UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP

FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE ARARAQUARA

Darlon Martins Lima

ESTUDO DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO AO CISALHAMENTO DE SISTEMAS ADESIVOS: INFLUÊNCIA DE DIFERENTES SUBSTRATOS

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Dentística Restauradora, da Faculdade de Odontologia de Araraquara da Universidade Estadual Paulista – UNESP, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Doutor em Dentística Restauradora.

Orientadora: Maria Salete Machado Candido

Araraquara

2007

DARLON MARTINS LIMA

ESTUDO DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO AO CISALHAMENTO DE SISTEMAS ADESIVOS: INFLUÊNCIA DE DIFERENTES SUBSTRATOS

COMISSÃO JULGADORA

TESE PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR

Presidente e Orientador: Prof[a] Dr[a] Maria Salete Machado Candido

2º Examinador: Prof. Dr. Luiz Alberto Plácido Penna

3º Examinador: Prof. Dr. Renato Herman Sundfeld

4º Examinador: Prof. Dr. José Roberto Cury Saad

5º Examinador: Prof. Dr. Marcelo Ferrarezi de Andrade

Araraquara, 14 de dezembro de 2007.

DADOS CURRICULARES

Darlon Martins Lima

NASCIMENTO 12/07/1976

FILIAÇÃO João Batista Santana Lima
Maria Darci Martins Lima

1995/1999 Curso de Graduação
Faculdade de Odontologia
Universidade Federal do Maranhão

2001/2003 Curso de Especialização em Dentística Restauradora
Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP

2003/2005 Mestrado em Dentística Restauradora
Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP

2005/2007 Doutorado em Dentística Restauradora
Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP

ASSOCIAÇÕES Grupo Brasileiro dos Professores de Dentística (GBPD)
Sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica (SBPqO)

DEDICATÓRIA

A Deus:

A caminhada foi longa, e esta se apresentou sinuosa, com obstáculos, e nestes momentos, a dúvida e o medo se colocaram como verdadeiros desafios, fazendo-me pensar se realmente todo esse período de doação valia a pena, e foi em Deus, e continua sendo nele, que me apoiei, me apóio, com fé, para seguir em frente, superar os desafios que por ventura, vierem a aparecer. Obrigado Senhor, por me escutar, me entender, e com sua magia fazer que todas aquelas pedras que estavam no caminho, fossem deslocadas. Elas me amadureceram, me fizeram crescer, fazem de mim a pessoa que sou hoje, entendendo que tudo tem seu tempo, seu espaço e seu momento. E é por esta serenidade que conquistei com a minha fé no Senhor, que fica o meu profundo agradecimento.

Aos Meus Pais:

É, seis anos e meio se passaram, e só nós sabemos o quanto foi difícil superar a saudade, o medo do novo que se apresentava à minha frente. Sei também que neste tempo, houve momentos onde vocês, assim como eu, talvez se questionassem se valeria a pena tamanho esforço de manter um filho longe de casa por tanto tempo, onde o

período para suprir a ausência jamais traria de volta esse tempo em que não compartilhei alegrias e não estive perto para dividir as dificuldades. Mas, vocês com extrema doação, carinho, garra, determinação, e acima de tudo amor souberam fazer de minha estada nesta cidade que adotei como minha segunda casa, uma estada amparada em bases sólidas, contribuindo para mais um momento de alegria, de vitória que divido e ofereço a vocês, esse momento mais do que meu, é de vocês, pois sem o apoio e amor incondicional que sempre me deram, jamais o teria conseguido. Por isso, é que dedico também com muito amor e carinho, toda essa etapa vivida e representada resumidamente nesta tese de doutorado. O meu muito obrigado!!

Aos Meus Irmãos:

Dalcione e Marlon, assim como meus pais, dedico também este momento de extrema alegria a vocês, pois sei também, que para este momento estar sendo vivido, existiu da parte de vocês, extrema doação e compreensão, às vezes até sacrifícios, de forma que vocês nunca deixaram de me apoiar, dando forças para continuar o caminho.

