

JULIANA ALVES

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO DOS SISTEMAS  
ADESIVOS NA DENTINA SADIA E AFETADA POR CÁRIE EM  
DENTES HUMANOS**

CAMPO GRANDE

2011

JULIANA ALVES

**AVALIAÇÃO POR MICROTRAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE SISTEMAS  
ADESIVOS NA DENTINA SADIA E AFETADA POR CÁRIE EM  
DENTES HUMANOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro-oeste da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof.Dr. José Luiz Guimarães de Figueiredo

CAMPO GRANDE

2011

FOLHA DE APROVAÇÃO

JULIANA ALVES

**AVALIAÇÃO POR MICROTRAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE SISTEMAS  
ADESIVOS NA DENTINA SADA E AFETADA POR CÁRIE EM  
DENTES HUMANOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro-oeste da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, para obtenção do título de Mestre.

Resultado \_\_\_\_\_

Campo Grande (MS), \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

BANCA EXAMINADORA

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. \_\_\_\_\_

Instituição \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. \_\_\_\_\_

Instituição \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. \_\_\_\_\_

Instituição \_\_\_\_\_

## DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Teodorico e Vilma, que sempre me incentivaram durante todas as fases da minha vida com amor, carinho e compreensão. Muito obrigada por acreditarem em mim como pessoa e profissional e permitirem que meus sonhos se tornem reais. Pai, pelo exemplo de vida. Mãe, pelas suas orações e conselhos de amiga.

Ao meu querido irmão, Leonardo, com seu amor e amizade.

## AGRADECIMENTOS

A **Deus**, em primeiro lugar, por estar sempre ao meu lado, iluminando nas escolhas e caminhos a serem tomados.

Ao meu orientador, **Prof. Dr. José Luiz Guimarães de Figueiredo**, que como professor e amigo dividiu seus conhecimentos, experiências e dificuldades de toda a sua vida acadêmica, nesta jornada que começou desde a graduação.

Aos **meus familiares** que me confortaram nas horas de ansiedade e torcem por meu sucesso.

Aos **meus colegas de turma**, tanto da graduação como da pós-graduação, pelo convívio e amizade e troca de experiências que ficará para sempre.

Aos meus amigos, em particular **Maria Cecília**, pela amizade, paciência e dedicação por me acolher em sua casa, apoiar e compartilhar momentos felizes da minha empreitada em São Paulo. Ao **Rodrigo Mattiello** que concedeu a oportunidade de acompanhar sua pesquisa em São Paulo. A **Aline**, que mesmo de longe, enviou seus ensinamentos. As **demais amigas** que sempre incentivaram meus estudos.

Ao **Prof. Dr. Danilo M. Zanello Guerisoli** por contribuir com seus conhecimentos tanto na parte estatística quanto na doação de um material indispensável para a realização deste trabalho.

À Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, na pessoa do professor de Materiais Dentários, **Prof. Dr. Igor Studart Medeiros**, pelo apoio necessário e fundamental para realização desta pesquisa. Ao técnico **Antônio**, as **secretárias** do departamento e os **alunos** que estavam no laboratório pela

paciência e gentileza de ajudar na utilização das máquinas.

À **Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul** por conceder as instalações, materiais e os funcionários sempre dispostos a ajudar. Em especial ao **Programa de Pós-Graduação em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro-Oeste**, através de seus professores e funcionários, que possibilitaram a realização deste trabalho.

Aos professores do Departamento de Física da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, em especial o **Prof. Dr. José Renato e a Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ângela**, por conceder o laboratório para a realização dos testes e utilização do Microscópio Eletrônico de Varredura. Aos técnicos **Evaldo e Luís Felipe**.

Ao aluno de graduação, **Renato Pacola**, pela disponibilidade e interesse em ajudar e aprender sobre a metodologia empregada no trabalho.

Aos alunos de doutorado, o colega **Walter Leonardo**, e a **Prof<sup>a</sup> Valéria** pela correção.

Às empresas **FGM e a 3M ESPE** por disponibilizar os produtos para que os testes fossem realizados.

À **FUNDECT** pelo apoio financeiro, possibilitando o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço a todos aqueles que, direta ou indiretamente colaboraram na execução desse trabalho.

*“Tudo vale a pena quando a alma não é pequena.”*

(Fernando Pessoa)

## RESUMO

**Alves J. Avaliação por microtração da resistência de sistemas adesivos na dentina sadia e afetada por cárie em dentes humanos.** Campo Grande; 2011. [Dissertação- Programa de Pós-Graduação em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro-Oeste da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul].

O objetivo deste estudo experimental foi avaliar por microtração a resistência de dois sistemas adesivos em dentina sadia e dentina afetada por cárie em dentes humanos. Para o estudo foram utilizados vinte dentes humanos, sendo dez dentes com a dentina sadia e dez dentes com dentina afetada por cárie. Aleatoriamente, esses dentes foram divididos em quatro grupos, sendo dois grupos de dentina sadia e dois grupos de dentina afetada para cada sistema adesivo selecionado para a pesquisa. Os dentes sofreram preparo cavitário padronizado e foram restaurados com sistema adesivo de condicionamento total Ambar (FGM, Brasil) e com a resina composta Opalis (FGM, Brasil), grupos (G1-dentina sadia, G2-dentina afetada). O sistema adesivo autocondicionante Filtek Silorano (3M ESPE, EUA) com a resina composta Filtek P90 (3M ESPE, EUA), grupos (G3-dentina sadia, G4-dentina afetada). Os dentes foram restaurados e armazenados em água destilada à 37°C por uma semana. Após este período, as amostras foram seccionadas verticalmente obtendo-se espécimes com área de secção transversal de aproximadamente 1,0mm<sup>2</sup>, que foram tracionados a velocidade de 1,0 mm/min em máquina de ensaio universal. A resistência de união quanto ao método de ensaio por microtração revela que os maiores valores médios encontrados são para o sistema adesivo Ambar (FGM, Brasil) em comparação ao Filtek Silorano (3M ESPE, EUA). O sistema Ambar (FGM, Brasil) não há diferença entre os resultados de resistência de união para dentina sadia ou dentina afetada por cárie. No entanto, o sistema adesivo Filtek Silorano (3M ESPE, EUA) apresenta valores de adesão superiores para a dentina sadia quando comparado à dentina afetada por cárie. Os tipos de fraturas observados em microscópio óptico não correspondem fielmente quando observados em microscopia eletrônica de varredura. O tipo de fratura geralmente apresentada pelos corpos de prova que foram analisados no MEV foi a mista.

Palavras-chave: resistência de materiais, adesivos dentinários, cárie dentária.

## ABSTRACT

**Alves J. Evaluation of microtensile bond strength of adhesive systems in dentin affected by caries and healthy human teeth.** Essay-Graduate Program in Health and Development in the Midwest Region, Federal University of Mato Grosso do Sul.

The aim of this experimental study was to evaluate by microtensile, the strength of two adhesive systems in dentin and sound dentin affected by caries in human teeth. Twenty human teeth were used for the study, which ten of them were teeth with healthy dentin, and the other ten teeth were affected by caries. Randomly, these teeth were divided into four groups, two groups of healthy dentin and two groups for each affected dentin adhesive system selected for the research. The teeth were standardized by cavity preparation and they were restored with adhesive system total conditioning Ambar (FGM, Brazil) with the composite resin Opalis (FGM, Brazil) groups (G1-sound dentin, G2-affected dentin) and the system self-etch adhesives Silorane Filtek (3M ESPE, USA) with a composite resin Filtek P90 (3M ESPE, USA), groups (G3- sound dentin, G4-affected dentin). The teeth were recovered and stored in distilled water at 37 °C for one week. After this period, the samples were sectioned vertically obtaining specimens with cross-sectional area of approximately 1.0 mm<sup>2</sup>, which were pulled at a velocity of 1.0 mm/min in a universal testing machine. Bond strength on the test method for microtensile reveals that the highest average values are found for the adhesive system Ambar (FGM, Brazil) compared to Silorane Filtek (3M ESPE, USA). In the system Ambar (FGM, Brazil) there is no difference between the results of bond strength to healthy dentin and dentin affected by caries. However, the adhesive system Silorane Filtek (3M ESPE, USA) has superior bond strength values for sound dentin when compared to the dentin affected by caries. The types of fractures observed in optical microscope don't match accurately when observed in scanning electron microscopy. The analyzed type of fracture usually presented by specimens in the SEM was mixed.

Keywords: strength of materials, dentin bonding, dental caries.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01- Distribuição dos sistemas adesivos em relação à dentina sadia e dentina afetada por cárie.....	47
Tabela 02-. Composição e lote dos materiais utilizados de acordo com os fabricantes.....	48
Tabela 03- Distribuição dos grupos em relação ao tipo de fratura.....	54
Tabela 04- Leituras dos corpos quanto à resistência de união por microtração em (MPa).....	56
Tabela 05- Valores de média e desvio padrão (MPa) dos grupos que sofreram o ensaio de microtração.....	57
Tabela 06- Análise de variância com dois fatores de variação e teste complementar de Bonferroni aplicados aos resultados da força de adesão de dois sistemas adesivos à dentina sadia e afetada por cárie ( $\alpha=0,05$ ).....	58

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Sistema Adesivo Ambar (FGM, Brasil) e a resina composta Opalis (FGM, Brasil).....	50
Figura 2- Sistema Adesivo Filtek Silorano (3M ESPE, EUA).....	50
Figura 3- Embutimento dos dentes.....	51
Figura 4- Dente restaurado e embutido em resina epóxi.....	51
Figura 5- Máquina de corte Isomet 1000, Buelher.....	52
Figura 6- Corte sendo realizado.....	52
Figura 7- Palitos (dentina- adesiva- resina).....	53
Figura 8- Máquina de ensaio (Kratos, Brasil).....	53
Figura 9- Dispositivo com o palito em posição na máquina de ensaio.....	53
Figura 10- Palito após realização do ensaio .....	53
Figura 11- Mesa preparada com palitos .....	55
Figura 12- Denton Vaccum.....	55
Figura 13- MEV modelo-Jeol JSM 6380LV.....	55
Figura 14-Gráfico 01- Gráfico ilustrando a média e desvio-padrão dos resultados obtidos para a resistência de união dos sistemas adesivos em função do substrato dentinário em dentina sadia e dentina afetada por cárie.....	57
Figura 15- Fotomicrografia dentina afetada por cárie, entrada do túbulo dentinário (seta)(Aumento 4000X).....	59
Figura 16- Fotomicrografia dentina sadia, entrada dos túbulos dentinários (setas) (Aumento 6000X).....	59

Figura 17- Tags resinoso do sistema adesivo Filtek Silorano (3M ESPE, EUA) em dentina afetada- vista por cima (Aumento 1800X).....	60
Figura 18- Tags resinosos do sistema adesivo Ambar (FGM,Brasil) em dentina afetada– Camada Híbrida (Aumento 300X).....	61
Figura 18.1- Vista do quadrado (Aumento de 1000X).....	61
Figura 18.2- Vista do círculo: Zona de união dentina –adesivo –tags (Aumento 2000X).....	61
Figura 19– Fotomicrografia (Palito 03) D- dentina afetada por cárie; seta-camada de adesivo Filtek Silorano; R- pequena porção de resina composta adesivo Filtek P90; R- pequena porção de resina composta (Aumento 90X).....	62
Figura 20- Fotomicrografia (Palito 03)- Lado da resina com adesivo superficial (SA); D-dentina (Aumento 90X).....	63
Figura 21- Gráfico 02- Microanálise do palito 10 pelo método de espectroscopia de energia dispersiva de Raios-X (EDX).....	64
Figura 22- Fotomicrografia do palito 10 representando uma porção de dentina sadia restaurada com o sistema adesivo Ambar (FGM, Brasil) e a resina composta Opalis, (FGM, Brasil) Seta indicando o início da leitura (dentina) até o final da leitura (material restaurador).....	64
Figura 23- Fotomicrografia de fratura em dentina.....	65
Figura 24- Fotomicrografia de fratura em resina.....	65
Figura 25- Parte da dentina vista frontal (Palito 08) falha mista. D- Dentina sadia; R- Resina Composta; SA- sistema adesivo Ambar (Aumento 90X).....	66
Figura 26- Parte da resina (Palito 08) Sistema adesivo Ambar (FGM,Brasil) – Falha mista (Aumento 90X).....	66

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BisEMA	Bis-Fenol A di-Glicidil Metacrilato etoxilado
BisGMA	Bis-Fenol A di-Glicidil Metacrilato
cp	corpo-de-prova
DP	Desvio Padrão
JAD	junção amelodentinária
M	Média
MMP	metaloproteinases de matriz
MET	microscopia eletrônica de transmissão
MEV	microscópio eletrônico de varredura
MPa	megapascal
mW	miliwatt
N	Newton
rpm	rotações por minuto
TEGDMA	Trietileno glicol dimetacrilato
PCR	<i>Polymerase Chain Reaction</i>
pH	potencial hidrogeniônico
PVC	polivinil de cloreto
UDMA	Uretano dimetacrilato
HEMA	<i>hidroxyethyl metracrylate</i>

## LISTA DE SÍMBOLOS

°C	graus Celsius
mm	milímetros
mm <sup>2</sup>	milímetros quadrado
%	por cento
mm/min	milímetros por minuto
mW	miliwatts

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>17</b>
<b>3 OBJETIVOS.....</b>	<b>45</b>
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>46</b>
<b>4.1 Estudo piloto.....</b>	<b>46</b>
<b>4.2 Estudo principal.....</b>	<b>47</b>
<b>4.2.1 Materiais adesivos utilizados.....</b>	<b>48</b>
<b>4.2.2 Teste mecânico.....</b>	<b>51</b>
<b>4.2.3 Análise estatística.....</b>	<b>53</b>
<b>4.2.4 Padrão de fratura.....</b>	<b>53</b>
<b>4.5 Microscopia eletrônica de varredura (MEV).....</b>	<b>54</b>
<b>5 RESULTADOS.....</b>	<b>56</b>
<b>5.1 Resistência de união.....</b>	<b>56</b>
<b>5.2 Micromorfologia da interface sistema adesivo/dentina.....</b>	<b>58</b>
<b>6 DISCUSSÃO.....</b>	<b>67</b>
<b>7 CONCLUSÕES.....</b>	<b>72</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>73</b>
<b>ANEXOS</b>	

# 1 INTRODUÇÃO

As tendências atuais na dentística moderna envolvem a máxima conservação da estrutura dental durante o tratamento do dente com lesão de cárie (YOSHIYAMA *et al.*, 2009). Nakabayashi *et al.* (1982) afirmaram que a dentina é, por sua natureza, um substrato de origem conjuntiva bastante complexa por se tratar de um tecido com grande quantidade de matérias inorgânica, orgânica e água, que a torna sensível aos procedimentos restauradores. Devido ao seu íntimo envolvimento com a parede pulpar em cavidades profundas, este tipo de dentina assume considerável relevância clínica, tendo em vista que sua manutenção torna-se essencial para o estado vital do dente e a conservação da estrutura dental.

De acordo com Nakajima *et al.*, 2011 a constante presença de dentina afetada por cárie na clínica diária faz dela um dos mais relevantes substratos alterados a ser estudado. Segundo Wei *et al.*, 2008, o tratamento tradicional de dentes cariados envolve a remoção de toda estrutura dental cariada para o emprego dos materiais restauradores, muitas vezes sacrificando maior estrutura do que o necessário.

Diante da literatura observam-se várias maneiras de se tratar a remoção de cárie e muitas marcas de sistemas adesivos introduzidas no mercado odontológico atualmente. Sendo a dentina afetada por cárie um comum substrato de ligação ao tratar um paciente (Zafer *et al.*, 2003) e que a adesão para dentina depende não somente do sistema adesivo utilizado, mas também do substrato dentinário (Siruruki *et al.*, 2009) é necessário saber se a interação dos sistemas adesivos juntamente com o substrato dentinário seja ele sadio ou afetado por cárie apresentam o mesmo resultado de resistência de união para manutenção do material restaurador.

A preservação da dentina cariada interna pode promover aumento da proteção à polpa por deixar uma camada maior de dentina sem enfraquecer a retenção da restauração, além de melhorar a proteção pulpar em cavidades

preparadas para outros materiais restauradores (FUSAYAMA *et al.* (1975), WEI *et al.*, 2008, NAKAJIMA *et al.*, 2011).

No entanto, Nakajima *et al.*, 2011 consideraram ser fundamental a capacidade de preservar principalmente a estrutura dental sadia e gerar restaurações satisfatórias. Uma vez que não existem maiores informações a respeito destes novos materiais oferecidos no mercado, principalmente em relação ao aumento da ligação em potencial à dentina afetada deve ser considerada uma nova estratégia para melhoria dos materiais adesivos que poderá levar ao reforço do complexo dente-restauração.

A adesão da dentina aos materiais restauradores é de extrema complexidade, por ser composta por uma série de túbulos que se ramificam, em maior diâmetro e número, da câmara pulpar até a junção amelodentinária (JAD), onde se encontram em menor diâmetro e mais dispersos. Um anel de dentina peritubular, mais mineralizada, circunda os túbulos dentinários, enquanto a dentina localizada entre os túbulos dentinários, denominada intertubular, apresenta maior conteúdo orgânico (colágeno tipo 1). A interação mecânica tem sido sugerida, devido a penetração da resina na malha de fibras colágenas. Os túbulos dentinários são preenchidos parcialmente por prolongamentos das células odontoblásticas, fibras nervosas e fluídos dentinários, conferindo maior umidade a este substrato quando comparado ao esmalte (PASHLEY *et al.* 1997).

Os sistemas adesivos estão sofrendo grandes avanços e sendo constantemente pesquisados no meio científico. Para simplificar a técnica e diminuir as dificuldades da adesão dentinária adesivos além dos com condicionamento total e os autocondicionantes foram lançados os *all in one* (PASHLEY *et al.*, 2011). O primeiro sistema adesivo, com condicionamento total, ou seja, remoção total da *smear layer* e desmineralização da superfície dentinária pelo ácido fosfórico aplicado separadamente. O segundo sistema, autocondicionante, utiliza-se ácido e *primer* juntos para remoção parcial da *smear layer* e desmineralização da superfície dentinária. E o terceiro sistema adesivo denominado *all in one* encontra-se todos os componentes em um mesmo frasco, podendo considerá-lo um adesivo autocondicionante pelo fato de remover parcialmente a *smear layer*.

Para que novos sistemas adesivos possam ser utilizados pesquisas devem ser efetuadas nos produtos que ainda não foram submetidos a testes *in vitro* com a finalidade comprobatória de sua eficácia como, por exemplo, em um substrato da dentina afetada por cárie, com isso testes de resistência de união devem ser efetuados (FIGUEIREDO, 2002).

Quanto aos tipos de ensaios o mais utilizado para avaliar a resistência de união de materiais e que tem melhor precisão é o ensaio de microtração. A metodologia utilizada é uma variação do teste de tração, desenvolvida por Sano *et al.*, 1994 que facilita a verificação da real magnitude da resistência, pois limita a ação das forças de tração em uma pequena área da interface adesiva. Este método oferece versatilidade e de grande relevância para estudos de adesão de materiais restauradores utilizados clinicamente (PASHLEY *et al.*, 1999).

Todavia, diante da diversidade de novos sistemas adesivos no mercado odontológico de marca nacional (FGM) e também de renome internacional (3M) que oferecem produtos utilizados por muitos dentistas, será que a resistência de união destes produtos é efetiva tanto em dentina sadia quanto em dentina afetada por cárie? Diante da simplificação da técnica de sistemas adesivos autocondicionantes oferece a mesma resistência de união dos sistemas adesivos com condicionamento total? Lembrando da importância em preservar a estrutura dental, a efetiva adesão dos sistemas adesivos para unir a restauração ao substrato dentinário é necessário para devolver a função mastigatória, conforto e longevidade nas restaurações empregadas nos pacientes.

Assim, o estudo teve como objetivo avaliar através do teste de microtração a resistência de união de um sistema adesivo com condicionamento total e um sistema adesivo autocondicionante tanto à dentina sadia quanto à dentina afetada por cárie.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Desde que Buonocore *et al.* (1955), propuseram a melhoria da adesão de uma resina ao substrato dental, baseando-se no uso de um ácido fosfórico capaz de condicionar a superfície do esmalte dental tornando-a mais receptiva, a resina composta pôde ser introduzida no mercado dando início a Odontologia adesiva.

