com as diretrizes para a proteção do sujeito de pesquisa, estabelecidas pelo Nacional de Saúde, do Ministério da Saúde.

Campinas, SP, Brazil, sexta-feira, 17 de julho de 2009

CERTIFICATION OF COMPLIANCE WITH ETHICAL PRINCIPLES

I hereby, certify that upon analysis of the Research Project,

Main Loreta Salvadego de Freitas Carrega

Advisor: Paulo Amarante de Araújo

the Committee of Ethics for Animals Research of São Leopoldo Mandic School of Dentistry and Research Center, has considered the mentioned project to be in accordance to the guidelines of protection to the subject of the research, established by the National Health Council of the Brazilian Health Ministry.

Prof. Dr. Thomaz Wassall
Coordenador de Pós-Graduação