Saibam que a distância fez amadurecer em mim, o amor que sinto por vocês, obrigado por todo o carinho, por todo o amor.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

À Prof[a.] Dr[a]. Maria Salete Machado Candido:

Professora Salete, falar da senhora pra quem não a conhece, ou a conhece superficialmente é falar sem propriedade, é rotular, cometer o erro de julgá-la. Posso afirmar que neste período de quase sete anos sob sua orientação na Especialização, Mestrado e agora Doutorado, amadureci profissionalmente, e acima de tudo como ser humano. Sei que às vezes desviei do caminho, fiquei desmotivado pelas mais variadas circunstâncias que se sucederam ao longo da jornada, e tais fatos faziam meu rendimento diminuir. Mas a senhora, como orientadora, e muitas vezes, fazendo o papel de mãe, e posso afirmar que bem feito, me incentivou, me repreendeu. Hoje, olhando para trás, vejo que todas as conversas, os conselhos, as lições, as chamadas de atenção, tinham um grande objetivo, o meu bem, o meu crescimento, e lhe garanto que a minha gratidão para com a senhora, é de valor imensurável, pois além de ensinamentos, levo algo mais importante para minha formação, os valores, valores de um ser humano que se doa, que ensina por amor, que se dedica, se entrega, é honesta, e acima

de tudo tem caráter, esse ser humano é você Professora. Sei que às vezes falta reconhecimento por tamanho amor e doação, não que você o queira, pois sei que o que faz, é feito por caráter e responsabilidade. Tenho e sempre terei o maior orgulho, em afirmar, esteja onde estiver, que fui seu orientado, seu amigo, e porque não dizer, de certa maneira, também seu filho, orgulho de falar que fui aluno da PROFESSORA SALETE. Meu compromisso assumido aqui é levar conceitos e valores adquiridos e sedimentados com a senhora para os futuros alunos que por ventura venha a orientar. Obrigado Professora, muito obrigado mesmo, por tudo, e por entender e valorizar o real significado da palavra PROFESSOR. Fica aqui registrado meu profundo carinho e admiração que tenho pela senhora, enraizado na forma de amizade.

À Suellen Nogueira Linares, ou simplesmente Su, meu bem sua serenidade, tolerância, carinho, companheirismo e amor, me deram força para que não desanimasse e desistisse quando as coisas não saiam da maneira e no momento que queria. Nos momentos de ausência, você foi acima de tudo paciente, e sempre minha incentivadora. Só tenho a te agradecer, mostrando a você que todo

esse período de correria, de renúncia valeu a pena, não deixando de te dizer aqui que te amo.

À minha tia Ivone Lima Santana, por ter me dado essencial incentivo no inicio dessa jornada, a primeira incentivadora para realização e concretização dos meus projetos.

À toda minha família residente em São Luís - MA, afinal de contas, vocês foram presentes, sempre me apoiando, me incentivando, fazendo parte dessa realização também, em especial Vovó Teresa, Vovô Abrahão, Tio Reginaldo, Tia Telma, Tia Lourdes.....

Ao Prof. Dr. José Roberto Cury Saad, pela amizade, confiança, humildade, demonstrados para com a minha pessoa. Por se mostrar também, pessoa íntegra, determinada e séria. Sua postura como pessoa e profissional é digna de exemplo.

Ao Prof. Dr. Marcelo Ferrarezzi de Andrade, por ter sido uma das primeiras pessoas, a me recepcionar e acolher em Araraquara, de braços abertos, demonstrando, uma das maiores qualidades que o ser humano, pode possuir, a humildade.

Ao grandes amigos irmãos Adriano e Rinaldo: Adriano, sabemos mais do que ninguém que este momento vivenciado e comemorado, é fruto de doação e também de renúncias. Neste período, convivemos proximamente, muito mais do que com nossas famílias e entes queridos. Fomos amigos, irmãos, companheiros. A caminhada que foi cercada de dúvidas, nos levou a intensas e profundas conversas sobre o futuro. Bem, não sei quanto ao futuro, mas aprendi neste período de convivência que tive contigo, a sempre acreditar, buscar nossos sonhos trabalhando o hoje, o presente, e que assim, o futuro estará sendo formado de maneira sólida. Obrigado por tudo, pela amizade, e acima de tudo, companheirismo. Valeu bixãooo..... Rinaldinho.....sabemos também, que este momento é seu, afinal de contas, fomos amigos, companheiros em todas as fases vivenciadas na nossa segunda casa, Araraquara. Esteja onde estiver, perto ou longe, levarei sua determinação, sua luta, como exemplo a ser seguido. Muito obrigado Naldinho...