Fusayama *et al.* (1975) descreveram duas camadas de dentina no fundo da cavidade de dentes de cães após terem experimentalmente provocado o amolecimento da dentina através de ácido. A primeira camada descalcificada foi suave com baixo teor de cálcio e não poderia ser recalcificada. A segunda camada descalcificada foi mais difícil de remover, possuía intermediária descalcificação e observaram que poderia ser remineralizada consideravelmente através da reação vital. Os autores afirmaram portanto que, para o tratamento dos dentes, é considerado preferível salvar a segunda camada, que pode ser remineralizada. Este estudo foi realizado para encontrar um meio de diferenciar as duas camadas de dentina afetada por cárie em dentes humanos com o uso de um corante. Uma variedade de corantes (Tintura de iodo, merbromin, eosina, safranina, *alcian blue*, violeta de metila, azul de metileno, Rosa Bengala, Vermeil, Sudão III, fucsina, Nile e azul) foram julgados em vários solventes, visto que uma solução de 0,5% propilenoglicol foi o mais eficaz e escolhido para executar esta pesquisa. As superfícies das seções de 41 dentes recém-extraídos com dentina cariada que não se estendem até a polpa, coberta com o corante em cinco segundos e lavado com água. A meia-superficial da dentina cariada foram corados distintamente enquanto a metade mais profunda não foi manchada. Observaram que uma distinta barreira separava as duas zonas. Não puderam afirmar se a camada de coloração corresponde exatamente para a primeira camada desmineralizada e não remineralizável. Mas foi possível observar que a deterioração do colágeno e substâncias orgânicas da camada altamente desmineralizada é responsável para a estabilidade da camada dentinária afetada por cárie. A remineralização fisiológica da

dentina só ocorre quando há presença de fibras colágenas sadias, portanto, a segunda camada descalcificada ainda contém colágeno que pode ser remineralizado. Os cortes também foram submetidos à observação da cor e determinação da dureza em várias profundidades ao longo dos túbulos dentinários no centro da lesão. A invasão bacteriana foi estudada em cortes histológicos retirados da mesma parte e corados pela técnica *Gram-Weiger* para as bactérias gram-positivas. Bactérias *Gram* negativas foram procuradas, sem sucesso. Assim, afirmaram que a completa remoção da camada de fucsina poderia resultar na remoção completa da dentina infectada. Por outro lado, observaram que a coloração, as vezes, estava em lesões crônicas e que a vitalidade de bactérias localizadas de tal profundidade nas lesões crônicas foram consideradas baixa e insignificante, pois com o selamento efetivo da cavidade já era suficiente para paralisar a progressão da lesão cariosa *apud* (BESIC, 1943). A coloração deste estudo foi feita apenas em seções de dentes extraídos e segundo os autores a utilidade clínica do presente procedimento de coloração devia ser estabelecida para investigação.

Fusayama *et al.* (1979) preconizaram modificações no procedimento adesivo com o condicionamento ácido total de uma cavidade, a fim de promover melhor adesão, introduzindo o condicionamento com ácido fosfórico tanto em esmalte quanto em dentina.

Nakabayashi *et al.* (1982) afirmaram que o dente possui componentes orgânicos e inorgânicos, estes últimos são encontrados em maior quantidade no esmalte com 96% de minerais. A dentina apresenta em torno de 70% de minerais e outros 30% da sua composição é matéria orgânica e água. Esta diferença na composição dos substratos dentais proporciona uma necessidade de distinção na técnica adesiva, bem como dos componentes dos sistemas adesivos, que fazem parte da união do material restaurador às estruturas dentais. Denominaram a camada híbrida sendo a impregnação de uma resina na superfície de dentina desmineralizada, formando uma camada ácida resistente reforçada por resina

Sano *et al.* (1994) desenvolveram o teste de resistência de união por microtração, uma vez que a metodologia do teste de tração foi modificada, reduzindo as dimensões dos corpos de prova (cps), assim possibilitaram a avaliação da

performance adesiva de pequenas áreas do substrato. Utilizaram superfície oclusal de terceiros molares humanos extraídos que foram restaurados e seccionados em diversas fatias, cuja a espessura variava entre 0,5mm e 3,0mm. A parte superior era composta de resina composta com a metade inferior em dentina. Essas fatias foram aparadas com uma broca diamantada de alta velocidade em uma forma de ampulheta, na interface adesiva. Essa área adesiva foi variada alterando a espessura da amostra e largura. A resistência à microtração foi medida utilizando uma máquina de ensaio. Os autores perceberam que a resistência adesiva é dependente da área aderida, verificando a relação inversa entre a resistência de união e a respectiva área da superfície aderida.

Nakajima *et al.* (1995) utilizaram os ensaios de microtração para a avaliação de sistemas adesivos em dentina. A maioria dos testes foram realizados utilizando dentes humanos extraídos não cariados ou dentes bovinos. No entanto, a adesão das resinas à dentina afetada por cárie era considerada ainda incerta. Os objetivos deste estudo foram testar a hipótese de que a união à dentina afetada por cárie é inferior para a união à dentina normal, e que a qualidade da camada híbrida desempenha um papel importante na criação de boas condições de aderência. Utilizaram um ensaio de resistência à microtração para comparar as forças de adesão para dentina afetada por cárie e dentina sadia, utilizando três sistemas adesivos comerciais (All Bond 2, Scotchbond Multi-Purpose e Clearfil Liner Bond II). Para a avaliação por microscopia eletrônica de varredura, as interfaces entre a ligação do adesivo e dentina foram submetidas a uma breve exposição a solução de ácido fosfórico 10% e hipoclorito de sódio a 5%, de modo que a qualidade das camadas híbridas pudessem ser observadas. A adesão a dentina normal quer com All Bond 2 (condicionamento total) ( $26,9 \pm 8,8$ MPa) e Clearfil Liner Bond II (autocondicionante) ( $29,5 \pm 10,9$  MPa) mostraram resistência de união superior às dentinas afetadas por cárie ( $13,0 \pm 3,6$  MPa e  $14,0 \pm 4,3$  MPa, respectivamente). A resistência de união obtidos com Scotchbond Multi-Purpose (condicionamento total) foi semelhante em dentina normal e afetada por cárie ( $20,3 \pm 5,5$  MPa e  $18,5 \pm 4,0$  MPa, respectivamente). Os resultados indicaram que a força de adesão à dentina depende tanto do sistema adesivo utilizado e do tipo de dentina. Além disso,

afirmaram que a qualidade da camada híbrida pode nem sempre contribuir significativamente para a resistência de união.

Pashley *et al.* (1997) revisaram a estrutura da dentina diante a permeabilidade do sistema adesivo dentro dos túbulos dentinários e nos espaços criados pelos condicionamentos ácidos para a adesão das resinas compostas. Puderam concluir que o condicionamento ácido na dentina consegue produzir mudanças na composição química e física nas propriedades da matriz dentinária podendo ainda influenciar na interface resina-dentina na resistência de união e talvez na durabilidade da adesão. Afirmaram que talvez, a contração de apenas algumas camadas de fibrilas de colágeno pela resina é necessária para alcançar uma boa força e que camadas híbridas mais espessas não resultam necessariamente em maior resistência de união.

Cardoso *et al.* (1998) determinaram a resistência de união entre dentina e três sistemas adesivos (*Single Bond*, *Etch & Prime 3.0* e o *Scotchbond Multi-Purpose Plus*) por meio de microtração, cisalhamento e tração em dentes molares humanos extraídos que foram incluídos em resina acrílica e tiveram a dentina exposta. Cada superfície de um espécime foi preparada para ser submetido a um determinado teste: microtração, cisalhamento e teste de resistência à tração. Para o teste de microtração foi confeccionada um bloco de resina de aproximadamente 5 mm de altura que foi aderido sobre a dentina exposta. Em seguida, usando um disco de diamante perpendicular as interfaces adesivas obtiveram os palitos que foram submetidos à máquina de ensaio. No teste de microtração não foi encontrada diferença estatística entre os sistemas adesivos ( $p = 0,35$ ). No entanto, houve uma tendência de superioridade por SB, enquanto EP deu a menor resistência de união.

Pashley *et al.* (1999) descreveram as várias modificações do teste de microtração. Desde sua introdução por Sano *et al.* (1994), o teste de microtração sofreu modificações e, apesar de ser considerado pelos pesquisadores como o teste de adesão mais confiável, ainda envolve diversos parâmetros que podem influenciar nos resultados obtidos, de modo que os pesquisadores possam selecionar a modificação que melhor se adapte às suas necessidades. A essência do teste de microtração é a divisão de dentes e resina unidos em cortes entre 0,5 e 1,0 mm de espessura, que depois são aparados de modo que a força de tração foi concentrada

na interface de união durante o teste. Entre as muitas vantagens da técnica é que cada dente produz espécimes múltiplos. As várias modificações do teste de microtração foram utilizados para medir as diferenças regionais na resistência de união dentina sadia bem como para dentina afetada por cárie. Segundo os autores, foi mais trabalhoso do que o teste convencional, mas tem um grande potencial para fornecer resultados a força de união de materiais restauradores para substratos específicos estudados. Além disso, a variabilidade associada ao teste de microtração diminuiu para 10-25%, ao invés de 30-50% comumente encontrada nos testes convencionais, garantindo uma maior fidelidade nos resultados. Relataram que o ensaio de microtração é obtido a partir de sucessivos cortes da amostra utilizando discos diamantados. Esses cortes geram fatias delgadas e, estas originaram basicamente dois tipos de cps: em forma de ampulheta ou em forma de palito, e através de uma máquina de ensaio é realizado o teste de resistência de união do material aderido à estrutura dental.

Tanumiharja *et al.* (2000) avaliaram a resistência de união por microtração em dentina por sete sistemas adesivos (Solid Bond, EBS-Multi, PermaQuik, One Coat Bond, Gluma One Bond, Prime & Bond e Clearfil Liner ) e seus respectivos modos de fratura. Foi utilizada dentina sadia das superfícies oclusais de molares humanos extraídos preparados com lixa com granulação de 600 e um bloco de resina composta com adesivos colados acima de acordo com as instruções dos fabricantes. Os dentes foram seccionados para obtenção de três ou quatro espécimes em forma de palito, que foram então moldadas para formar uma ampulheta de aproximadamente 1,2 milímetros de diâmetro. Os espécimes foram forçados a uma velocidade de 1 mm/min numa máquina de ensaio até a ruptura do vínculo. A resistência adesiva por microtração teve a média que variou de (17,8 ± 7,0) MPa para Solid Bond (36,0 ± 8,1) MPa para Clear I Liner Bond 2V. A resistência de união de Clearfil Liner e PermaQuik (30,8 ± 8,5 MPa) não foram significativamente diferentes, e foram superiores a todos os outros materiais. A resistência de união do Solid Bond (17,8 ± 7,0) MPa, EBS-Multi (18,7 ± 5,0) MPa, One Coat Bond (21,9 ± 5,6) MPa, e Gluma One Bond (23,4 ± 5,2) MPa não foram significativamente diferente. Avaliação por MEV indicaram que Solid Bond, EBS e Multi-One Coat Bond (mais falhas adesivas com parciais falhas coesivas em resina)

não apresentaram diferenças significativas nos modos de falha, mas foram significativamente diferentes de PermaQuik, Prime & Bond e Clearfil Liner (apresentaram mais falhas coesivas apenas em resina). O sistema de adesivo autocondicionante, Clearfil Liner, foi considerado a técnica mais simples de utilização em comparação aos outros sistemas adesivos. Os sistemas Clearfil Liner, PermaQuik e o Prime & Bond, apresentaram maior força de adesão do que os demais sistemas adesivos. No entanto, foi recomendado estudo clínico para melhor avaliar todos os sistemas adesivos.

Figueiredo (2002) afirmou que as alterações nos sistemas adesivos tornaram-se constantes nas últimas décadas e novos produtos são encontrados freqüentemente no mercado. Há uma classificação de gerações para os sistemas adesivos conforme as suas propriedades, o seu estágio de evolução e a força de resistência adesiva. Os sistemas de 4ª geração são aqueles que, após o condicionamento ácido total do esmalte e dentina, é removido o *smear layer* e *smear plug*, então é aplicado o monômero resinoso. Estes sistemas possuem dois tipos de apresentação: em frascos múltiplos e de frasco único. Simplificação de técnica e economia de tempo, exigida pelos clínicos levaram os pesquisadores a uma nova proposta, que foi a utilização desta 4ª geração com o *primer* e o adesivo em único frasco, após o condicionamento ácido total. Os sistemas adesivos de 5ª geração foram desenvolvidos com a mesma finalidade de simplificação. Estes sistemas contêm um *primer* autocondicionante, eliminando assim o passo do condicionamento ácido, a lavagem e secagem do substrato, estabilizando melhor as fibras colágenas da dentina e podendo influenciar a resistência adesiva desta união resina-substrato.

Gianini *et al.* (2002) verificaram a resistência do sistema adesivo autocondicionante Etch&Prime 3.0 em diferentes profundidades dentinárias, utilizando testes de microtração e concluíram que dependendo da localidade na qual a adesão é estabelecida, a profundidade dentinária pode afetar a resistência adesiva do sistema utilizado. A resistência à tração do sistema adesivo Etch&Prime 3.0 apresentou maiores valores quando a aplicação do adesivo foi realizada em dentina superficial. A relação inversamente proporcional estabelecida entre profundidade dentinária e resistência adesiva apontada por alguns estudos pode estar associada aos diferentes graus de mineralização das dentinas superficial e profunda, pelo fato

de haver maior concentração tubular e menor quantidade de dentina intertubular que serviria de substrato para adesão ou ainda maior permeabilidade (umidade) da dentina profunda. Concluíram que a dentina média e profunda não apresentou diferenças estatísticas, mas a dentina coronária apresentou melhor resultado do que as demais.

Ceballos *et al.* (2003) avaliaram a resistência à microtração de um sistema adesivo com condicionamento total e um adesivo autocondicionante em dentina afetada por cárie e dentina sadia e correlacionaram estas forças de adesão com medições dos substratos dentinários após os testes de resistência utilizando Laser DIAGNOdent fluorescência e microdureza Knoop (KH). Foram utilizados dentes molares humanos extraídos com cárie e desgastados até expor a superfície onde a lesão de cárie foi cercada por dentina normal. Foram utilizados dois adesivos com condicionamento total de frasco único (Prime & Bond NT, Scotchbond 1) e dois adesivos autocondicionantes (Clearfil SE Bond, Prompt L-Pop). Após utilização dos adesivos os dentes foram restaurados com resina composta (Tetric Ceram). Após armazenamento em água (37° C, 24 h), os dentes foram seccionados verticalmente em 0,7 milímetros de espessura e palitos de 1 mm<sup>2</sup> de área de teste que continham uma cárie de dentina afetada e dentina normal. As amostras foram testadas em uma máquina de ensaio Instron® com a velocidade de 1 mm/min. A qualidade da dentina logo abaixo de cada amostra fraturada foi mensurada por fluorescência laser e KH. Os adesivos de condicionamento total apresentaram maior resistência de união do que os sistemas autocondicionantes. A menor resistência de união foi obtida com Prompt L-Pop. Todos os adesivos obtiveram resistências mais elevadas em dentina normal do que em dentina afetada por cárie, mas as diferenças só foram significativas para o Prime & Bond NT e Clearfil SE Bond. Os adesivos de condicionamento total avaliados produziram maior força de adesão do que os sistemas autocondicionantes tanto em dentina afetada por cárie quanto em dentina sadia. Os maiores valores de fluorescência a Laser foram fortemente correlacionados com valores mais baixos de KH em dentina afetada por cárie. No entanto, fluorescência Laser e KH não permitiram uma alta correlação com a resistência de união entre resina e dentina afetada por cárie.

Zafer *et al.* (2003) avaliaram a força morfológica e de microtração de união de um adesivo de frasco único em dentina humana afetada por cárie, após quatro diferentes técnicas de remoção de tecido cariado. Este estudo avaliou a influência de diferentes técnicas de remoção de tecido cariado (brocas convencionais; remoção químico-mecânica/Carisolv™-MediTeam; um sistema de preparação sonic/Sonicsys Micro-Kavo e abrasão a ar (PrepStar-Danville Engineering) na resistência à microtração de dentina humana afetada por cárie. Um adesivo à base de etanol Single Bond (3M ESPE) foi utilizado para a resina composta P60(3M ESPE). Fatias verticais (n = 11), de aproximadamente 0,8 mm de espessura foram feitas por meio das porções afetadas cárie de cada dente, perpendicular à superfície de colagem. As amostras foram submetidas a estresse de tração a uma velocidade de 1 mm/min. As forças de microtração resultaram nos seguintes valores (média ± DP em MPa): 6,4 ± 5,3 (broca), 8,4 ± 3,3 (Carisolv), 8,5 ± 5,9 (Sonicsys Micro) e 8,8 ± 3,8 (abrasão a ar). A análise estatística não mostrou diferenças significativas entre qualquer das modalidades de tratamento (p = 0,160). Fratura adesiva foi predominante dentro da dentina afetada por cárie em todos os espécimes. Assim, puderam concluir que os métodos de remoção de cárie não influenciaram a resistência de união do adesivo frente a dentina afetada por cárie.

Arrais *et al.* (2004) avaliaram o efeito do ácido adicional em resistência à microtração de dois sistemas adesivos em dentina sadia (DS) e dentina afetada por cárie (DAC). Foram selecionadas superfícies planas de (DAC) e (DS) em terceiros molares extraídos. Os dentes foram divididos aleatoriamente em quatro grupos: (1) sistema adesivo autocondicionante (Clearfil SE Bond), aplicado em superfícies de dentina afetada por cárie após o condicionamento ácido de 15s (35% de ácido fosfórico), (2) o sistema adesivo Clearfil SE Bond e o mesmo condicionamento ácido aplicado em dentina sadia, (3) sistema adesivo de condicionamento total (Single Bond) aplicado em superfícies de dentina afetada por cárie após o condicionamento ácido por 45s (35% de ácido fosfórico) e (4) o sistema adesivo Single Bond em dentina sadia com o mesmo condicionamento ácido por 45s. Foram aplicadas camadas de resina composta de aproximadamente 6 mm. Estes espécimes sofreram cortes verticais e foram confeccionados palitos em forma de ampulheta com área de aproximadamente 1mm<sup>2</sup>. Os corpos foram testados em uma máquina

universal de ensaio e observados em microscopia eletrônica de varredura. Concluíram que havia maior resistência adesiva em dentina sadia, embora os ataques ácidos complementares aumentassem a resistência adesiva para DAC, os dois sistemas adesivos foram significativamente inferiores em dentina afetada por cárie. Afirmaram que mais estudos são necessários para verificar sobre o efeito do condicionamento ácido adicional em dentina principalmente nas afetadas por cárie.

Nakabayashi (2004) revisou o desenvolvimento de adesivos à dentina a fim de permitir restaurações de resina mais duráveis. Várias técnicas de medição de força de adesão têm sido propostas. Um método padronizado é necessário para que produzam maiores valores que permitam estabilidade no método a ser estudado. Investigou principalmente o adesivo e não o substrato. Sua análise foi baseada na literatura sobre um adesivo, resina e condicionadores para modificar substratos de dentina. Afirmou que o substrato dentinário é muito importante para o desenvolvimento de nossa compreensão da ligação à dentina. Todos os adesivos obtiveram controle da qualidade do substrato formando uma dentina hibridizada. Concluiu que ao criar uma barreira impermeável, resistentes ao ácido, ambos os estímulos químicos e biológicos entre a dentina exposta e da superfície do dente restaurado são capazes de proteger a dentina exposta à cárie ao mesmo tempo protege a polpa e evita dor de dente e ainda esta barreira também ajuda a manter a vitalidade do dente.

Yoshiyama *et al.* (2004) investigaram a qualidade de união de diferentes sistemas adesivos ao substrato dentinário afetado e infectado por cárie, através de testes de microtração e microscopia eletrônica de transmissão e varredura (MET). Os resultados mostraram que o sistema adesivo pôde infiltrar na dentina infectada e envolver as bactérias na camada híbrida. Esse conceito de controle da cárie foi denominado de “Restauração-Selante Modificada” (RSM). Por outro lado, a empresa Kuraray (Japão) desenvolveu um sistema adesivo com propriedades antibacterianas (ABF, Protect Bond), o qual é comercializado nos Estados Unidos. Considerado um adesivo autocondicionante composto por um primer contendo o monômero antibacteriano, brometo *methacryloylpyridinium* (MDPB) do grupo *methacryloyl* e o adesivo composto por um agente também antibacteriano a base de fluoreto de sódio. Para avaliar a efetividade do sistema ABF sobre cáries

radiculares, empregou-se testes de resistência adesiva e análise por microscopia eletrônica. O sistema ABF foi capaz de formar uma estrutura interfacial semelhante à camada híbrida, através da infiltração na superfície da dentina cariada radicular. Sugeriram que a combinação da técnica RSM com o sistema ABF parece ser uma alternativa para o emprego da terapia de mínima invasão em cáries radiculares. A resistência adesiva de ABF à dentina normal foi cerca de  $44,9 \pm 14,6$  MPa, enquanto a resistência de união à dentina ABF afetada por cárie foi significativamente menor ( $25,5 \pm 5,0$  MPa) do que a dentina normal ( $p < 0,05$ ). A resistência adesiva à dentina de ABF em cárie infectada foi apenas  $15,2 \pm 3,6$  MPa, que foi significativamente menor ( $p < 0,05$ ) do que à dentina afetada por cárie. Estudos da época indicaram que a resistência de união à dentina afetada e dentina infectada foram inferiores que a dentina coronária e radicular normal, mesmo quando foi ABF utilizados para o tratamento de cárie. No entanto, a propriedade antibacteriana do ABF pode ter inibido a cárie secundária através da eliminação das bactérias residuais e a invasão de bactérias, e pela remineralização da dentina ao redor da restauração.

Fejerskov e Kidd (2005) afirmaram que o paradigma de se remover todo o tecido afetado antes da restauração do dente já não é mais sustentado pelas evidências científicas atuais. De fato, o que a evidência parecia indicar foi que a prática pode ter sido até mesmo prejudicial ao complexo dentino-pulpar devido à interferência muito precoce e vigorosa das lesões ativas, realizadas antes que as defesas naturais da dentina tenham tido chance de atuar.

Jacques *et al.* (2005) investigaram o efeito dos diferentes tratamentos sobre a dentina por resistência à microtração de um adesivo autocondicionante e um sistema adesivo de condicionamento total. Foram criadas superfícies planas de dentina em terceiros molares humanos extraídos. As superfícies foram tratadas com um dos seguintes condicionantes: *primer* autocondicionante (Clearfil SE Primer) por 20s, ácido fosfórico 37% por 15 s ou EDTA por 30 s. Superfícies condicionadas foram, então, coladas com Clearfil SE Bond ou Single Bond seguido por resina composta (Z 250, 3M ESPE) construídos de forma incremental. A aplicação do SE Primer foi incluído quando *Clearfil SE Bond* foi utilizado, depois de ácido fosfórico e EDTA. Após 24 h de armazenagem em água a 37°C, os dentes foram longitudinalmente seccionados em toda a interface de união para produzir palitos

com 1,0 mm<sup>2</sup> de área. Foram testado pelo método de microtração a uma velocidade de 0,5 mm/min. A maior média de resistência de união foi encontrado para a combinação de *SE Primer / Single Bond* (58,5 ± 20,8 MPa), seguido do EDTA/*Clearfil SE Bond* (47,8 ± 15,1 MPa) e ácido fosfórico/*Single Bond* (40,9 ± 14,3 MPa). O desempenho da ligação dos adesivos testados foi dependente do tipo de condicionador da dentina. Pré-tratamento com o EDTA melhorou resistência de união do Clearfil SE Bond. Single Bond apresentou melhor desempenho quando um *primer* autocondicionante foi utilizado como condicionador de dentina, provavelmente por impedir a formação de uma zona com defeito na base da camada híbrida. Os resultados gerais indicaram que a maior força de adesão pode ser alcançada através da dentina condicionada com suaves condicionadores de dentina. A remoção da camada de esfregaço com EDTA antes de usar um *primer* autocondicionante produziu maior força de adesão. O mesmo não foi visto quando se utilizou o sistema adesivo com condicionamento total. No entanto, para o sistema Single Bond, o pré-tratamento da dentina com apenas o *primer* do autocondicionante foi satisfatório embora este procedimento incorporasse a *smear layer* dentro da interface de união.

Nakajima *et al.* (2005) avaliaram a resistência à microtração e o conteúdo elementar da interface adesiva criado na dentina normal e na dentina afetada por cárie. Foram utilizados dentes molares humanos com lesões de cárie e condicionados com um sistema adesivo autocondicionante (Clear I Protect Bond). O sistema adesivo foi aplicado na dentina normal e dentina afetada por cárie de acordo com as instruções do fabricante. Após 24h de armazenamento em água, os espécimes foram seccionados e submetidos para o teste de microtração e microanálise eletrônica para as distribuições dos elementos químicos: cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg) e nitrogênio (N) da interface resina-dentina. Os valores da resistência de união dos corpos de prova da dentina afetada por cárie foram menores do que a dentina normal ( $p < 0,05$ ). A zona desmineralizada da interface dentina-resina dos corpos de prova com dentina afetada por cárie foi mais espessa do que a dentina normal (cerca de 3 µm de espessura em dentina normal, 8 µm de espessura em dentina afetada por cárie), e a presença de Ca e P em ambos os tipos de dentina aumentou gradualmente a partir da interface com a dentina. Observaram

que o corpo de prova com a dentina afetada por cárie havia perdido a maioria de seu conteúdo de Mg. Observaram também um pico de N provavelmente resultante da incompleta penetração do adesivo em uma camada de colágeno exposta dos corpos-de-prova da face da dentina afetada por cárie. Concluíram que as distribuições dos minerais, Ca, P e Mg, na interface adesiva da dentina afetada por cárie foram diferentes da dentina normal.

Sadek (2005) verificou a influência de seis variáveis experimentais sobre o ensaio de microtração: sistema adesivo, formato e área de união dos corpos-de-prova, velocidade e equipamento de corte e definição do grupo amostral no tratamento estatístico. Todas as variáveis foram testadas em esmalte e dentina previamente planejados. Para isolar as variáveis, o estudo foi dividido em quatro fases. 1) testou-se o tipo de adesivo: 28 molares humanos foram divididos em 4 grupos, de acordo com o substrato e com o adesivo utilizado (Excite e Clearfil SE Bond). 2) o formato dos cps (ampulheta ou palito) e área de união dos cps. 3) testou-se a velocidade de corte para a obtenção dos cps. 4) equipamento de corte (disco ou fio impregnados por diamante), formato dos cps e delimitação do grupo amostral. Em todas as fases, cps foram selecionados e preparados para MEV, enquanto o restante foi submetido ao teste de microtração. Os valores de resistência de união (RU) foram coerentes com os achados em MEV, sendo os maiores valores encontrados nos grupos com melhor integridade superficial. Afirmou que não houve diferença estatística entre o substrato e o adesivo utilizado na fase 1. Apesar de ambos os adesivos terem conseguido íntimo contato com o substrato adjacente, muitos defeitos estruturais foram observados em MEV, principalmente em esmalte. Na fase 2, cps em dentina e em forma de palito apresentaram valores significativamente maiores de RU do que cps em esmalte e em forma de ampulheta, respectivamente. Em relação à área dos cps, quando aumentou de 0,25 para 4,0 mm<sup>2</sup>, a RU diminuiu significativamente. Já na fase 3, cps em dentina apresentaram maior RU do que cps em esmalte. A velocidade de corte não influenciou nos resultados dos cps em dentina. Na fase 4, os cps em esmalte cortados com o fio impregnado por diamante foram estatisticamente mais resistentes do que aqueles cortados com disco, sendo que este grupo apresentou maior quantidade de defeitos em MEV, o mesmo não acontecendo em dentina. Recomendou, assim, o uso de cps em forma de palito,

com áreas próximas a 1 mm<sup>2</sup>.

Weinmann *et al.* (2005) compararam o perfil de um material restaurador a base de silorano que polimeriza por um processo de abertura dos anéis catiônicos com materiais restauradores a base de metacrilato. Quatro materiais à base de metacrilato Filtek Z250, Filtek P60, Tetric Ceram e TPH e um material a base de silorano foram investigados quanto à sua resistência à compressão, resistência à flexão e estabilidade de luz ambiente. A contração de polimerização do material a base de silorano foi menor entre todos os compósitos testados. Sua reação foi comparável à reatividade da Tetric Ceram. No entanto, a estabilidade de luz ambiente foi maior que 10 minutos para silorano e os materiais a base de metacrilato foram de 55-90 segundos de reatividade de luz ambiente. Concluíram que a tecnologia do silorano forneceu como material restaurador com a menor contração de polimerização e estresse e maior estabilidade de luz ambiente. Ao mesmo tempo, o silorano revelou alta reatividade e propriedades mecânicas comparáveis aos compósitos a base de metacrilato clinicamente bem sucedido.

Hea *et al.* (2006) investigaram se a técnica incremental de preenchimento afetaria na resistência de união da resina composta pelo tamanho da cavidade tipo classe I. Utilizaram dois tamanhos de cavidades tipo Classe I que foram preparadas em dentina bovina (grandes cavidades: (02/05)<sup>2</sup> x 5mm<sup>3</sup>; pequena cavidade: (02/03)<sup>2</sup> x 3mm<sup>3</sup>). Fotopolimerizaram a resina composta (Clear Photocore I) com um adesivo primer autocondicionante (Clearfil SE Bond) foi colocado em cavidades por incrementos (fator C=5) ou incremental (duas camadas, fator C=3) e fotopolimerizada. Como controle, 3 ou 5 mm de espessura de resina composta foi confeccionado sobre a superfície de dentina. Após 24h de armazenamento em água a 37° C, a resistência de união por microtração foi medida em uma velocidade de 1mm/min. Os resultados obtidos mostraram que não houve diferença significativa entre as técnicas de preenchimento em pequenas cavidades (P> 0,05). No entanto, em grandes cavidades, apresentaram uma menor resistência de união (P <0,05). Portanto, não é apenas a técnica de incremento que pode afetar a força de união na cavidade, mas o tamanho da cavidade tipo classe I foi um fator que influenciou.

Pazinatto *et al.* (2006) avaliaram a resistência adesiva de três sistemas adesivos de diferentes composições aplicados à dentina humana. Foram utilizados

doze terceiros molares humanos incluídos em resina acrílica, esterilizados por radiação gama gerada pelo cobalto 60, tiveram o esmalte oclusal removido para a exposição de uma superfície plana de dentina e foram submetidos a uma lixa de carbeto de silício para regularização da lama dentinária. As amostras foram divididas em 3 grupos: Grupo 1- Single Bond (3M); Grupo 2- AdheSE (Ivoclar); Grupo 3 - Tyrian e One Step Plus (Bisco). Para todos os grupos a resina composta EsthetX (Dentsply) foi inserida pela técnica incremental, em matriz bipartida, sobre a área preparada. Após 24h de armazenagem em água destilada a 37°C, os cps foram termociclados em 500 ciclos e seccionados longitudinalmente nos sentidos frontal e sagital para a obtenção de palitos de 1mm<sup>2</sup>. Os espécimes foram submetidos ao teste de microtração a uma velocidade de 0,5mm/min. Os valores médios obtidos foram 27,41 MPa (G1), 16,44 MPa (G2) e 13,03 MPa (G3). Concluíram que o sistema condicionamento total (G1) apresentou resistência adesiva significativamente maior que os autocondicionantes (AdheSE e Tyrian + One Step Plus) e que não houve diferença estatística entre os sistemas autocondicionantes; o sistema adesivo G1 apresentou o maior número de fraturas coesivas já o G2 e o G3 maior número de fraturas do tipo adesiva.

Silva *et al.* (2006) testaram a remoção mecânica da cárie dentinária tradicionalmente efetuada pelo uso da sensação tátil ou detectores de cárie. Utilizaram brocas de polímero (SmartPrep, SS White) de auto-limitação e compararam com as brocas convencionais de carboneto na criação de substratos para a adesão da dentina afetada por cárie e também dentina sadia com dureza do explorador odontológico como o ponto final para a remoção da cárie. Substratos de dentina foram criados com os sistema adesivo autoncondicionante (Clearfil SE Bond, Kararay) e o sistema adesivo de condicionamento total (Single Bond, 3M ESPE) preparados para o teste de microtração e microscopia eletrônica de transmissão. Não houve diferença na resistência de união entre os adesivos. No entanto, a superfície formada pela broca de polímero apresentou significativamente menor resistência de união do que a broca de carboneto, e ambos foram inferior à dentina sadia. Relataram que havia presença de dentina infectada por cárie após remoção com as brocas de polímero. Concluíram que as brocas de polímero poderia ser

melhor utilizada para remoção de cárie profunda onde a exposição pulpar é uma preocupação.

Yamaguchia *et al.* (2006) determinaram a influência da velocidade de carga na resistência de união por microtração de dois sistemas adesivos na dentina. Os sistemas adesivos utilizados foram os Clearfil SE Bond (Kuraray) e o Single Bond (3M ESPE), combinada com uma resina composta Clearfil AP-X (Kuraray, Medical). Superfícies de dentina de incisivos bovinos foram condicionadas com primer autocondicionante seguido por jato de ar em seguida o Clearfil SE Bond, já o condicionamento com ácido fosfórico seguido de lavagem com água destilada para Single Bond, e o adesivo foi aplicado. A resina composta foi incrementada em três camadas e fotopolimerizada. Após 24h de armazenagem em água, os espécimes foram seccionados e preparados para uma área transversal de 1mm<sup>2</sup> e submetido ao teste de microtração. Dez amostras por grupo de ensaio foram testadas em velocidades de 0,5, 1,0, 5,0 e 10,0 mm/min. Valores de resistência de união (em MPa) foram calculados a partir da carga máxima de ruptura dividida pela área da superfície da amostra. A força de adesão média de dentina em velocidades diferentes variou 34,6-37,1 MPa para o adesivo Clearfil SE Bond e 44,3-50,4 MPa para Single Bond. Não houve diferença significativa entre os sistemas adesivos com a mesma velocidade testados. A influência da velocidade na máquina de ensaio pode ser desprezível quanto à medição da resistência de união em testes de microtração.

Burmann *et al.* (2007) avaliaram a resistência de união entre o conjunto resina composta/adesivo e diferentes tipos de substrato dentinário. Foram utilizados quinze molares humanos extraídos que foram divididos em três grupos de acordo com o tipo de dentina: 5 dentes com dentina afetada por cárie (C), 5 restaurados com amálgama (R) e 5 dentes hígidos (H). Todos os dentes tiveram sua superfície oclusal desgastada até expor uma superfície dentinária plana. As diferentes superfícies foram condicionadas com ácido fosfórico a 37%, seguindo-se a aplicação e fotopolimerização do adesivo Single Bond (3M ESPE) para a imediata inserção de incrementos de 1 mm de resina composta Z250 (3M ESPE) até atingir 4 mm de altura. Após 24 horas de armazenagem em água destilada (37°C), os corpos-de-prova em forma de palito com secção transversal de 1 mm<sup>2</sup> de área foram submetidos ao ensaio de microtração. A análise estatística revelou que o fator

substrato interferiu na resistência adesiva ( $p < 0,05$ ), com a dentina hígida ( $42,0 \pm 7,1$  MPa) proporcionando maiores valores que a dentina restaurada ( $37,1 \pm 4,7$  MPa) e que a cariada ( $37,7 \pm 4,8$  MPa). Os resultados demonstraram que o tipo de substrato pode interferir na resistência de união. O substrato dentinário hígido proporcionou maior resistência de união que substrato dentinário afetado por cárie e o que esteve previamente em contato com restauração de amálgama. O substrato dentinário afetado por cárie proporcionou resistência de união que não diferiu da dentina que esteve previamente em contato com restauração de amálgama. Considerando a escassez de informações sobre a adesão de resinas compostas à dentina previamente restaurada foi indicado avaliar a resistência de união entre resina composta/adesivo e dentina previamente restaurada com amálgama e compará-la aos resultados de adesão encontrada em dentina hígida e dentina afetada por cárie.

Wang *et al.* (2007) utilizaram sistemas adesivos em substratos de dentina afetada por cárie, mas o efetivo vínculo que caracterizaram estes substratos não oferecem a durabilidade necessária a longo prazo. Compararam quimicamente a interface do adesivo com dentina afetada por cárie e dentina sadia utilizando micro-Raman espectroscopia. Os resultados indicaram que as diferenças nos espectros Raman entre substratos dentinários sadios e dentina afetada por cárie não pode ser explicada apenas pela diminuição da mineralização simples, pois a estrutura do colágeno e minerais na dentina afetada por cárie foi alterada pelo processo de cárie. As diferenças na estrutura e composição não só interferiu com processo do condicionamento ácido, mas também com a penetração da resina de monômero subsequentes. Mostraram que a interface entre o adesivo e a dentina afetada por cárie foi maior e mais complicado do que o adesivo com a dentina sadia. Como resultado da separação da fase adesiva, não houve formação de uma camada híbrida uniforme tanto na dentina afetada por cárie como na dentina sadia. A química da dentina afetada por cárie conduziu uma maior variabilidade e composição irregular ao longo do comprimento e da largura da interface adesiva.

Wolfgang *et al.* (2007) compararam as lesões naturais de cárie na coroa com lesões experimentais. Utilizaram cinco dentes molares extraídos com cárie e cinco dentes molares sadios. Nestes dentes sadios foram confeccionadas coroas de ouro e depois coberta com cera de deixar uma janela  $3 \times 3$  mm na margem da coroa.

Estes dentes foram em seguida, incubados em gel (pH 4,7) por 50 dias. Os dentes foram cortados por lesão e investigados com microscopia eletrônica de varredura (MEV), combinada com energia dispersiva de raios-X (EDX) analisados quantitativamente os elementos cálcio, fósforo e carbono. Foram avaliados e resultaram que utilizando a luz polarizada microscopia das lesões experimentais mostraram lesões homogêneas e não na zona transparente, tratos mortos. As lesões naturais de cárie apresentaram uma zona desmineralizada, zona translúcida e tratos mortos. As análises de elementos quantitativos mostraram uma diferença estatisticamente significativa na redução de Ca, P, e C entre dentina e dentina desmineralizada em lesões de cárie naturais e experimentais. O modelo experimental reproduziu o padrão de desmineralização de cárie secundária, mas não simularam as reações vitais de mineralização da dentina peritubular e intratubular.

FGM Produtos Odontológicos *Ltda.* (2008) afirmaram que o processo de aplicação do adesivo pode parecer uma etapa simples, porém muita atenção deve ser destinada a ela de modo que esta também será responsável pela qualidade final da união. A intensidade da força ao aplicar o adesivo, a homogeneidade da película aplicada, a etapa de evaporação do solvente, o controle da umidade superficial, entre outros, devem ser fatores controlados de acordo com o tipo e formulação do adesivo empregado. Portanto, os passos pré-estabelecidos pelo fabricante devem ser respeitados. A formulação do adesivo Ambar (FGM, Brasil) foi desenvolvida para garantir a adequada penetração dos monômeros nas fibras colágenas da dentina úmida desmineralizada através do solvente a base de etanol. Afirmaram que depois de polimerizado, o sistema adesivo Ambar (FGM, Brasil) gera um filme adesivo estável e resistente, contribuindo para sua longevidade clínica. Demonstraram a resistência de união em (MPa) por microtração de diferentes adesivos dentinários sobre dentina humana sadia comparando ao valor de Ambar (FGM, Brasil) igual a 51,6 ( $\pm 6,4$ ) MPa. A presença de nanopartículas na composição contribui aumentando as características mecânicas e de estabilidade química do filme adesivo polimerizado. E ainda afirmaram que o sistema adesivo resultou em uma camada híbrida completamente preenchida.

Wei *et al.* (2008) compararam a microestrutura da interface adesiva de dois sistemas adesivos: Single Bond Plus (3M/ESPE) (sistema condicionamento total) e Clearfil SE Bond (Kuraray) (sistema autocondicionante) em várias zonas da dentina cariada e com duas orientações dos túbulos dentinários, usando microscopia óptica e eletrônica de varredura (MEV). Concluíram que existem diferenças importantes na microestrutura das interfaces que dependem das zonas da lesão de cárie, da orientação do túbulo dentinário e da natureza do sistema adesivo. A camada híbrida dos sistemas adesivos de condicionamentos totais foram mais evidentes e espessas. Já as do adesivos autondicionantes foram mais curtas e irregulares.