À Dona Cida, por ter sempre me tratado com extremo carinho, sendo sempre amiga, prestativa, e também mais uma mãe, ao longo desses quase sete anos.

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Odontologia de Araraquara – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", nas pessoas da Exma. Diretora, Prof[a]. Dr[a]. Rosemary Adriana Chierici Marcantonio e Exmo. Vice-Diretor, José Cláudio Martins Segalla, pela oportunidade de crescimento profissional.

A CAPES pela concessão da bolsa de estudos, que foi primordial para o suporte durante todo esse curso de Doutorado.

Ao Programa de Pós-Graduação em Dentística Restauradora da Faculdade de Odontologia de Araraquara, em nome do seu coordenador, Prof. Dr. Osmir Batista de Oliveira Junior.

Aos Professores da Disciplina de Dentística Restauradora, Maria Salete Machado Candido, Osmir Batista de Oliveira Junior, Marcelo Ferrarezzi de Andrade, Wellington Dinelli, José Roberto Cury Saad, Sizenando de Toledo Porto Neto.

Ao Prof. Dr. Luis Geraldo Vaz, pelo seu valioso auxilio durante a realização do ensaio de cisalhamento.

Ao amigo Milko, que como novo morador da república dos fundos, se mostrou companheiro, prestativo, solidário. Obrigado Professor, pois com você aprendi muito sobre a arte que é a Odontologia.

Aos amigos Mário Verzola, Pipo, Cláudio Sena, Piscula, Claudião, Murilo, Zeca, João Gustavo, Luciano, Fabiano, Ariele, Zé Mauricio, Vagner, Gustavinho, Norberto, Lucas, Guilherme, Maria Helena, Dona Isolda, Leia, que souberam fazer de minha estada em Araraquara, algo ainda mais agradável.

À Professora Elisa por ser prestativa, gentil e extremamente educada, ao me ceder o aparelho de luz halógena, utilizado na execução deste trabalho.

Ao Professor Romeu Magnani, pela realização do tratamento estatístico dos resultados.

À Mara, funcionária da seção de Pós-Graduação, seu carinho, alegria e humildade sempre me fizeram bem, seu sorriso ilumina o dia das pessoas, meu obrigado por me passar energia tão positiva que emana de você.

Aos funcionários da Dentística, Wanderlei, Creusa, Adriana, Cida Preta, Cida Branca Marinho, pela convivência sempre salutar.

Aos colegas de turma, Adriano, Carol de Deus, Hugo Alvim, Martin, Neto, Cristiane, Patrícia Aleixo, Adriana, pelos momentos vividos.

Aos demais colegas de Pós-Graduação em Dentística, Renato, Simone, Priscila, Ubiracy, Rafa, William, Milko, Benicia, Gislaine, Mateus, Juliana, João Paulo, Vitor Clavijo, Alvarenga.

Aos funcionários da Biblioteca, pela receptividade, amizade e disponibilidade.

Aos funcionários da Faculdade de Odontologia de Araraquara que, em algum momento, me auxiliaram a realizar este projeto.

À cidade de Araraquara, por ter me acolhido, e me proporcionado a oportunidade de realizar mais uma etapa da minha vida, sendo o meu lar querido por tanto tempo, você está marcada no meu coração.

A todos àqueles que colaboraram de uma forma ou de outra, para que esse trabalho pudesse ser concretizado.