Faria *et al.* (2009) avaliaram morfometricamente o colágeno das lesões de cárie seladas com sistema adesivo de frasco único. A lesão de cárie dentinária inicialmente foi coletada com curetas e a dentina remanescente foi selada com sistema adesivo *Primer & Bond* (Dentsply). Após o período de 90 dias, realizaram profilaxia, as restaurações foram removidas e a segunda coleta da lesão de cárie dentinária remanescente foi realizada com curetas. Todos os dentes foram restaurados posteriormente com resina composta. Numericamente foi possível observar aumento significativo das áreas de colágeno organizável e a diminuição significativa na quantidade dos túbulos dentinários após 90 dias do selamento com sistema adesivo de frasco único. O selamento da dentina afetada com *Prime & Bond* promoveu maior aumento nas áreas de colágeno organizado ( $p=0.0118$ ). Concluíram que o sistema adesivo *Prime & Bond* está indicado para o selamento da dentina afetada por cárie.

Faustino-Silva *et al.* (2009) avaliaram a resistência de união do adesivo à dentina de dentes decíduos após a remoção químico-mecânica da cárie com Papacárie® e Carisolv® e compará-la com o método convencional de remoção com brocas. Realizaram ensaio *in vitro*, cuja amostra foi composta por 15 dentes decíduos cariados esfoliados divididos nos seguintes grupos: Papacárie® – remoção químico-mecânica da cárie com Papacárie®; Carisolv® – remoção químico-mecânica da cárie com Carisolv® gel multimix e o grupo Controle – remoção mecânica da cárie com brocas esféricas de aço em baixa rotação. Todos os dentes foram restaurados com Single Bond® e resina composta Z100® e armazenados em água destilada a 37 °C por 24h. Os testes de microtração foram

realizados com palitos com 0,5 mm<sup>2</sup> de área adesiva numa máquina de ensaio universal na velocidade de 1 mm/min. Os valores médios da resistência de união dos grupos Papacárie® e Carisolv® não mostraram diferença estatisticamente significativa ( $p = 0,98$ ). No entanto, o grupo de controle, no qual a remoção da cárie foi realizada com o método convencional com brocas foi maior a resistência de união, sendo essa diferença estatisticamente significativa quando comparada ao grupo Papacárie® ( $p < 0,001$ ) e Carisolv® ( $p < 0,001$ ). Concluíram que os métodos de remoção químico-mecânica da cárie, Papacárie® e Carisolv® comportaram-se de maneira semelhante e ambos levaram a uma menor resistência de união do adesivo à dentina do que quando realizada a remoção mecânica com brocas.

Ilie *et al.* (2009) compararam o comportamento mecânico do compósito Silorano com os compósitos a base de metacrilato (Filtek Supreme XT, Tetric EvoCeram, Tetric Ceram HB, Tetric Ceram, Tetric e Esthet X). Observou as propriedades mecânicas determinadas em macro (resistência e módulo de elasticidade), micro (dureza, módulo de elasticidade e escoamento) e escala nanométrica (parâmetros nano-dinâmico-mecânico: armazenagem) após o armazenamento dos corpos por 24h em água destilada, bem como após o envelhecimento (termociclagem e armazenamento por 4 semanas em saliva, água ou álcool). Mostraram que a resistência à flexão para os 28 grupos medidos (sete matérias-primas armazenadas em quatro condições) foi na maior parte analisados materiais significativamente reduzidos pelo armazenamento em álcool, enquanto quatro semanas de armazenamento em água ou saliva não foram significativamente suficientes para reduzir a força. Observaram que os compostos Filtek Silorano e EsthetX, ambos apresentaram uma resistência constante durante todas as condições de armazenamento. Analisou a resistência à flexão a distinção entre três padrões de comportamento diferentes: a diminuição da força após quatro semanas em água ou saliva e uma redução ainda mais acentuada por meio do armazenamento em álcool (característica de comportamento para os compósitos nano-híbrido: Tetric Ceram e Evo Filtek Supreme XT), uma diminuição da força somente após o armazenamento de álcool (Tetric, Tetric Ceram, Tetric Ceram HB), e não houve influência das condições de armazenamento para os compostos (Filtek Silorano, EsthetX). Exceto para os compostos a base de silorano, todos os materiais

a base metacrilatos mostraram uma diminuição estatisticamente significativa na dureza quando armazenados em solução de álcool. Esta tendência manteve-se válido também para o módulo de elasticidade e escoamento. O material a base de silorano foi muito estável em todos os tipos de armazenamento inclusive em solução de álcool. Do ponto de vista das propriedades mecânicas medida em macro, micro e nano-escala, o compósito a base de silorano foi clinicamente comparável ao sucesso de compósitos à base de metacrilato encorajando o uso clínico do novo material.

De acordo com a 3M ESPE, 2009, a auto-adesão é gerada por monômeros ácidos que condicionam substratos dentários e criam, portanto um padrão de retenção para o imbricamento mecânico do adesivo polimerizado com o dente. Além disso, eles oferecem união química ao cálcio da hidroxiapatita presente em tecidos mineralizados. Atualmente, a maioria dos adesivos autocondicionantes contém metacrilatos fosfatados como monômeros ácidos; alguns contêm monômeros com grupamentos de ácido carboxílico, ou a combinação de ambos. O *primer* autocondicionante do sistema adesivo Silorano contém metacrilato fosfatado, bem como o copolímero Vitrebond com o seu grupamento de ácido carboxílico usado em muitos dos ionômeros modificados por resina da 3M ESPE, e adesivos para adesão ao esmalte e dentina. Também são incluídos monômeros tais como BisGMA e HEMA, um sistema de solventes contendo água e etanol para umedecer e penetrar o substrato dental; e um sistema fotoiniciador baseado em canforoquinona para uma polimerização completa e rápida. Partículas de sílica tratadas com silano com partículas primárias cerca de 7nm foram adicionados para melhorar a resistência mecânica e as propriedades de formação de película do Sistema Adesivo Silorano Primer Autocondicionante. Estas partículas são finamente dispersas a fim de prevenir decantamento. A refrigeração é necessária para prevenir a perda do etanol ou água por evaporação. Com um pH de cerca de 2.7, o *primer* autocondicionante do sistema adesivo silorano promove um condicionamento moderado da estrutura dentária, mas forma uma união resistente e durável através de um padrão de nanocondicionamento, bem como adesão química à hidroxiapatita. Recomendaram a aplicação de ácido fosfórico quando a superfície de esmalte não é preparada. E

ainda, afirmou que é possível visualizar “tags” de resina do sistema silorano adesivo autocondicionante penetrando na estrutura dentinária.

Yoshiyama *et al.* (2009) relataram que o mecanismo de adesão da resina à dentina afetada de cárie ainda é incerto. Avaliaram a morfologia da interface de dois sistemas adesivos à dentina afetada por cárie, juntamente com a medição de forças por microtração. Após um dia de armazenamento em água a 37°C os dentes foram seccionados verticalmente para produzir uma zona de ensaio 1 mm<sup>2</sup> e testada em um dispositivo usado em uma máquina de ensaio com a velocidade de 1 mm/min. Adesão à dentina normal com os dois sistemas adesivos (autocondicionante e dois passos) apresentaram resistência de união à tração significativamente maiores do que a dentina afetada por cárie. A técnica de colagem úmida aumentou significativamente a resistência de união a dentina normal e dentina afetada por cárie. Exame de microscopia eletrônica de varredura revelou que as marcas típicas da camada híbrida e a resina não pôde ser formado à dentina afetada por cárie. Os resultados afirmaram que a penetração da resina pode ser evitada através da oclusão dos túbulos dentinários por depósitos minerais que podem também transmitir ácido-resistência à matriz da dentina intertubular principalmente das dentinas afetadas por cárie.

Banerjee *et al.* (2010) avaliaram a quantidade de dentina residual retida utilizando três técnicas de escavação. Testaram a resistência adesiva por microtração de dois adesivos sendo um adesivo autocondicionante a base de Silorano e um adesivo com condicionamento total. Foram utilizados 42 molares cariados subdivididos utilizaram os sistemas adesivos: Adper Scotchbond XT com a resina Filtek Supreme e o sistema adesivo Filtek Silorano e compósito. Dividiram em três formas de remoção de cárie: manual, químico-mecânico: CarisolvT M gel e gel experimental enzimática Biosolv (SFC-V) após a técnica de escavação ainda foi empregada avaliação tátil e visual. Os dentes foram restaurados e armazenados em água por quatro semanas. Após o armazenamento os corpos sofreram cortes de aproximadamente 0,9 mm<sup>2</sup> formando palitos que foram avaliados por teste de microtração em máquina de ensaio universal. Três corpos para cada grupo de escavação foram analisados através de MEV. Foi analisada uma reduzida camada de esfregaço nos corpos de prova que sofreram remoção química. Os valores

médios das amostras de resistência adesiva foram para o sistema adesivo Adper Scotchbond XT foi de 27 MPa ( $\pm 3,9$ ) para remoção tátil; 22 MPa ( $\pm 5,1$ ) remoção química pelo Carisolv, 26 MPa ( $\pm 4,4$ ), remoção pelo Biosolv apresentaram diferença estatística entre os grupos tátil e Carisolv®. Os valores médios para as amostras do adesivo Filtek Silorano foram de 22 MPa ( $\pm 3,3$ ) para remoção tátil; 27 MPa ( $\pm 6,1$ ), remoção pelo Carisolv e 25 MPa ( $\pm 4,7$ ) remoção pelo Biosolv. Apresentaram diferenças significativas entre a remoção tátil e a por Carisolv e também remoção tátil com Biosolv. Exibiram falhas em geral predominantemente adesivas, ou seja, entre o adesivo e os materiais restauradores.

Caglar *et al.* (2010) avaliaram a resistência de união por microtração à dentina sadia de dois adesivos *all-in-one* e um adesivo *etch-and-rinse*. Os dentes foram divididos aleatoriamente em três grupos de tratamento com os seguintes adesivos: AdheSE One, Futurabond M e Adper Singlebond (controle). Foram confeccionados palitos de aproximadamente 1mm<sup>2</sup>. Os palitos foram submetidas a ensaios de microtração na velocidade de carga constante (1mm/min), utilizando uma máquina universal de ensaios e testada para cada adesivo. Superfícies fraturadas foram examinadas para determinar o modo de fratura. Obtiveram como resultados: AdheSE (5,83  $\pm$  3,13 MPa) foi significativamente menor que Futurabond M (15,76  $\pm$  4,2MPa) e Adper Singlebond (21,14  $\pm$  5,04 MPa) enquanto que a força de união em dentina de Futurabond M foi significativamente menor do que Adper Singlebond. Os adesivos *all-in-one* mostraram menor resistência de união à dentina do que um adesivo *etch-and-rinse*. Foram observadas 100% fratura do tipo adesiva nos sistemas adesivos *all-in-one*. Já o adesivo controle houve 80% adesiva e 20 % mista.

Gu *et al.* (2010) estudaram os procedimentos de tratamento ácido nas bactérias residuais que poderiam contribuir para o sucesso de remoção incompleta da cárie, seguida da restauração adesiva. Avaliaram o efeito do ácido *in vivo* diante da atividade cariogênica da bactéria na dentina afetada após tratamento das lesões de cárie minimamente invasiva. Vinte e oito dentes permanentes cariados sofreram remoção de tecido cariado e tratamento seletivo do condicionamento ácido (E) ou não (NE) prévio à restauração adesiva. Após a restauração aguardaram 3 meses para coletar o material para biópsia. O número de bactérias e a atividade de células

bacterianas e *S. mutans* foi determinado por PCR. Não houve diferença estatisticamente significativa no número total de bactérias ativas entre os grupos entre E e NE. Entretanto para o grupo NE houve redução do número de *S. mutans*, enquanto a atividade das células bacterianas aumentou significativamente após três meses diante da reabertura. Este efeito não foi observado no grupo E. Apesar de não haver diferenças significativas encontradas entre os grupos, os autores sugeriram que os condicionamentos ácidos da dentina afetada antes da restauração adesiva direta ou indiretamente têm um efeito inibidor sobre a atividade residual de bactérias cariogênicas e são necessárias mais pesquisas para investigar o efeito potencial do condicionamento ácido.

Lien *et al.* (2010) diferenciaram as propriedades físicas de um material restaurador a base de silorano em comparação com materiais restauradores a base de metacrilato, nanocompósitos, híbridos e micro-híbridos. Foram examinadas as seguintes propriedades: compressão/resistência passiva, resistência à tração, resistência à flexão/módulo, tenacidade à fratura, microdureza e contração de polimerização. Concluíram que comparado com os materiais restauradores a base de metacrilato, o novo material a base de Silorano tinha a menor contração de polimerização como afirmaram os fabricantes, e ainda, apresentou relativamente maior resistência à flexão /modular, resistência à tração, mas relativamente menor resistência à compressão e dureza do que os materiais restauradores a base de metacrilato.

Mine *et al.* (2010) avaliaram o compósito restaurador de baixa contração composto por tecnologia de combinação do siloxano e oxirano, que exigiu o desenvolvimento de um determinado adesivo (Filtek Silorano, 3M ESPE), em particular devido à alta hidrofobicidade do composto Silorano. Caracterizaram a interface estrutural de esmalte e dentina através de microscopia eletrônica de transmissão (MET). No esmalte observaram a dissolução da hidroxiapatita. Já na dentina observaram uma camada relativamente fina da camada híbrida sem a desmineralização total da superfície e não houve uma formação uniforme dos tags de resina. Concluíram que a interação do sistema adesivo a base de silorano com a estrutura dental deve ser atribuída à interação ao seu pH de 2.7 e a efetiva interação

formando uma ponte com a porção hidrofílica da estrutura dental juntamente com a porção hidrofóbica do composto a base de silorano.

Reis *et al.* (2010) examinaram a resistência de união por microtração de um adesivo de três passos (All Bond 3) e um adesivo de dois passos (All Bond Self-Etch) à dentina e esmalte, variando o modo de aplicação. Utilizaram incrementos de resina composta (Charisma) para confecção dos espécimes variando a forma de aplicação e foram seccionados formando palitos de 0,9 mm<sup>2</sup>, após armazenamento em água (24h/37 °C) e submetido a resistência adesiva com um velocidade de 0,5 mm/min. Observaram que não houve diferença entre os dados experimentais quer em dentina ou esmalte, independente do modo de aplicação dos sistemas adesivos.

Scholtanusa *et al.* (2010) determinaram a resistência à microtração de três diferentes sistemas adesivos simplificados, à dentina afetada por cárie. Utilizaram quinze dentes molares humanos com lesões de cárie primária preparada até que a dentina fosse exposta. A dentina infectada foi detectada através de um corante detector de cáries (Kuraray) e foi realizada uma inspeção tátil e visual permanecendo apenas aparentemente dentina afetada por cárie. Os dentes foram divididos em três grupos e tratados com um dos três adesivos testados: Adper Scotchbond XT (3M ESPE), um adesivo de 2 passos com condicionamento total, Clearfil S<sup>3</sup> Bond (Kuraray), adesivo de 1 passo autocondicionante e o adesivo Clearfil SE Bond (Kuraray), um adesivo de 2-passo autocondicionante. Utilizaram incrementos de resina composta (Z250, 3M ESPE) de 2 mm totalizando espessura de aproximadamente 5 mm foram construídos e fotopolimerizados. Após o armazenamento de água por 24 horas a 37 °C, os espécimes foram seccionados. A resistência à microtração de espécimes de dentina normal e espécimes de dentina afetada por cárie foi medida em uma máquina de teste universal (velocidade de carga = 1 mm/min. Concluíram que não houve diferenças significativas nos valores de resistência de união à dentina normal entre os três adesivos. Apresentaram valores de força significativamente menor os corpos com dentina afetada por cárie dos sistemas adesivos Adper Scotchbond XT (3M ESPE) e Clearfil S<sup>3</sup> Bond (Kuraray), já o sistema adesivo Clearfil SE Bond não foram significativamente diferentes a resistência de união à dentina normal e afetada por cárie.

Teixeira *et al.* (2010) afirmaram que a presença do biofilme na cavidade oral é o principal fator etiológico da cárie dental. Diversas teorias foram levantadas sobre a participação específica das bactérias na produção do ácido e na relação causal destas com essa doença. Relataram que os fatores determinantes para o estabelecimento e a progressão do biofilme era uma associação além da frequência de ingestão de carboidratos, a concentração de bactérias, a presença de saliva, a capacidade tampão e a duração dos efeitos destes fatores. Quimicamente vários fatores – tais como pH, tensão de oxigênio, entre outros influenciam na formação e no desenvolvimento do biofilme, portanto, torna-se complexo ter total controle das reações químicas intrabucais e, conseqüentemente, a dificuldade em tratá-las aumentava. Relataram que a cárie dentária ocorria quando a fase de acidificação (desmineralização) não conseguia ser controlada pela fase de tamponamento (remineralização). Descreveram os fenômenos físico-químicos no interior do biofilme que envolvia a formação e o desenvolvimento do biofilme dentário e como este podia interferir na formação da cárie dentária. Concluíram que o processo de formação do biofilme bacteriano oral era complexo devido ao grande número de fatores físicos, químicos e biológicos interagindo de forma contínua e organizada. Em função disso, a atividade dos antimicrobianos usados como agente antibiofilme era limitada às fases iniciais de sua formação, quando o nível de complexidade desse sistema ainda era baixo.

Van Meerbeek *et al.* (2010) alegaram que os testes laboratoriais de resistência de união não eram possíveis prever a eficácia clínica dos adesivos. O argumento para sustentar esta afirmação era a grande variação na resistência à tração, obtidos por um adesivo específico entre os diferentes institutos de pesquisa no mundo inteiro. A principal razão para estas medições inconsistentes resistência de união era a suposta falta de um protocolo padrão de resistência de união destes testes. Combinaram as revisões sistemáticas quanto à força de ligação de dados e resultados clínicos. Embora difícil de provar cientificamente, um protocolo de microtração parecia ser capaz de discriminar o adesivo sobre o seu melhor desempenho ligação de uma abordagem tradicional resistência de união, provavelmente o motivo pelo qual até 60% dos atuais trabalhos científicos utilizaram esta metodologia. Afirmaram ainda que, os adesivos de 3 etapas convencionais e

adesivos de 2 passos, os com condicionamento total, ainda eram os valores de referência para adesão dental na prática clínica. Quanto à ligação ao esmalte, indicaram que a simples interação de micro-mecânica parece bastar para alcançar um vínculo duradouro ao esmalte. Quanto à ligação à dentina, uma abordagem com condicionamento leve foi recomendado, já que envolve ligação iônica adicional com residual. Esta ligação química primária adicional contribuiu para a durabilidade da aderência. Concluíram que a ligação do esmalte e dentina, a corrosão seletiva do esmalte seguido da aplicação do adesivo de 2 passos para ambos, esmalte e dentina, pareceu ser a melhor escolha para unir o material restaurador com o tecido dental.

Zanchi *et al.* (2010) avaliaram a resistência à microtração de dois sistemas adesivos *etch-and-rinse* em dentina sadia e dentina afetada por cárie (CAD) produzidos por monoculturas *in vitro* de *Streptococcus mutans*. Utilizaram 10 recém-extraídos terceiros molares humanos sadios que foram desgastadas até expor uma superfície plana de dentina. Cada dente foi seccionado pelo eixo longo com uma serra de diamante para criar duas metades semelhantes. Uma metade foi usada como controle dentina sadia (SD), enquanto a outra foi submetida à indução da lesão de cárie *in vitro*, utilizando-se 40 ml contendo sacarose 1% e 40 µL de *Streptococcus mutans*. As amostras foram incubadas a 37°C durante 4 semanas, e no meio de cultura era trocado a cada três dias durante 4 semanas. Foram restaurados como segue (n = 5): Single Bond dentina sadia (SB-SD), Single Bond dentina artificial afetada por cárie (SB-CAD), Prime & Bond NT/dentina sadia (PB-SD), e Prime & Bond NT / CAD (PB-CAD). Os adesivos foram aplicados à dentina de acordo com as instruções dos fabricantes, e incrementos de resina composta (Filtek Z250) foram preparados e polimerizados. SD produziu valores significativamente maiores de resistência adesiva de CAD para ambos os sistemas adesivos. Além disso, independentemente da condição da dentina, Single Bond 2 apresentaram valores superiores Prime Bond NT (P <0,05). Single Bond 2 apresentou resistência adesiva superior Prime Bond NT, em ambos os substratos e aplicação de CAD reduziu a adesão.

Ferracane JL, 2011 revisou o estado atual da arte da composição de materiais restauradores. Um resumo dos aspectos mais importantes dos compósitos

que foram criados, e uma pesquisa bibliográfica subsequente de artigos relacionados com a sua formulação, propriedades e considerações clínicas foi realizado utilizando PubMed seguido por revista manual citações de artigos relevantes. Incluiu uma ampla variedade de materiais com uma ampla gama de propriedades mecânicas, a manipulação de características e possibilidades estéticas. Afirmou que este mercado altamente competitivo continua a evoluir, com ênfase em estudos embasados na técnica passada mesmo sendo para produzir materiais atuais. As pesquisas mais recentes têm abordado a questão da contração de polimerização e o estresse que o acompanha, o que pode ter um efeito deletério sobre a ligação do dente com o composto interfacial. Relatou que os esforços atuais estão focados na entrega de materiais com potenciais benefícios terapêuticos e propriedades de auto-adesivo, com este último verdadeiramente colocação simplificada nos dentes. Afirmou ainda que não exista um material ideal disponível para o cirurgião-dentista, mas os materiais comerciais que compõem o atual arsenal são de alta qualidade e, quando utilizado adequadamente, têm se mostrado excelente para entregar os desfechos clínicos de longevidade adequada.

Hamouda *et al.* (2011) compararam a resistência à microtração de um adesivo com condicionamento total (Stae, SDI) e dois adesivos autocondicionante (Adper Prompt, 3M e G Bond, GC Corp). Foram utilizados doze dentes molares humanos com a superfície de dentina expostas foram polidas e lavadas, e os adesivos foram aplicados. Utilizaram uma resina microhíbrida (Glacier, SDI) inserida por incrementos para formar corpos de prova em forma de palitos. Os espécimes foram seccionados perpendicularmente à interface adesiva com uma área adesiva de aproximadamente 1,4 mm<sup>2</sup>. Os palitos foram submetidos a uma máquina de ensaio à tração até que a falha ocorresse. As áreas descolados foram examinadas com um microscópio eletrônico de varredura para determinar o tipo de falha. Os resultados mostraram que a resistência à microtração do adesivo com condicionamento total foi superior aos dois adesivos autocondicionantes. A avaliação por microscopia eletrônica de varredura da superfície dentinária revelaram falha adesiva e mista. Ocorreram falhas na interface adesivo dentinário enquanto o modo misto de falha ocorreu parcialmente no compósito e, parcialmente, no adesivo /interface dentina. Concluíram que o adesivo de condicionamento total tiveram maior

resistência à microtração quando comparado aos sistemas adesivos autocondicionantes.

Nakajima *et al.* (2011) revisaram sobre os sistemas adesivos dentinários desenvolvidos durante as últimas décadas. Afirmaram que em uma cavidade preparada para uma restauração adesiva havia uma considerável área da cavidade que foram compostas de dentina afetada por cárie mesmo após a remoção da dentina infectada. E ainda que a dentina afetada foi diferente em características morfológicas, química e físicas da dentina normal. Portanto, a cárie de dentina afetada teve problemas com a ligação do substrato em comparação com a dentina normal. Ou seja, a dentina afetada por cárie teve uma menor resistência à tração e baixa qualidade da camada híbrida do que a dentina normal. Além disso, quando expostos a interface adesiva da dentina afetada por cárie, a má qualidade da camada híbrida, comprometeu a longevidade da restauração do compósito devido à hidrólise da resina e das fibras colágenas. E que a adesão a cavidade foi fortemente influenciada pelo o estresse de contração da resina composta por ser um dos fatores responsáveis pela baixa ligação à dentina afetada por cárie que causaria uma maior deterioração da interface adesiva na cavidade restaurada. Concluíram que o aumento da ligação em potencial à dentina afetada deve ser considerado uma nova estratégia para melhoria dos materiais adesivos que poderá levar ao reforço do complexo dente-restauração.

Pashley *et al.* (2011) relataram através de uma revisão detalhada com o objetivo de explorar as possibilidades terapêuticas de cada etapa, de adesivos de 3 passos ou *etch-and-rinse*. Os sistemas adesivo de 3 passos eram as mais antigas da evolução multi-geração de sistemas de ligação da resina, que envolviam condicionamento ácido, *primer* e aplicação de um adesivo separados. O condicionamento ácido, utilizando 32-37% de ácido fosfórico (pH 0,1-0,4), não só atacam simultaneamente esmalte e dentina, mas o baixo pH matam muitas bactérias residuais. Alguns condicionadores incluíram compostos antimicrobianos, tais como cloreto de benzalcônio, que também inibiu metaloproteinases de matriz (MMP) em dentina. *Primers* são geralmente de água e soluções de HEMA- para garantir a completa expansão da malha de fibrilas de colágeno e colágeno com monômeros hidrofílicos. No entanto, a água pôde voltar a expandir a dentina seca e também

serviu como um veículo para os inibidores da protease ou proteína de ligação de agentes que poderiam aumentar a durabilidade dos vínculos dentina-resina. No futuro, o etanol ou outros solventes pode servir como desidratação que também podem conter amônia quaternária antibacteriana metacrilatos para inibir MMPs da dentina e aumentar a durabilidade das ligações dentina-resina. Provou-se que a completa evaporação dos solventes é quase impossível. Os fabricantes podem precisar aperfeiçoar as concentrações do solvente. Os adesivos livres de solventes podem selar a interfaces dentina-resina com resinas hidrofóbicas que também pode conter flúor e compostos antimicrobianos. Os adesivos de 3 passos produziram títulos de maior ligação dentina-resina que são mais duráveis do que a maioria dos outros adesivos de 1 ou 2 passos. A incorporação de inibidores da protease em condicionadores ou agentes cruzados na composição podem aumentar a durabilidade das ligações dentina-resina. Concluíram que o potencial terapêutico de adesivos de 3 passos ainda não foi totalmente explorado.

Wei *et al.* (2011) estudaram as alterações dimensionais em novos compósitos de matriz durante a sorpção de água. Cinco materiais foram examinados: a auto aderente, Vertise Flow (FV), um compósito universal: GC Kalore (GCK), duas micro híbridos: GC Gradia Anterior (GDA) e GC Gradia Posterior (PIB), e uma posterior a base de silorano, Filtek Silorano (FS). Os espécimes de resina composta investigados foram submetidos à progressiva expansão higroscópica durante um período de 150 dias. Diferenças na expansão higroscópica foram encontradas para todos os materiais de teste durante sorpção, variando de 0,74% ( $\pm 0,05$ ) para o FS a 4.82% ( $\pm 0,13$ ) para VF. As diferenças foram significativas para todos os materiais ( $p < 0,001$ ), exceto entre GCK e GDA. O composto a base de silorano teve a menor expansão higroscópica. Afirmaram ainda que a medida de compensação da contração de polimerização, pela expansão higroscópica depende dos materiais, dimensões, modelo e escala de tempo. Assim, a situação clínica devia ser levada em consideração na aplicação dessas descobertas.

## **3 OBJETIVOS**

### **3.1 Geral**

Avaliar por microtração a resistência de união de sistemas adesivos nas dentinas sadia e afetada por cárie em dentes humanos.

### **3.2 Específicos**

3.2.1 Analisar através do ensaio de microtração o comportamento dos sistemas adesivo de condicionamento total Ambar (FGM, Brasil) e do sistema adesivo autocondicionante Filtek Silorano (3M ESPE, EUA) utilizados em substrato dentinário sadio e afetados por cárie na intenção de preservar a estrutura dental.

3.2.2 Avaliar os tipos de fraturas ocorridas nos espécimes após o ensaio de microtração através da microscopia óptica e microscopia eletrônica de varredura.

## **4 MATERIAIS E MÉTODOS**

Após aprovação do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido pelo Comitê de Ética em Pesquisa CEP/UFMS, com o protocolo número 1470 (Anexo 01) os estudos puderam ser realizados. Foram selecionados para o estudo pacientes com idade entre 28 a 33 anos, com indicação de extração de terceiros molares sadios e afetados por cárie. Após a extração, os dentes foram armazenados em água destilada em estufa a 37°C ( $\pm 1^\circ\text{C}$ ).

Para a realização do estudo principal testes primordiais foram executados por meio de um estudo piloto, de modo a verificar e aprender a metodologia detalhada do teste de microtração empregado neste estudo em um substrato dentinário sadio e afetada por cárie.

### **4.1 Estudo piloto**

Foram selecionados para o estudo piloto quatro dentes recém extraídos, sendo dois dentes com dentina afetada por cárie e dois dentes com dentina sadia. Para confecção dos cps foram utilizados os sistemas adesivos Filtek Silorano (3M ESPE, EUA) e a resina composta Filtek P90 (3M ESPE) e adeisvo Ambar (FGM, Brasil) com a resina composta Opalis (FGM, Brasil).

Os dentes foram preparados pelo próprio pesquisador, a fim de simular uma situação clínica, os preparos foram realizados na clínica da Faculdade de Odontologia Albino Coimbra Filho, da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, em Campo Grande-MS de acordo com a confecção dos corpos de prova (item 4.2.1). Após uma semana da confecção das restaurações os dentes foram levados para o laboratório de Materiais Dentários da USP (Universidade de São Paulo) onde sofreram os cortes e conseqüentemente a obtenção dos palitos. Após dois dias de

armazenamento dos palitos, aproximadamente dez palitos por dente de 1mm<sup>2</sup> cada, foram colados em um dispositivo com auxílio de uma cola a base de cianocrilato (Super bonder<sup>®</sup>) e posteriormente sofreram o teste de ensaio em uma máquina universal de ensaio. A partir do estudo piloto a metodologia foi aprimorada e observou-se que o estudo principal poderia ser efetuado. Os resultados deste estudo não foram avaliados estatisticamente.

#### **4.2 Estudo principal**

Foram selecionados vinte dentes molares humanos extraídos sendo dez dentes com a dentina afetada por cárie e dez dentes sadios com menos de três meses antes da pesquisa extraídos e armazenados em água destilada em estufa a 37°C (± 1°C).

Aleatoriamente, esses dentes foram divididos em quatro grupos, sendo dois grupos de dentina sadia e dois grupos de dentina afetada por cárie para cada sistema adesivo selecionado para a pesquisa (Tabela 1).

Tabela 1- Distribuição dos sistemas adesivos em relação à dentina sadia e dentina afetada por cárie.

Sistemas adesivos	Dentina Sadia	Dentina afetada
Condicionamento Total (Ambar)	G1 (5 dentes)	G2 (5 dentes)
Autocondicionante (Filtek Silorano)	G3 (5 dentes)	G4 (5 dentes)

##### **4.2.1 Materiais adesivos utilizados**

A utilização dos materiais adesivos seguiu as recomendações do fabricante.

As composições e os lotes estão apresentados na Tabela 2, a seguir:

Tabela 2- Composição e lote dos materiais utilizados de acordo com os fabricantes.

Material	Composição	Lote
Condac 37 (FGM, Brasil)	Ácido fosfórico 37%	060110
Ambar (FGM, Brasil)	Monômeros metacrilatos, fotoiniciadores, co-iniciadores, estabilizante, carga inerte (nano Partículas de sílica) e etanol	220310
Filtek (3MESPE, EUA)	Silorano	
	Primer: metacrilato fosfatado, monômeros hidrofílicos, ácido carboxílico	P:N107465
	Bond: metacrilato, água, etanol monômeros hidrofóbicos	B:N098774
Opalis (FGM, Brasil) cor A2D	Monômero de Bis-GMA*, Bis-Fenol A, BisEMA**, TEGDMA***, UDMA****, canforoquinona, co-iniciadores, co-iniciador e silano, pigmentos e sílica	170310
Filtek P90 (3MESPE, EUA) cor A2	Siloxanos+Oxiranos= canforoquinona e sal iodônio	Silorano, N110333

\*Bis-GMA (Bis-Fenol A di-Glicidil Metacrilato), \*\* BisEMA (Bis-Fenol A di-Glicidil Metacrilato etoxilado), \*\*\*TEGDMA (Trietileno glicol dimetacrilato), \*\*\*\*UDMA (Uretano dimetacrilato).

Os preparos cavitários dos 20 dentes foram confeccionados apenas por um operador, o pesquisador, na clínica da Faculdade de Odontologia Albino Coimbra Filho, da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, em Campo Grande-MS. Utilizou-se uma broca 3131 (KG Sorensen, Brasil) com a ponta ativa de 3,5 milímetros (mm), em torno de 1,5 mm abaixo da JAD (dentina profunda), segundo Lima *et al.* (2008). A extensão de toda caixa oclusal foi preparada, preservando o esmalte, denominando tipo do preparo cavitário classe I. Os substratos dentinários para serem padronizados foram inspecionados com auxílio de uma cureta sem corte e diferenciados clinicamente através da técnica de escavação manual. Foi realizada

a avaliação tátil e visual de inspeção da dentina afetada por cárie de acordo com a metodologia efetuada no trabalho de Banerjee *et al.* (2010).

Nos dentes tratados com sistema adesivo convencional de dois passos Ambar (FGM, Brasil), (Figura 01), tanto para dentina sadia como dentina afetada, grupos G1 e G2, efetuou-se o condicionamento com ácido fosfórico a 37% (FGM, Brasil) por 30 segundos em esmalte e 15 segundos em dentina e lavagem abundante com água por mais 15 segundos, secagem da superfície com papel absorvente estéril e aplicação do sistema adesivo com auxílio de um micropincel (cavibrush, FGM, Brasil). Aplicou-se o adesivo sobre a superfície, esfregando a primeira gota do produto rigorosamente por 10 segundos e em seguida, nova camada de adesivo foi aplicada por mais 10 segundos e um leve jato de ar por mais 10 segundos, que contribui para evaporação do solvente. O adesivo foi então fotopolimerizado por 10 segundos.

O aparelho fotopolimerizador utilizado em todos os dentes foi o Radii- cal (SDI, Austrália), com intensidade de luz de 1200 mW/cm<sup>2</sup>. As restaurações com o sistema adesivo Ambar (FGM, Brasil) foram confeccionadas com a resina composta Opalis (FGM, Brasil), cor A2D, utilizando uma espátula para resina (Hu-Friedy, Estados Unidos), inserindo incrementos de 2 mm com fator de contração (Fator C) igual a 3 e polimerizados cada um por 40 segundos pela face oclusal.

Os dentes tratados com o sistema adesivo autocondicionante Filtek Silorano (3M, EUA), (Figura 02), grupos G3 e G4, foram preparados aplicando com auxílio de um micropincel (cavibrush, FGM, Brasil) primeiramente o *primer* ativamente por 15 segundos, fotopolimerizado por 10 segundos, seguido da aplicação do adesivo. Em seguida, sofreu leve jato de ar e polimerizou-se por mais 10 segundos. As restaurações foram realizadas com a resina Filtek P90 (3M ESPE, EUA), com auxílio de uma espátula (Hu-Friedy, Estados Unidos), os incrementos posicionados horizontalmente com 2 mm de espessura, unindo as paredes opostas como um forramento e fotopolimerizados por 40 segundos pela face oclusal (Figura 03).



Figura 1-Sistema Adesivo Ambar, e a resina composta Opallis, (FGM,Brasil).



Figura 2- Sistema Adesivo Silorano Filtek, (3M ESPE) e a resina Filtek P90 (3M ESPE, EUA).

O embutimento dos dentes foi realizado utilizando como matriz um anel de PVC (polivinil de cloreto) flexível, cortado de acordo com a altura aproximada de cada dente formando um cilindro com o diâmetro de dois centímetros. Os dentes foram amparados com cera utilidade (Polidental, Brasil) e silicone de condensação (Perfil, Brasil) fixado pela raiz de maneira que a coroa ficasse voltada para cima e embutidos com resina epóxi (Redelease, Brasil), manipulada na proporção de 2:1 (resina/endurecedor) (Figura 04). Assim que a resina epóxi polimerizou, o que durou em torno de 24 horas, os cps foram desprendidos do anel de PVC com o auxílio de um alicate de corte (Figura 05).

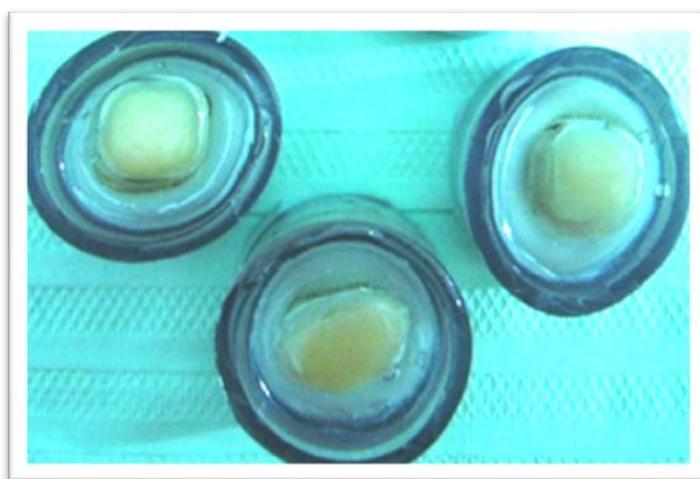


Figura 03- Embutimento dos dentes



Figura 04- Dente restaurado e embutido em resina epóxi

#### 4.2.2 Teste mecânico

No laboratório de Materiais Dentários da Universidade de São Paulo, os experimentos foram efetuados em duas fases. Na primeira fase sofreram os cortes utilizando a máquina de corte (Isomet 1000, Buelher, Estados Unidos), com a velocidade de 200 rpm (Figura 06), refrigerados por água no sentido vestibulo-lingual e mesio-distal, ao longo eixo do dente (Figura 07), formando os palitos (resina-adesivo-dentina) com área na interface de 1mm<sup>2</sup> cada (Figura 08). Após esta fase, os cps foram armazenados em água deslitada a 37°C ( $\pm 1^\circ\text{C}$ ) por 24 horas. Na segunda fase, o teste de microtração foi realizado na máquina de ensaio (Kratos®, Brasil) (Figura 09), certificado de calibração (Anexo 2), fixado no dispositivo com cola a base de cianocrilato (Super Bonder, Brasil) (Figura 10) e sofreram a tração com a velocidade de 1mm/min com a célula de carga de 100kgf. O resultado gerado pelo computador da máquina de ensaio emitiu o valor em Newton (N) (Figura 11).



Figura 05- Máquina de corte Isomet 1000, Buelher

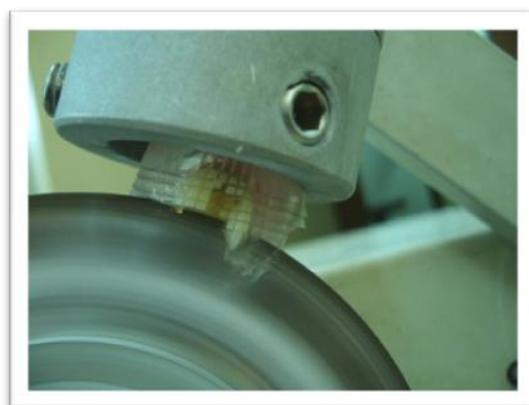


Figura 06- Corte sendo realizado



Figura 07- Palitos (dentina- adesivo- resina)



Figura 08- Máquina de ensaio Kratos®

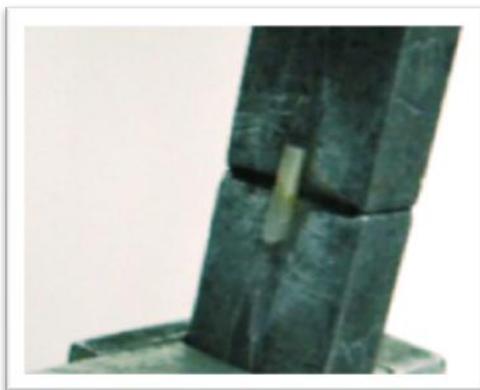


Figura 09- Dispositivo com o palito em posição na máquina de ensaio

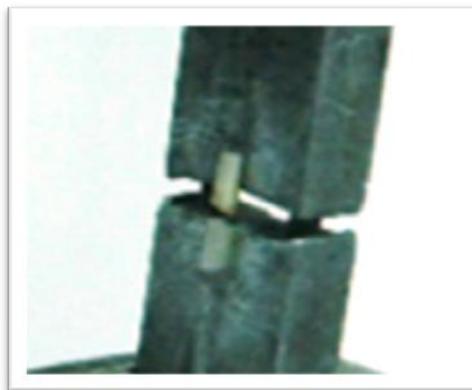


Figura 10- Palito após realização do ensaio

### **4.2.3 Análise estatística**

Para o teste estatístico foi considerado o palito como corpo-de-prova. Assim cada conjunto de palitos obtidos de uma determinada interface estudada permitiu a leitura de 14 palitos por grupo. A máquina de ensaio emitiu os resultados em Newton (N) que foram convertidos em Megapascal (MPa), através da divisão do resultado da força (N) pela área da adesão, padronizados em 1mm<sup>2</sup>. Com a média de valores de resistência de união foi realizado um pré-teste confirmando uma distribuição normal. Assim, realizou-se o teste paramétrico com dois fatores de variação (Dentina x Adesivo) aplicando o método de Análise Variância (2-way ANOVA) e teste complementar de Bonferroni aplicados aos resultados da resistência de união de dois sistemas adesivos à dentina sadia e afetada por cárie.