SUMÁRIO

RESUMO.....15

ABSTRACT.....16

1 INTRODUÇÃO.....18

2 REVISÃO DA LITERATURA.....23

3 PROPOSIÇÃO.....80

4 MATERIAL E MÉTODO.....82

5 RESULTADO 97

6 DISCUSSÃO.....105

7 CONCLUSÃO.....119

8 REFERÊNCIAS.....121

9 ANEXO.....131

Lima DM. Estudo da resistência de união de sistemas adesivos: influência de diferentes substratos [Tese de Doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2007.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a resistência de união ao cisalhamento de sistemas adesivos de condicionamento ácido total e autocondicionantes em dentina humana hígida e afetada por cárie. Os sistemas adesivos com etapa prévia de condicionamento ácido da estrutura dental utilizados foram: Scotchbond Multi Purpose Plus e Single Bond, e os sistemas adesivos autocondicionantes: Clearfill SE Bond e Adper Prompt L-Pop. Foram utilizados 80 dentes humanos, sendo 40 hígidos e 40 cariados (n=10), cortados com disco de diamante, expondo a superfície de dentina, e a área de adesão padronizada, em 4 mm de diâmetro. Para os dentes cariados, após corte inicial, estes eram corados com solução evidenciadora de cárie, e o tecido corado removido, até se obter dentina com características de viabilidade. Nos Grupos controle, os sistemas adesivos eram aplicados em dentina hígida, e nos Grupos experimentais, aplicados em dentina afetada por cárie. Confeccionaram-se cilindros de resina composta Z-100, com auxílio de matriz bipartida, os corpos-de-prova obtidos, armazenados em água destilada a 37°C por 24 horas, e submetidos ao ensaio de cisalhamento, a uma velocidade de 0,5 mm/min. Os resultados foram submetidos à Análise de Variância, e ao teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. Observou-se influência do fator substrato para os valores de resistência de união, diminuídos significantemente quando sistemas adesivos de condicionamento ácido total eram aplicados em dentina afetada por cárie. O presente estudo indicou que a resistência de união ao cisalhamento é dependente do tipo de dentina e do tipo de sistema adesivo utilizado.

PALAVRAS-CHAVE: Adesivos Dentinários; resistência ao cisalhamento; dentina.

Lima DM. Study of shear bond strength on adhesive systems: influence of differents substratum [Tese de Doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2007.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the shear bond strength of total-etch and self-etch adhesives to caries-affected versus normal dentine. The adhesive systems with previous stage of conditioning acid of the dental structure used were: Scotchbond Multi Purpose Plus and Single Bond, and the self-etching adhesives: Clearfill SE Bond and Adper Prompt L-Pop. Eighty (80) human teeth were used, being forty (40) normal dentine and forty (40) caries-affected, cut with diamond disk, exposing the dentine surface, and the area of standardized adhesion, in 4 diameter mm. For the caries dentine, after initial cut, these were staining with caries detector solution, and the infected dentine removed, until if to obtain dentine with viability characteristics. In the Groups control, the adhesive systems were applied in normal dentine, and in the experimental Groups, applied in caries-affected dentine. Cylinders of Z100 resin composite were condensed into a bipartite mold on the dentine and light activate. The samples were stored in 37^{o}C water for 24 hours, then shear tested at a crosshead speed of 0,5 mm/min. The results were submitted to the ANOVA and to the Tukey test (p=0,05). Influence of the factor substratum was observed for the values the shear bond strength, significantly low when adhesive systems total-etch were applied in caries-affected dentine. The present study indicated that shear bond strength depended upon both the type of dentin and the adhesive system.

KEYWORDS: Dentin-bonding agents; shear strength; dentin.

1 INTRODUÇÃO

Um dos alicerces da Odontologia contemporânea é a possibilidade de adesão entre os materiais e tecidos dentários. A aplicação dos princípios de adesão viabiliza a utilização de materiais poliméricos em uma gama de situações clínicas que compreendem desde procedimentos preventivos, minimamente invasivos, até a recuperação de grandes destruições coronárias por técnicas diretas ou indiretas.

Entretanto, enquanto a adesão de materiais resinosos ao esmalte dentário é considerada predizível e segura, a adesão ao substrato dentinário ainda oferece desafios que comprometem sua efetividade [12,15,46]. Tais desafios são representados, principalmente, pelas características químicas, morfológicas e fisiológicas deste tecido, as quais são extremamente mais complexas do que as do esmalte.

Enquanto o esmalte é constituído quase que exclusivamente por conteúdo mineral, representando 96% em volume, e apenas 4% de água e traços protéicos, a dentina apresenta-se como um tecido mineralizado, tubular, composto em volume, de aproximadamente 50% de hidroxiapatita, 20% de água e 30% de matriz orgânica, principalmente, o colágeno [35].

A dentina é permeada por milhares de túbulos que a percorrem em sua total extensão (da superfície da câmara coronária até a junção amelo-dentinária). Entre outros componentes, como os prolongamentos

odontoblásticos, esses túbulos são preenchidos por fluido, o que confere a este tecido uma umidade intrínseca natural.