### **4.2.4 Padrão de fratura**

Os palitos fraturados após a realização do teste de microtração foram analisados por um operador, o pesquisador, em Microscópio Cirúrgico (DFV, Brasil) em 23x para avaliação do padrão de fratura da interface adesiva. Inicialmente os palitos foram classificados de acordo com os padrões de fratura da seguinte forma:

- Fratura Coesiva da Dentina (rompimento da dentina).
- Fratura Coesiva da Resina Composta (rompimento da resina composta).
- Fratura Adesiva (rompimento da união na interface dentina/compósito).
- Fratura Mista (rompimento coesivo no compósito e adesivo na dentina).

Tabela 03- Distribuição dos grupos em relação ao tipo de fratura.

<b>Grupos</b>	fratura adesiva	fratura coesiva resina	fratura coesiva dentina	fratura mista
<b>G1 (14 palitos)</b>	07	04	01	02
<b>G2 (14 palitos)</b>	02	02	01	09
<b>G3 (14 palitos)</b>	06	03	01	04
<b>G4 (14 palitos)</b>	06	03	00	05

#### **4.5 Microscopia eletrônica de varredura (MEV)**

Após a classificação dos tipos de fratura em microscópio óptico, foram selecionados quatro palitos de cada grupo de acordo com os tipos de fratura (sendo um palito de cada tipo de fratura) com o objetivo que todos os tipos de fratura fossem analisados em microscopia eletrônica de varredura. As duas metades fraturadas dos palitos foram colocadas em hipoclorito de sódio a 2% durante dois minutos antes de serem fixadas na mesa com fita de cobre (Figura 12). Após a fixação na mesa o conjunto foi levado ao vácuo (Denton Vacuum, EUA) (Figura-13) e posteriormente recobertas com ouro entre 50 a 70 nm (Recobridor MED020, Bal-Tec, Balzers, Liechtenstein). As imagens das superfícies de fratura foram obtidas em microscópio eletrônico de varredura (Jeol JSM 6380LV, *Scanning Electron Microscope*, Japão) (Figuras 14). Algumas amostras passaram pelo sistema espectroscopia de energia dispersiva de Raio-X (EDX), programa que anexado ao MEV consegue identificar os elementos químicos das amostras conseguindo distinguir a face da dentina e da resina auxiliando na visualização das amostras para confirmação do substrato que estava sendo analisado.

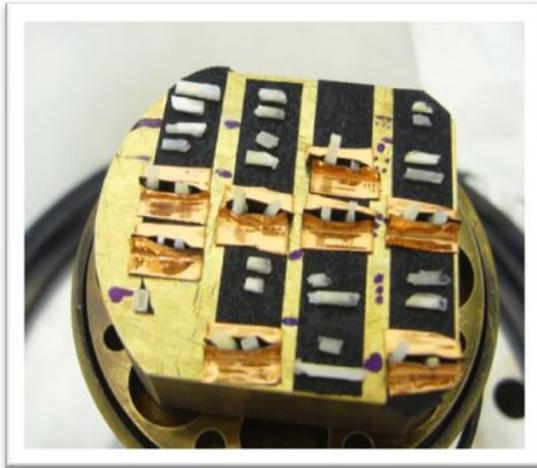


Figura 11- Mesa preparada com palitos



Figura 12- Denton Vacuum



Figura 13- MEV modelo-Jeol JSM 6380LV

## 5 RESULTADOS

Os resultados obtidos no estudo estão apresentados em duas etapas: resistência de união, pelo ensaio de microtração, e análise das imagens obtidas em microscópio eletrônico de varredura (MEV).

### 5.1 Resistência de União

Os dados obtidos no estudo corresponderam a 56 valores de resistência de união, pelo ensaio de microtração. Esses valores foram decorrentes da média dos valores de resistência de união dos 14 palitos obtidos em cada dente, sendo avaliados dois sistemas adesivos em dois substratos dentinários.

Realizou-se testes em 20 palitos de cada grupo, portanto, foram considerados palitos perdidos aqueles que fraturaram precocemente diante do teste mecânico, os que sofreram interferência da cola a base de cianocrilato e os menores e os maiores valores da resistência de união de cada grupo, totalizando 14 leituras por grupo (Tabela 04).

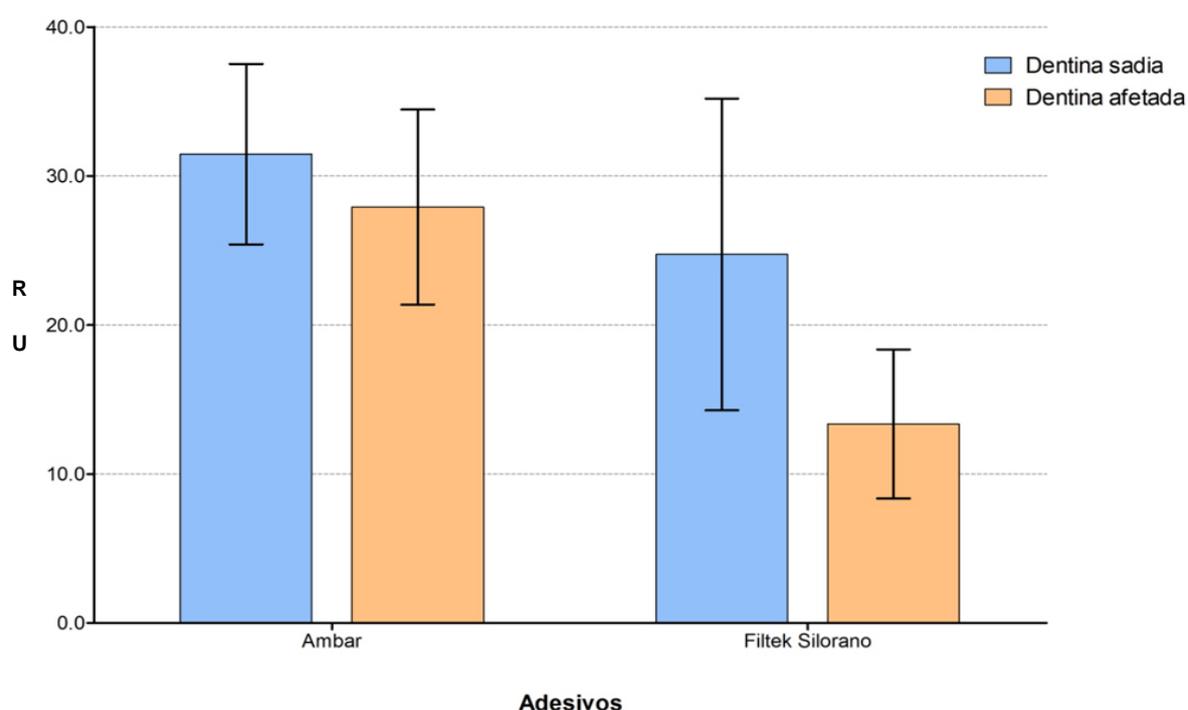
Tabela 04- Leituras dos corpos quanto à resistência de união por microtração em (MPa).

<b>Cp</b>	<b>G1</b>	<b>G2</b>	<b>G3</b>	<b>G4</b>
01	37,90	35,10	35,86	17,35
02	39,09	25,49	12,26	10,78
03	27,70	38,83	14,71	13,04
04	40,99	18,82	12,75	17,75
05	35,45	29,30	29,00	22,16
06	19,80	22,65	36,28	6,96
07	35,45	28,14	34,81	8,72
08	31,77	31,87	39,42	18,33
09	30,77	34,71	33,04	13,82
10	23,19	21,47	29,51	7,55
11	32,70	20,20	16,67	12,94
12	30,79	35,96	25,30	8,53
13	27,50	26,47	15,39	19,90
14	27,34	21,72	11,18	9,12

Tabela 05- Valores de média e desvio-padrão (MPa) dos grupos que sofreram o ensaio de microtração.

Grupos	G1	G2	G3	G4
Média (M)	31,46	27,91	24,73	13,35
Desvio- Padrão (DP)	± 6,05	± 6,55	± 10,46	± 5,00

Figura 14- Gráfico 01- Gráfico ilustrando a média e desvio-padrão dos resultados obtidos para a resistência de união (RU) em (MPa) dos sistemas adesivos em função do substrato dentinário em dentina sadia e dentina afetada por cárie.



Pela análise do Gráfico 1 observa-se os maiores valores médios encontrados para o sistema adesivo Ambar (FGM, Brasil) em comparação ao Filtek Silorano (3M ESPE, EUA) . A análise estatística (2-way ANOVA) mostra que existem diferenças entre os sistemas adesivos testados ( $P < 0,001$ ) com maiores valores de resistência à tração do sistema Ambar (FGM, Brasil). Enquanto o sistema Ambar (FGM, Brasil) não exibiu diferenças entre os resultados de adesão para dentina saudável ou

dentina afetada por cárie ( $P > 0,05$ ), o sistema Filtek Silorano (3M ESPE, EUA) mostrou valores de adesão significativamente superiores para a dentina sadia quando comparado à dentina afetada ( $P < 0,001$ ).

Tabela 6- Análise de variância com dois fatores de variação e teste complementar de Bonferroni aplicados aos resultados da força de adesão de dois sistemas adesivos à dentina sadia e desmineralizada ( $\alpha = 0,05$ ).

Fonte de variação	% da variação total	Valor de P	
Interação	4,00	0,0505	
Dentina	14,55	0,0004	
Adesivo	29,59	$P < 0,0001$	
<b>Teste de comparações múltiplas de Bonferroni</b>			
<b>Dentina sadia x dentina afetada</b>			
	Diferença entre médias	Intervalo de confiança	Valor de P
Filtek Silorano	-11,38	-17.75 to -4.998	$P < 0,001$
Ambar	-3,551	-9.928 to 2.827	$P > 0,05$

## 5.2 Micromorfologia da interface sistema adesivo/dentina

As fotomicrografias foram obtidas a partir da análise qualitativa da interface de união adesiva sistema adesivo/dentina de 16 amostras, sendo 4 amostras de cada grupo escolhidas de acordo com o padrão de fratura observados em microscópio óptico. Primeiramente foi analisado o substrato dentinário diante da diferenciação da quantidade e tamanho dos túbulos dentinários presentes na dentina sadia e na dentina afetada por cárie (Figuras 16 e 17). Pode-se observar na dentina afetada um menor número de túbulos dentinários e menor diâmetro da entrada dos túbulos decorrente da agressão sofrida em decorrência da cárie dental, visto que neste trabalho foi padronizada a idade dos dentes e a profundidade da dentina. Já na dentina sadia os túbulos dentinários estão presentes em maior número e maior diâmetro a entrada dos mesmos.

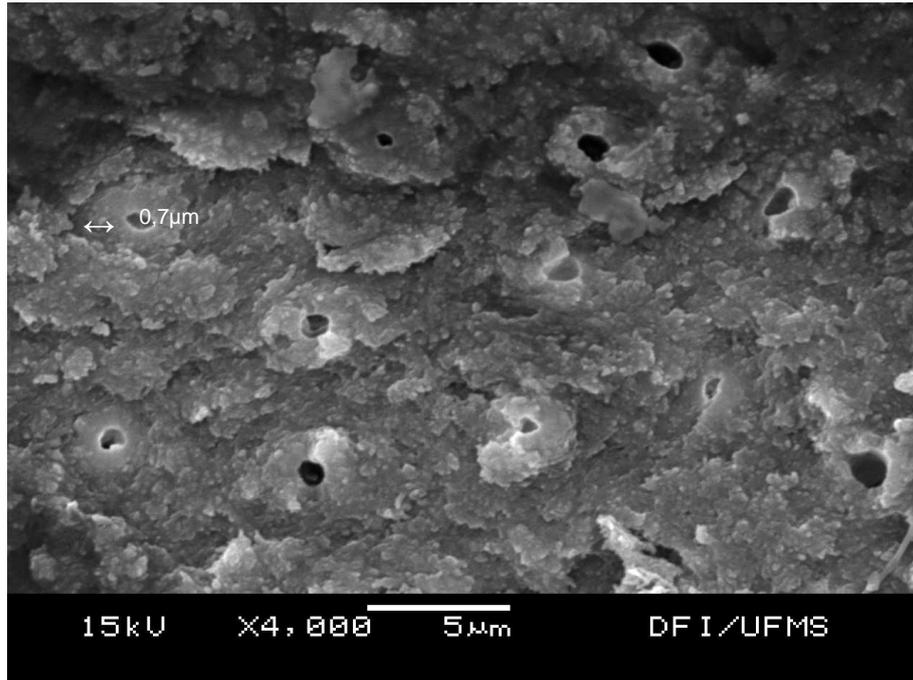


Figura 15- Fotomicrografia dentina afetada por cárie, entrada do túbulo dentinário (seta)(Aumento 4000X).

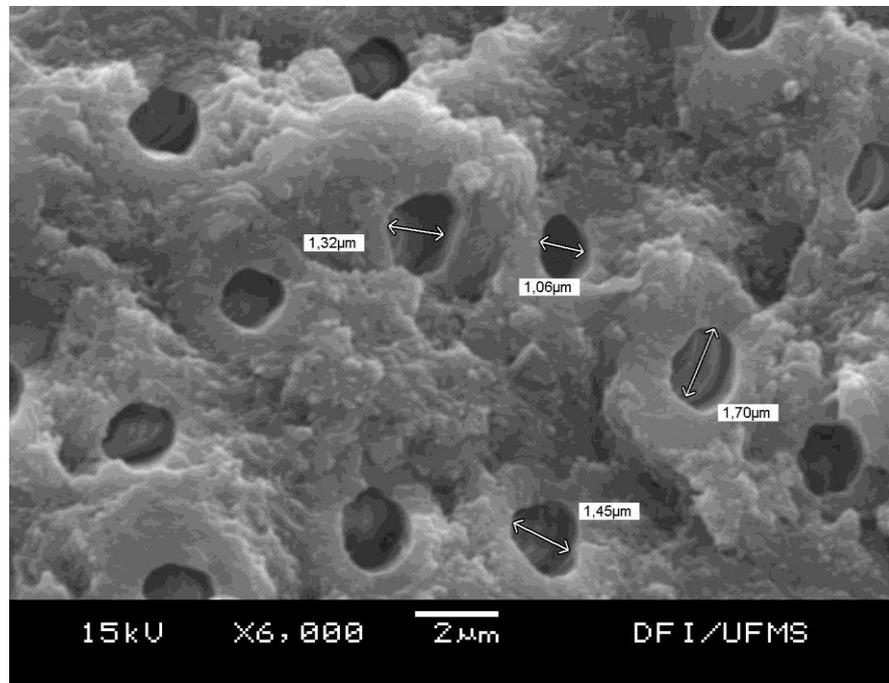


Figura 16- Fotomicrografia dentina sadia, entrada dos túbulos dentinários (setas) (Aumento 6000X).

A análise descritiva da interface de união demonstrou a formação de camada híbrida e penetração uniforme dos monômeros do adesivo dentro dos túbulos dentinários, também chamados de *tags*, quando foi utilizado o sistema adesivo Ambar (FGM, Brasil). Enquanto que no sistema adesivo Filtek Silorano (3M ESPE, EUA) houve dificuldade de visualização dos *tags*, diante da diferença significativa do tamanho, da quantidade, e da espessura da camada híbrida apresentada que não foi uniforme em toda a extensão da zona de união.

As fotomicrografias demonstraram a formação da camada híbrida tanto do sistema adesivo Filtek Silorano (3M ESPE, EUA) quanto do sistema adesivo Ambar (FGM, Brasil) (Figuras 18 e 19).

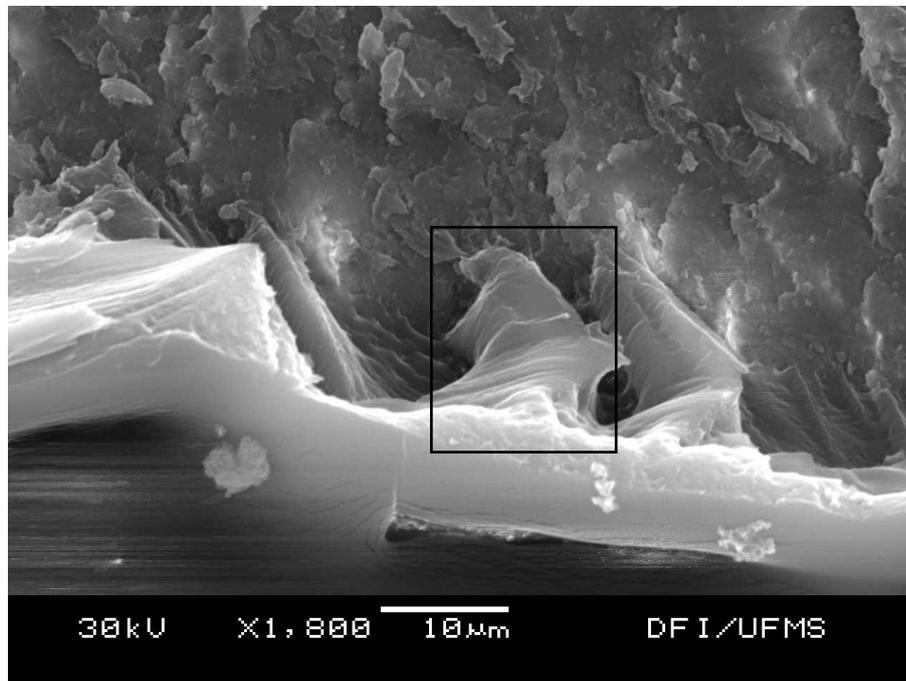


Figura 17- Retângulo - Tag resinoso do sistema adesivo Filtek Silorano(3M ESPE, EUA) em dentina afetada- vista por cima (Aumento 1800X).

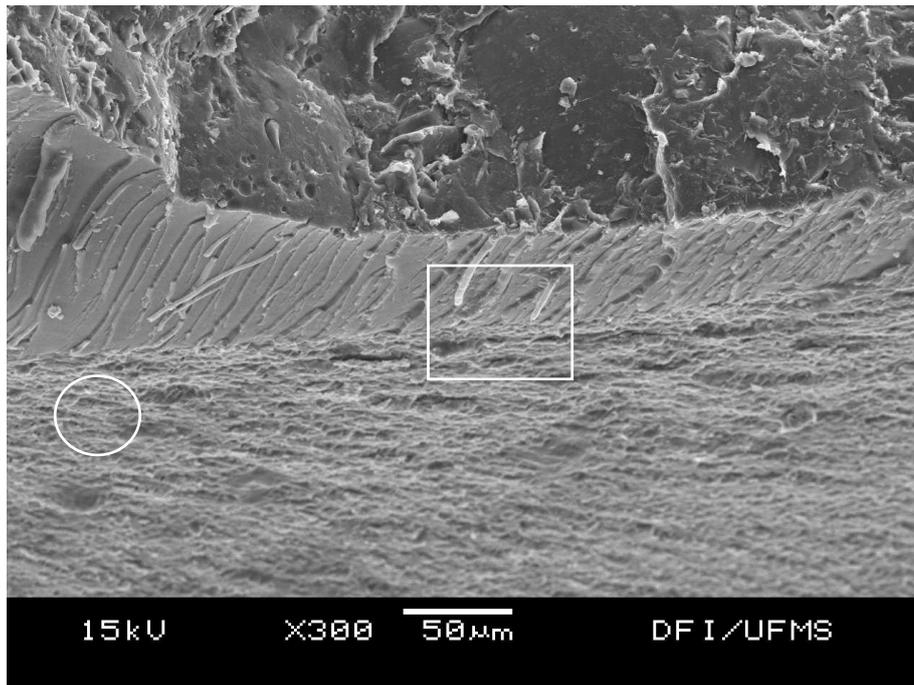


Figura 18- Tags resinosos do sistema adesivo Ambar (FGM, Brasil) em dentina afetada– Camada Híbrida (Aumento 300X).

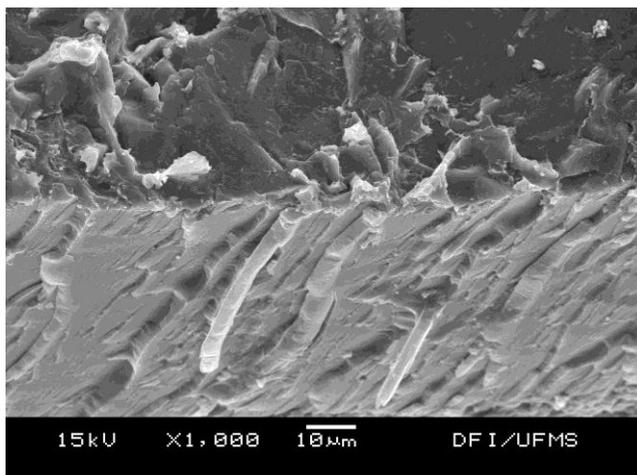


Figura 18.1- Vista do quadrado (Aumento de 1000X).

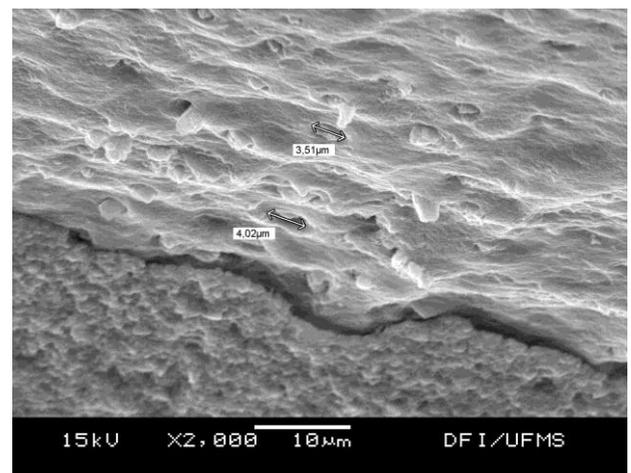


Figura 18.2- Vista do círculo: Zona de união dentina –adesivo –tags (Aumento 2000X).

Diante das fotomicrografias pode-se observar também que os tipos de fraturas observados em microscópio óptico não correspondem fielmente quando observados em microscopia eletrônica de varredura visto que, o tipo de fratura geralmente apresentada no MEV foi a mista. A microscopia eletrônica oferece a possibilidade de analisar a linha de fratura detalhadamente com a presença de camada de adesivo, dentina e resina antes não observados no microscópio óptico. Como por exemplo, no corpo de prova número 3 que foi levado ao MEV, antes identificado como tipo de fratura adesiva, observou-se uma pequena porção de resina fraturada no lado da dentina, denominando tipo de fratura mista. A partir disso, fica difícil afirmar os tipos de fratura observada apenas pela microscopia óptica (Figuras 20 e 21).

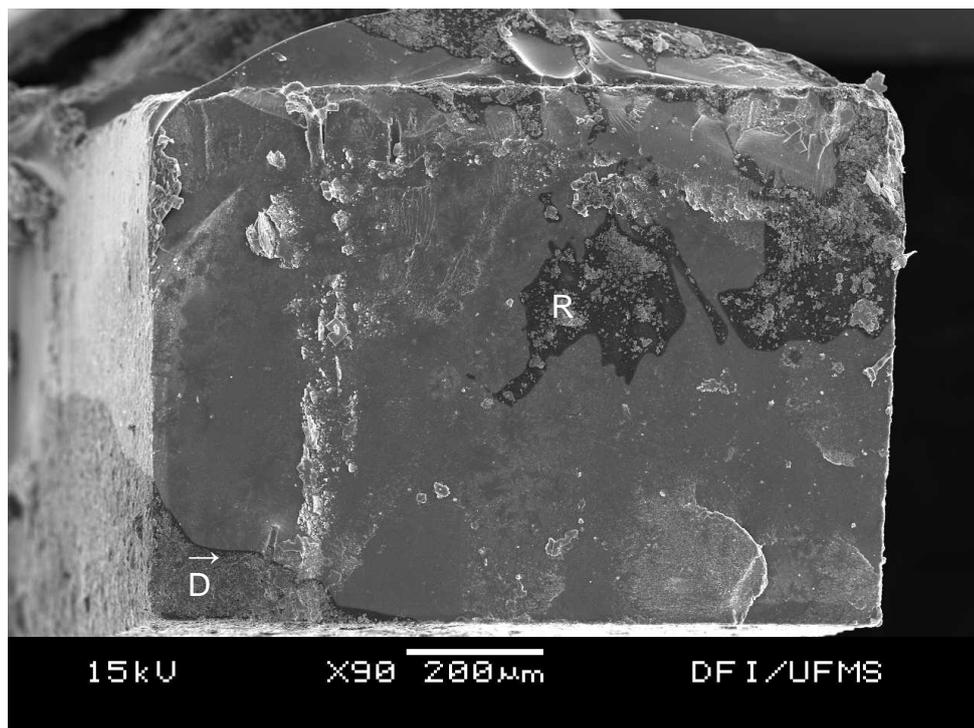


Figura 19– Fotomicrografia (Palito 03) D- dentina afetada por cárie; seta- camada de adesivo Filtek Silorano (3M ESPE, EUA); R- pequena porção de resina composta (Aumento 90X).

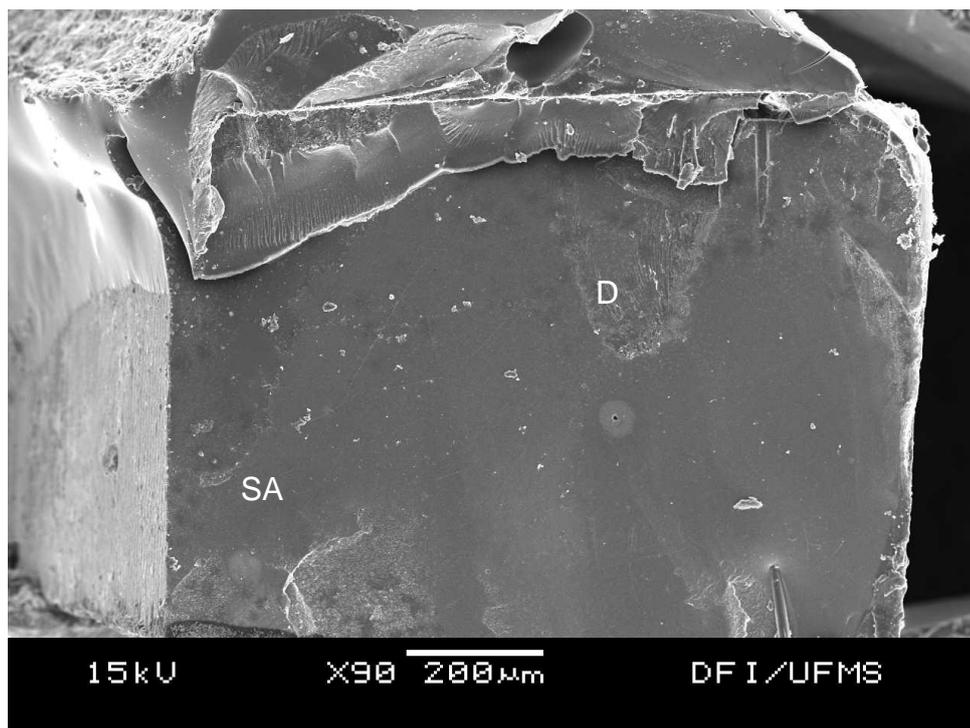


Figura 20- Fotomicrografia (Palito 03)- Lado da resina com adesivo superficial (SA); D-dentina (Aumento 90X).

Para confirmar o tipo de substrato que estava sendo analisado utilizou a análise pelo método de espectroscopia de energia dispersiva de Raios-X (EDX), que permite a aferição dos elementos químicos presentes em vários tipos de amostra.

Figura 21- Gráfico 02- Microanálise do palito 10 (figura 23) pelo método de espectroscopia de energia dispersiva de Raios-X (EDX).

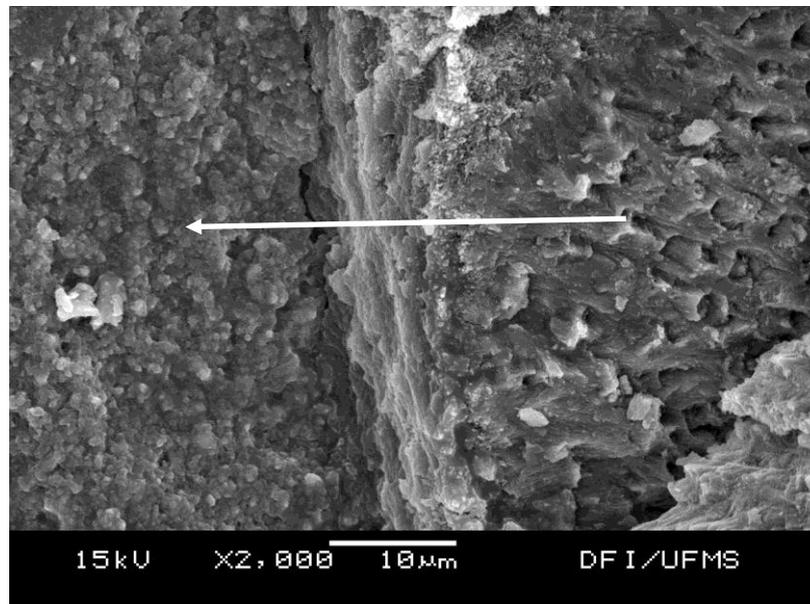
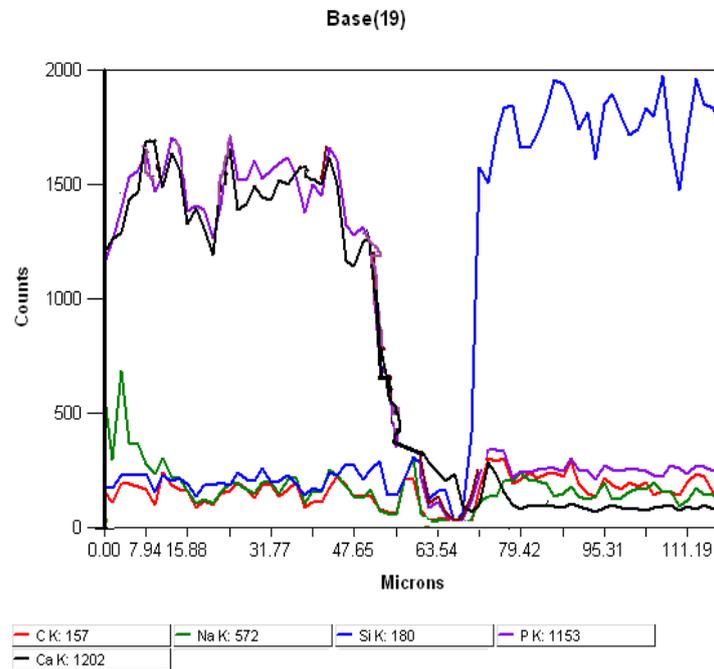


Figura 22- Fotomicrografia do palito 10 representando uma porção de dentina sadia restaurada com o sistema adesivo Ambar (FGM, Brasil) e a resina composta Opalis (FGM, Brasil). Seta indicando o início da leitura (dentina) até o final da leitura (material restaurador).

A presença inicial dos elementos carbono, fósforo, cálcio e sódio juntamente com a presença de zircônio, fósforo, cálcio demonstram a área de dentina com a camada de adesivo dentinário, já o aumento significativo de silício representa a porção do material restaurador.

De acordo com os tipos de fraturas dos substratos podem-se observar as falha do tipo mista apresentada pelas fotomicrografias. (Figuras 20, 21, 25 e 26). Já as fraturas do tipo coesiva em dentina e coesiva em resina estão representadas pelas Figuras 24 e 25 respectivamente.

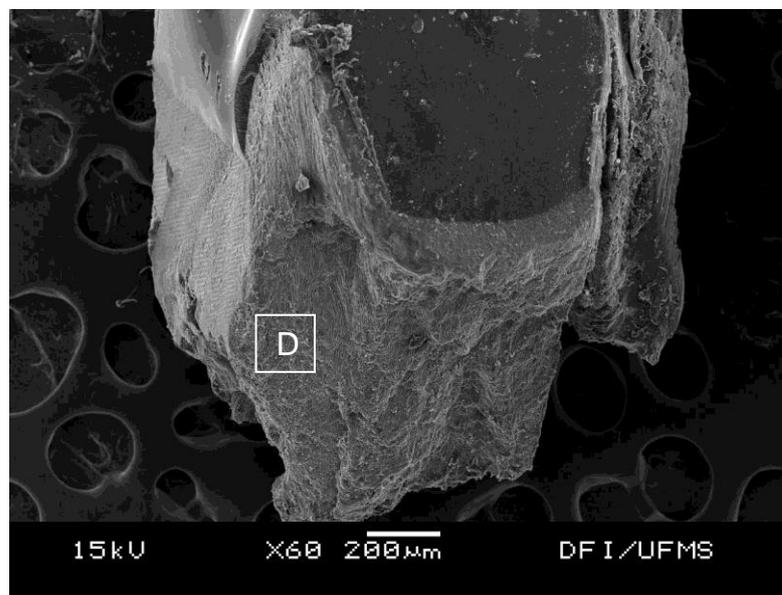


Figura 23- Fotomicrografia de fratura em dentina (D).

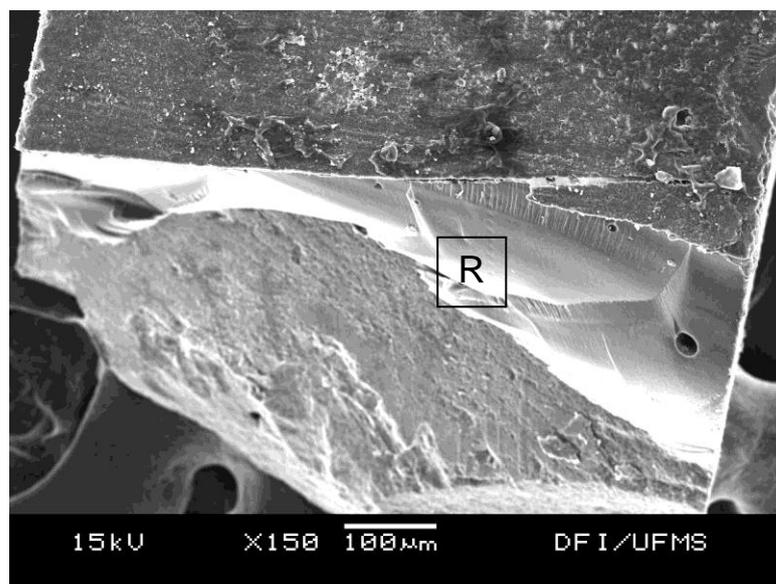


Figura 24- Fotomicrografia de fratura em resina (R).

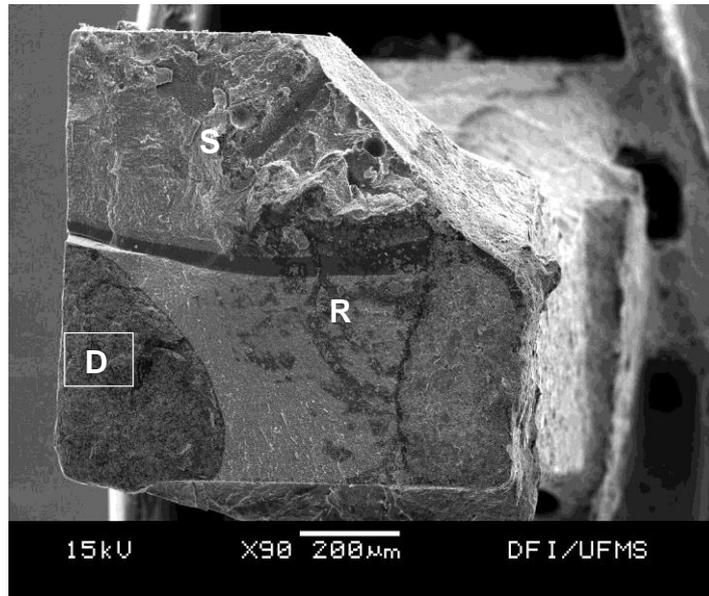


Figura 25- Parte da dentina vista frontal (Palito 08) falha mista. D- Dentina sadia; R-Resina Composta; SA- sistema adesivo Ambar (FGM, Brasil) (Aumento 90X).

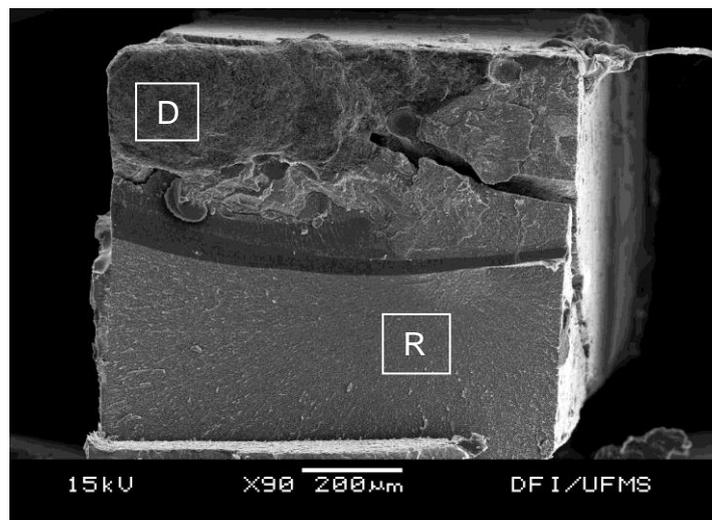


Figura 26- Parte da resina (Palito 08) sistema adesivo Ambar (FGM,Brasil) – Falha mista (Aumento 90X).

## 6 DISCUSSÃO

O principal objetivo da Odontologia restauradora contemporânea, na escavação da dentina cariada, é remover apenas a camada externa infectada que é considerada não remineralizada, pois muitas vezes pode sacrificar mais estrutura do que o necessário (WEI *et al.*, 2008, NAKAJIMA *et al.*, 2011).

No entanto, as diretrizes clínicas para a remoção desse substrato são problemáticas e controversas. Estes achados sugerem que métodos tradicionais, por exemplo, a de remoção tátil com curetas e também a utilização de brocas, possam influenciar menos do que os detectores de cárie. Faustino-Silva *et al.* (2009) pesquisaram o comportamento dos métodos de remoção químico-mecânica da cárie, Papacárie® e Carisolv® e concluíram que ambos levaram a uma menor resistência de união do adesivo à dentina do que quando realizada a remoção mecânica com brocas em dentes com lesões em substrato dentinário.

Neste estudo foram utilizados métodos mais tradicionais a fim de promover uma situação clínica rotineira. Utilizou-se para a remoção de cárie broca e inspeção visual e tátil com curetas, por ser o método mais simples e confiável, de modo a não influenciar na resistência de união. Isto porque, Zafer *et al.* (2003) e Silva *et al.* (2006) concluíram que os métodos de remoção de cárie não influenciaram na resistência de união do adesivo testado à cárie de dentina afetada.

A dentina profunda foi utilizada neste estudo de acordo com a padronização apresentada no estudo detalhado por Lima *et al.* (2008). Estes autores afirmaram que os sistemas adesivos Scotchbond Multi-purpose (condicionamento total) e Adper L-Pop (autocondicionante) apresentaram resistência adesiva semelhantes entre si, tanto em dentina superficial quanto em profunda. Embora Gianini *et al.* (2002) tenham concluído que a dentina média e profunda não apresentaram diferenças estatísticas, já a dentina coronária apresentou melhor resultado do que as demais.

De acordo com Yoshiyama *et al.* (2009), os resultados sugerem que a penetração do adesivo pode ser evitada através da oclusão dos túbulos dentinários

por depósitos minerais, da dentina afetada por cárie justificando a redução da resistência de união neste substrato. O difícil é padronizar o substrato dentinário quando afetado por cárie, visto que muitos autores realizam tentativas de padronizar com Raio X dos dentes e com a profundidade dentinária. Um substrato dentinário pode ser considerado afetado pela presença do fator etiológico. Mesmo após a aparente remoção total da cárie, é certo que o biofilme bacteriano não é removido totalmente, representando um substrato afetado.