Além das características inerentes ao tecido dentinário, e embora a maioria dos testes de adesão seja realizada em dentina hígida, a condição clínica mais relevante desse substrato é a superfície resultante após a remoção da lesão de cárie [30,39,67].

Em relação à evolução dos sistemas adesivos, atualmente encontramos no mercado odontológico sistemas adesivos do tipo “self-etching” ou “autocondicionantes” e sistemas adesivos do tipo “all-etching” ou “condicionamento total”, que podem ser divididos em dois grupos distintos, ou seja, aqueles onde encontramos o “primer” e o adesivo em apresentações separadas, ou o “primer” e adesivo em um único frasco, sendo a maior diferença entre eles no tipo de solvente presente, podendo ser acetona, etanol ou água.

A utilização de testes mecânicos para mensurar a capacidade de resistência de união dos sistemas adesivos ao substrato dentinário se torna pertinente para avaliar se estes suportam as cargas a que são submetidos, entretanto, ainda não há consenso sobre que tipo de teste utilizar, e qual seria o teste de maior validade para mensurar, de maneira mais efetiva e uniforme, a adesão à dentina.

Em relação ao desenvolvimento da doença cárie, há de se destacar que, duas camadas distintas na lesão de dentina podem ser identificadas, diferenciadas macroscopicamente por suas características

de resistência ao corte e coloração [20,22]. Micro - estruturalmente, a camada mais superficial apresenta extensa desmineralização[1,72], fibrilas de colágeno desnaturadas[27] e ausência de prolongamentos odontoblásticos viáveis, sendo, conseqüentemente, não passível de remineralização (dentina infectada)[20,32]. A segunda camada, imediatamente abaixo, caracteriza-se por desmineralização moderada, fibrilas de colágeno sadias e presença de prolongamentos odontoblásticos viáveis, sendo biologicamente recuperável. A esta camada atribuiu-se a denominação de dentina afetada por cárie [5].

Devido à repetição de fenômenos químicos e fisiológicos que ocorrem durante a evolução do processo carioso, a zona intertubular da dentina afetada por cárie apresenta menor conteúdo mineral [39,67,73,42,55]. Cristais resistentes à dissolução ácida, resultantes da recristalização da apatita dissolvida como os de fosfato tricálcico, são depositados no interior dos túbulos dentinários, reduzindo, por obliteração, a permeabilidade dentinária. Entretanto, esta obliteração limita a penetração de monômeros resinosos e a formação dos *tags* de resina [70], os quais, conjuntamente com a infiltração da rede de fibrilas de colágeno exposta pela ação de componentes ácidos[35] constituem as principais e mais efetivas formas de adesão das resinas à dentina[64].

Todas as alterações observadas para a dentina afetada por cárie influenciam, de forma significante, o desempenho de materiais adesivos sobre ela aplicados[37-39,69]. A adesão a este substrato tem sido

demonstrada ser inferior à adesão obtida com os mesmos sistemas adesivos à dentina sadia [2,30,37-39,71].

Assim, observa-se que muitos fatores podem alterar positiva ou negativamente a adesão de materiais protetores e/ou restauradores adesivos, dentre eles tem-se o substrato dentinário, motivo de interesse em nosso estudo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Com o objetivo de tornar a leitura do capítulo mais didática e prática, este será dividido em tópicos conforme os assuntos abordados.

TESTES DE RESISTÊNCIA DE UNIÃO

Buscando obter adesão entre a resina acrílica e o esmalte, Buonocore em 1955, submeteu a superfície do esmalte à ação de duas substâncias: ácido fosfomobdato oxálico a 50% e ácido fosfórico a 85%, os quais promoveriam uma alteração física e química nessa superfície, favorecendo a união dos agentes resinosos. O tratamento com ácido fosfórico, além de ter dado os melhores resultados, foi mais simples de usar, promovendo aumento na área de superfície, permitindo um contato mais íntimo entre a resina e o esmalte, aumentando a adesão.

Nakabayachi et al.[36], em 1982, realizaram um estudo verificando a efetividade da solução 4-Meta na adesão de um cilindro de acrílico ao esmalte e à dentina (bovina e humana) condicionados com a solução formada pela mistura de ácido cítrico a 10% e cloreto férrico a 3%. Observaram que monômeros resinosos com grupamentos hidrofóbicos e hidrofílicos, como o 4-Meta, infiltravam-se por entre as fibras colágenas expostas pelo tratamento ácido e, após sua polimerização, constituía-se uma zona mista, ácido resistente, de dentina desmineralizada permeada por resina, denominada de camada híbrida, a qual promovia aumento na resistência de união da resina composta à dentina.