Ceballos *et al.* (2003), Arrais *et al.* (2004), Yoshiyama *et al.* (2004), Burmann *et al.* (2007), Wang *et al.* (2007) e Zanchi *et al.* (2010) afirmaram que o substrato dentinário hígido proporcionou maior resistência de união que substrato dentinário afetado por cárie e o que esteve previamente em contato com restauração de amálgama.

Em contrapartida, Scholtanusa *et al.* (2010) relataram que o sistema adesivo Clearfil SE Bond (adesivo de 2-passos autocondicionante) não apresentou diferença à resistência de união entre a dentina normal e afetada por cárie. E ainda, de acordo com Nakajima *et al.* (1995) a resistência de união obtida com o sistema adesivo Scotchbond Multi-Purpose (condicionamento total) também foi semelhante em dentina normal e afetada por cárie. Afirmaram que a força de adesão depende tanto do tipo de substrato dentinário quanto do sistema adesivo utilizado.

Quanto ao tipo de falhas dos corpos de prova deste estudo observou-se predominantemente o tipo de falha adesiva em três grupos (G1, G3 e G4) semelhante às pesquisas de Tanumiharja *et al.*(2000) e Banerjee *et al.* (2010). O grupo G2 foi maior o tipo de falha mista. O tipo de falha apresentada pelo grupo G2 pode ser explicado pela qualidade do adesivo (condicionamento total) utilizado juntamente com o substrato afetado por cárie.

De acordo com os adesivos empregados, se levar em consideração a simplicidade da técnica, os adesivos autocondicionantes podem ser escolhidos, visto que não utilizam o condicionamento ácido prévio. A resistência de união destes adesivos pode ter sido prejudicada pela mistura dos componentes em um frasco que possibilita o condicionamento ácido e uma solução hidrofílica (*primer*) com um solvente para condicionar as fibras colágenas. Estes adesivos são simplificados em dois frascos ou até mesmo em frasco único (*all in one*).

Pazinatto *et al.* (2006), Van Meerbeek *et al.* (2010) e Hamouda *et al.* (2011) relataram que a resistência à microtração do adesivo com condicionamento total foi superior ao dos adesivos autocondicionantes, semelhante aos resultados deste trabalho. O sistema Ambar não exibiu diferenças entre os resultados de adesão para dentina saudável ou dentina afetada por cárie, que corroboram com os resultados obtidos por Nakajima *et al.* (1995), Scholtanusa *et al.* (2010). Já o sistema adesivo Filtek Silorano mostrou valores de adesão significativamente superiores para a dentina sadia quando comparado à dentina afetada, semelhante aos resultados obtidos por CEBALLOS *et al.* (2003), ARRAIS *et al.* (2004), YOSHIYAMA *et al.* (2004), BURMANN *et al.* (2007), WANG *et al.* (2007), ZANCHI *et al.* (2010).

Pashley *et al.* (1997) quando revisaram a estrutura da dentina diante a permeabilidade do sistema adesivo dentro dos túbulos dentinários e nos espaços criados pelos condicionamentos ácidos prévios, o condicionamento ácido na dentina conseguiu produzir mudanças, positivas para a adesão, na composição química e física nas propriedades da matriz dentinária. Gu *et al.* (2010) e Pashley *et al.* (2011) utilizaram o condicionamento ácido em dentina afetada antes da restauração para um efeito inibidor sobre a atividade residual de bactérias cariogênicas. Por isso, neste trabalho utilizou-se o condicionamento ácido preconizado tanto em esmalte quanto em dentina, quando o sistema adesivo com condicionamento total foi utilizado.

Nakajima *et al.* (1995) relataram que a qualidade, espessura e continuidade da camada híbrida, pode nem sempre contribuir significativamente para a resistência de união. Pashley *et al.* (1997) e Wei *et al.* (2008) também afirmaram que as camadas híbridas mais espessas não resultam necessariamente em maior resistência de união e que a contração de algumas camadas de fibrilas de colágeno pela resina é necessária para alcançar boa força.

Neste estudo, as camadas híbridas observadas através das fotomicrografias em MEV também foram mais evidentes e espessas no sistema adesivo de condicionamento total (Ambar). Já o sistema adesivo autocondicionante (Filtek Silorano) apresentou camadas mais curtas. Assim, mesmo que a resistência de união deste estudo tenha demonstrado que o sistema adesivo de condicionamento total foi maior do que o sistema adesivo autocondicionante, o resultado não pode ser

atribuído a qualidade da camada híbrida como afirmaram NAKAJIMA *et al.* (1995), PASHLEY *et al.* (1997), WEI *et al.* (2008).

De acordo com Nakabayashi (2004), a importância da camada híbrida resulta principalmente em ser capaz de proteger a dentina exposta à cárie ao mesmo tempo protege a polpa e evita dor de dente e ainda esta barreira também ajuda a manter a vitalidade do dente. E também, Nakajima *et al.* (2011) afirmaram que a interface adesiva da dentina afetada por cárie juntamente com a má qualidade da camada híbrida, pode comprometer a longevidade da restauração do compósito devido à hidrólise da resina e das fibras colágenas. E ainda, concluíram que a adesão a cavidade é fortemente influenciada pelo estresse de contração da resina composta podendo ser um dos fatores responsáveis pela baixa ligação à dentina afetada por cárie.

A constante presença de restos orgânicos e inorgânicos resultantes da instrumentação da dentina, a chamada lama dentinária ou *smear layer*, reduz a permeabilidade dentinária, diminuindo o fluxo de fluido. Uma classificação simplificada, quanto ao tipo de adesivo dentinário, que pode ser utilizada é quanto a remoção total, parcial ou dissolução da *smear layer*. Sua permanência pode causar baixa resistência de união com a dentina subjacente sendo ela sadia ou afetada por cárie. O principal mecanismo de retenção dos sistemas adesivos atuais, com condicionamento total, baseia-se na infiltração e posterior polimerização de monômeros resinosos pela camada superficial de dentina, previamente desmineralizada por ácidos, formando a camada híbrida (NAKABAYASHI *et al.* 1982). Até hoje, o mecanismo de ação dos sistemas adesivos com condicionamento total é atribuído a este mecanismo. Já Mine *et al.* (2010) relataram que a interação do sistema adesivo a base de silorano com a estrutura dental deve ser atribuída à interação ao seu pH de 2.7 e a efetiva interação, formando uma ponte com a porção hidrofílica da estrutura dental juntamente com a porção hidrofóbica do composto.

A importância clínica deste estudo pode ser atribuída pela técnica adesiva adequada e a escolha certa dos inúmeros sistemas adesivos disponíveis no mercado odontológico a fim de melhorar ainda mais a resistência de união preservando o máximo de estrutura dental.

Estes resultados conflitantes mostram a necessidade de mais estudos, principalmente estudos *in vivo*, quanto à evolução e eficácia dos sistemas adesivos. Mesmo diminuindo os passos clínicos e aumentando as condições para uma eficiente resistência de união, o sistema adesivo autocondicionante ainda não apresentou um resultado satisfatório.

## 7 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos e no estudo realizado pode-se concluir que:

- a) A resistência de união quanto ao método de ensaio por microtração revela que os maiores valores médios encontrados são para o sistema adesivo Ambar (FGM, Brasil) em comparação ao Filtek Silorano (3M ESPE, EUA).
- b) O tipo de dentina somente influencia a resistência de união para o sistema adesivo autocondicionante (Filltek Silorano). A resistência de união à dentina sadia é estritamente superior à dentina afetada por cárie.
- c) Os tipos de fraturas observados em microscópio óptico não correspondem fielmente quando observados em microscopia eletrônica de varredura. O tipo de fratura geralmente apresentada pelos espécimes que foram analisados no MEV foi a mista.

## REFERÊNCIAS

Arrais CAG, Giannini M, Nakajima M, Tagami J. Effects of additional and extended acid etching on bonding to caries-affected dentine. *Eur J Oral Sci.* 2004; 112: 458–464.

Banerjee A, Kellow S, Mannocci F, Cook RJ, Watson TF. An in vitro evaluation of microtensile bond strengths of two adhesive bonding agents to residual dentine after caries removal using three excavation techniques. *Journal of dentistry.* 2010; 38: 480– 489.

Burmann PA, Retamoso L, Vizzotto MB, Nascimento SA, Sadek FT, Cardoso PEC. Influência do tipo de substrato dentinário na resistência de união a microtração - estudo “in vitro”. *Cienc Odontol Bras.* 2007; 10 (1): 34-39.

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

Caglar E, Kuvvetli S, Çıldır S, Kuscu O, Alp F, Sandalli N. Mikrozatezna čvrstoća veze dvaju adhezivnih sustava “sve ujednome” te jednoga s jetkanjem i ispiranjem. *Acta Stomatol Croat.* 2010; 44(2): 90-95.

Cardoso PEC, Braga R, Carrilho MRO. Evaluation of micro-tensile, shear and tensile tests determining the bond strength of three adhesive systems. *Dent Mater.* 1998; 14: 394–398.

Ceballos L, Camejob DG, Fuentes MV, Osorio R, Toledano M, Carvalho RM, Pashley DH. Microtensile bond strength of total-etch and self-etching adhesives to caries-affected dentine. *Journal of Dentistry*. 2003; 31: 469–477.

Faria TCS, Pinheiro SL. Avaliação histológica do colágeno em lesões de cárie dentinárias seladas com sistema adesivo de frasco único. XIV Encontro de Iniciação Científica da PUC-Campinas – Anais; 2009 set 29-30; Campinas, Brasil. São Paulo.

Faustino-Silva DD, Leitune VCB, Collares FM, Figueiredo MC, Samuel SMW. Resistência de união do adesivo à dentina de dentes decíduos submetidos a dois métodos de remoção químico-mecânica da cárie. *RFO*. 2009; 14(3): 234-238.

Fejerskov O, Kidd E. Cárie dentária. A doença e seu tratamento clínico. São Paulo: Santos; 2005. p 388-408.

Ferracane JL. Resin composite—State of the art. *Dent Mater*. 2011; 27: 29–38.

Figueiredo JLG. Influência do laser de Nd: YAG na resistência de união de diferentes sistemas adesivos em dentina. 2002. 86f. Tese Doutorado em Dentística. Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

Fusayama T, Nakamura M, Kurosaki N, Iwaku M. Non-pressure adhesion of a new adhesive restorative resin. *J Dent Res* 1979; 58(4): 1364-1370.

Fusayama T, Ohgushi K. Electron Microscopic Structure of the two layers of carious dentin. *J Dent Res.* 1975; 54 (5):10-19.

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

Gu F, Bresciani E, Barata TJ, Fagundes TC, Navarro MF, S.H. Dickens SH, Fenno JC, Peters MC. In vivo Acid Etching Effect on Bacteria within Caries-Affected Dentin. *Caries Res.* 2010; 44: 472–477.

Hamouda IM, Samra NR, Badawi MF. Microtensile bond strength of etch and rinse versus self-etch adhesive systems. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials.* 2011; 4(3): 461-466.

Hea Z, Shimadaa Y, Tagami J. The effects of cavity size and incremental technique on micro-tensile bond strength of resin composite in Class I cavities. *Dent Mater.* 2006; 957: 1-6.

Ilie N, Reinhard Hickel R. Macro-, micro- and nano-mechanical investigations on silorane and methacrylate-based composites. *Dent Mater.* 2009; 25: 810–819.

Jacques P, Hebling J. Effect of dentin conditioners on the microtensile bond strength of a conventional and a self-etching primer adhesive system. *Dent Mater.* 2005; 21: 103-109.

Lien W, Vandewalle KS. Physical properties of a new silorane-based restorative system. *Dent Mater.* 2010; 26: 337–344.

Lima RG, Armas-Vega AC, Luz MAAC. Avaliação de dois diferentes sistemas adesivos dentais na resistência à união de uma resina composta à dentina superficial e profunda. *RPG Rev Pós Grad* 2007;15 (1):77-82.

Mine A, Munck J, Van Ende A, Cardoso MV, Kuboki T, Yoshida Y, Meerbeek BV. TEM characterization of a silorane composite bonded to enamel/dentin. *Dent Mater.* 2010; 26: 524–532.

Nakabayashi N. Importance of mini-dumbbell specimen to assess tensile strength of restored dentine: historical background and the future perspective in dentistry. *Journal of Dentistry.* 2004; 32: 431–442.

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

Nakajima M, Kitasako Y, Okuda M, Foxton RM, Tagami J. Elemental distributions and microtensile bond strength of the adhesive interface to normal and caries-affected dentin. *J Biomed Mater Res.* 2005; 72: 268–275.

Nakajima M, Kunawarote S, Prasansuttiorn T, Tagami J. Bonding to caries-affected dentin. *Japanese Dental Science Review.* 2011;10: 10-16.

Nakajima M, Sano H, Burrow MF, Tagamil J, Yoshiyama M, Ebisu S, Ciucchi B, Russell CM, Pashley DH. Tensile bond strength and SEM evaluation of caries-affected dentin using dentin adhesives. J Dent Res. 1995; 74(10): 1679-1688.

Pashley DH, Carvalho RM. Dentine permeability and dentine adhesion. Journal of Dentistry. 1997; 25 (5): 355-372.

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

Pashley DH, Tayb FR, Breschic L, Tjäderhane L, Carvalho RM, Carrilhog M, Tezvergil-Mutluayi. A.State of the art etch-and-rinse adhesives Dental Materials 2011; 27 (1): 1-16.

Pazinatto RB, Mello JB, Porto CLA. Avaliação da resistência adesiva de resina composta em dentina humana, adesivos autocondicionantes e monocomponente: teste de microtração. R Dental Press Estét. 2006; 3(2): 16-30.

Reis A, Zander-Grande C, Kossatz S, Stanislawczuk R, Manso A, RM Carvalho RM, Loguercio AD. Effect of mode of application on the microtensile bond strength of a self-etch and etch-and-rinse adhesive system. Operative Dentistry. 2010; 35(4): 428-435.

Revista FGM news. 2011;13:119.

Sadek FT. Influência de parâmetros metodológicos sobre o ensaio de microtração. Microscopia eletrônica de varredura e resistência de união [Tese de Doutorado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2005.

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

Scholtanusa JD, Purwantab K, Doganb N, Cees J. Kleverlaanc CJ, Feilzerd AJ. Microtensile bond strength of three simplified adhesive systems to caries-affected dentin. J Adhes Dent. 2010; 12: 273-278.

Silva NRFA, Carvalho RM, Pegoraro LF, Tay FR, Thompson VP. Evaluation of a self-limiting concept in dentinal caries removal. J Dent Res. 2006; 85(3): 282-286.

Tanumiharja M, Burrowa MF, Tyasa MJ. Microtensile bond strengths of seven dentin adhesive systems. Dental Materials. 2000; 16: 180– 187.

Teixeira KIR, Bueno AC, Cortés ME. Processos físico-químicos no biofilme dentário relacionados à produção da cárie. Química nova na escola. 2010; 32 (3): 145-150.

Van Meerbeek B, Peumans M, Poitevin A, Mine A, Van Ende A, Neves A, De Munck J. Relationship between bond-strength tests and clinical outcomes. Dent Mater. 2010;

26: 100–121.

Wang Y, Spencer P, Walker MP. Chemical profile of adhesive/caries-affected dentin interfaces using Raman microspectroscopy. *J Biomed Mater Res A*. 2007; 81(2): 279–286.

Wei KH, Marshalla SJ, Pinzona LM, Watanabea L, Saizb E, Marshalla GW. SEM evaluation of resin-cariou dentin interfaces formed by two dentin adhesive system. *Dental materials*. 2008; (24): 880–887.

Wei Y, Silikas N, Zhang Z, Watts DC. Hygroscopic dimensional changes of self-adhering and new resin-matrix composites during water sorption/desorption cycles *Dent Mater.*, 2011; 27: 259 –266.

Weinmann W, Thalacker C, Guggenberger R. Siloranes in dental composites. *Dental Materials*. 2005; 21: 68–74.

Wolfgang H A, Sonkol T, Zoellner A, Gaengler P. Lesions and natural caries lesions at crown margins. *Prosthodont J*. 2007; 16: 445-451.

Yamaguchia K, Miyazakib M, Takamizawab T, Tsubotab K, Rikutab A. Influence of crosshead speed on microtensile bond strength of two-step adhesive systems. *Dent Mater*. 2006; 22: 420–425.

Yoshiyama M, Doi J, Nishitani Y, Itota T, Tay FR, Carvalho RM, Pashley DH. Bonding ability of adhesive resins to caries affected and caries infected dentin. J Appl Oral Sci. 2009; 12(3): 171-176.

Zafer C. Çehreli, A.Rüya Yazici, Taner Akca, Gül Ö. Journal of Dentistry. 2003; 31(6): 429-435.

Zanchi CH, Lund RG, Perrone L.R, Ribeiro G A., Del Pino FAB, Pinto MB, Demarco FF. Microtensile bond strength of two-step etch-and-rinse adhesive systems on sound and artificial caries-affected dentin. Am J Dent. 2010; 23(3): 152-156.

3M ESPE Filtek P90 [homepage na Internet]. Campinas: Sistema adesivo silorano e Filtek P90, 3MESPE; 2009 [atualizada em 2010; acesso em 28 out. de 2010]. Disponível em: <http://www.3m.com.br>.



**Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**  
**Comitê de Ética em Pesquisa / CEP / UFMS**



## *Carta de Aprovação*

*A minha assinatura neste documento, atesta que o protocolo nº 1470 do Pesquisador José Luiz Guimarães intitulado "Avaliação por microtração da resistência dos sistemas adesivos na dentina afetada em dentes humanos", e o seu Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, foram revisados por este comitê e aprovados em reunião ordinária no dia 27 de agosto de 2009, encontrando-se de acordo com as resoluções normativas do Ministério da Saúde.*

*Prof. Paulo Roberto Haidamus de Oliveira Bastos*

*Coordenador em exercício do Comitê de Ética em Pesquisa da UFMS*

*Campo Grande, 31 de agosto de 2009.*

**CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO**

Certificado de Calibração: R394B06/10

Data da Calibração: 16/06/2010

A Kratos Equipamentos Industriais Ltda., fabricante das máquinas de ensaios Kratos e dos Dinamômetros Kratos, estabelecida em Cotia - SP, na rua Etiópia, 294, telefone (XXX 11 4148-9080), certifica que executou nesta data a calibração conforme especificações abaixo:

I- Interessado: FACULDADE DE ODONTOLOGIA DA USP

Endereço: AV PROFº LINEU PRESTES, 2.227

Cidade: SÃO PAULO - UF: SP

II - Equipamento Calibrado

Máquina Mod.: K 2.000 MP N°. Série: M951103 Fabricante: KRATOS Capac. Nominal da Máquina: 2.000 kgf Ident. da máquina: 41060
Indicador Mod.: IKCL3-USB N°. Série: 0207337 Fabricante: KRATOS Identificação do indicador: 0207337
Célula de Carga modelo: CZAB N°. Série: 784560 Fabricante: KRATOS Capac. Nominal Célula de Carga: 100 kgf Ident. Célula de Carga: 784560
Observação:

III - Local da Calibração

Setor: MATERIAIS DENTÁRIOS

IV - Resultados da Calibração

Escala: 1 (100%)

Tipo de esforço: Tração

Célula de Carga em uso: 2

Capacidade da escala: 100,00 kgf Valor de uma divisão: 0,05 kgf

F <sub>i</sub> kgf	M. M. (VVC) kgf (N)	q %	b %	a %	U ± kgf (N)	U %	k
0	0	0	0	0	0	0	0
20,00	19,978 (195,92)	0,11	0,07	0,25	0,060 (0,59)	0,30	2,00
40,00	39,956 (391,83)	0,11	0,02	0,13	0,060 (0,59)	0,15	2,00
60,00	59,956 (587,97)	0,07	0,04	0,08	0,064 (0,63)	0,10	2,01
80,00	79,971 (784,25)	0,04	0,04	0,06	0,065 (0,64)	0,10	2,01
100,00	99,986 (980,53)	0,01	0,01	0,05	0,069 (0,68)	0,05	2,00
f <sub>0</sub> (%)	1a. Série = 0	2a. Série = 0	3a. Série = 0				

Tipo de indicação: Direta (no indicador de força do instrumento calibrado)

Padrão utilizado: A Classe da faixa nominal da escala = 0,5 Ganho: 3830

Temperatura no início da calibração: 19,4°C - Temperatura no final da calibração: 19,9°C

OBS: A Classificação refere-se a partir do limite inferior da faixa nominal desta escala (20,00kgf).