Retief[48], em 1991, em uma revisão de literatura sobre as diversas metodologias utilizadas para a avaliação laboratorial da adesão entre materiais adesivos e a estrutura dental, salientou ser muito importante a realização de testes laboratoriais, em razão de se observar rapidamente o desempenho dos materiais, e de poder servir como projeção para o sucesso clínico. Em relação aos testes de resistência de união, acredita que o teste de resistência de união ao cisalhamento é o mais próximo da realidade quando comparado com o teste de tração.

Sano et al.[52] em 1994, estudaram a resistência à tração e módulo de elasticidade da dentina humana e bovina, mineralizadas ou não. Para tal, utilizaram terceiros molares humanos irrompidos, os quais foram extraídos e seccionados perpendicularmente ao seu longo eixo para a obtenção de discos de dentina coronal média com aproximadamente 0,5 mm de espessura, onde a partir daí, prepararam-se dois tipos de espécimes: 1- a região central da dentina foi contornada em uma curva suave usando uma ponta diamantada fina; 2- as paredes de dentina opostas foram desgastadas manualmente com lixas de granulação 600, 800 e 1000 após terem sido contornadas com ponta diamantada ultrafina, ficando paralelas entre si. Os espécimes do primeiro tipo foram usados no teste de tração e os do segundo tipo, na medida do módulo de elasticidade. Utilizaram também incisivos bovinos que também foram seccionados paralelamente ao seu longo eixo em porções de 0,5 mm de espessura cada. As secções foram obtidas do meio da dentina em termos

de profundidade, mas incluíram tanto dentina coronal quanto radicular. A seguir fez-se o preparo dos espécimes para o estudo da tração e do módulo de elasticidade, seguindo o mesmo protocolo que foi utilizado para dentina humana. Quando a deformação e as tensões foram medidas, a porção mediana dos espécimes apresentou sempre 0,5 mm de espessura e paredes paralelas. Espécimes desmineralizados foram criados colocando-se as amostras de dentina em banho de EDTA 0,5M (ph 7,4) por 4 a 5 dias. O teste mecânico das amostras desmineralizadas foi desenvolvido da mesma maneira que para os demais. Os resultados encontrados mostraram que a dentina coronária humana mineralizada apresentou valores de resistência à tração de 104 MPa e dentina bovina de 91 MPa para a porção coronária e 129 MPa para a radicular. O módulo de elasticidade da dentina humana e bovina mineralizadas variaram de 13 a 15 GPa. Quando os espécimes dentinários foram desmineralizados, a resistência à tração caiu para 26 MPa (dentina bovina) e 32 MPa(dentina humana) e o módulo de elasticidade para aproximadamente 0,25 GPa em ambas, dependendo dos espécimes, resultados estes que indicaram que o colágeno contribui com cerca de 30% da resistência à tração da dentina mineralizada, bem mais do que esperavam.

Chain et al.[11] em 1999, realizaram um estudo com os objetivos de determinar a resistência de união ao cisalhamento de um sistema adesivo até então de última geração, o Single Bond (3M), à dentina e ao esmalte úmidos e secos e analisar o padrão de fratura dos espécimes testados,

além da formação da camada híbrida através de microscopia eletrônica de varredura. Para tal teste, utilizaram 40 primeiros e segundos molares permanentes humanos superiores e inferiores que estavam armazenados em soro fisiológico por no máximo três meses após sua extração. Os dentes forma divididos em quatro Grupos: dois de esmalte e dois de dentina, sendo o substrato dividido tanto para esmalte quanto para dentina, em seco e úmido. Após a confecção dos corpos-de-prova, imediatamente antes da realização do teste, as superfícies oclusais dos espécimes foram desgastadas sob refrigeração com uma lixa de granulação 180, seguida de outra de granulação 600, em uma máquina polidora, a fim de expor a dentina superficial adjacente no grupo dentina. Feito isto, procedeu-se a confecção dos espécimes com resina composta, os quais foram armazenados em água a 37º C durante 24 horas e submetidos a ensaios de cisalhamento em uma máquina Instrom modelo 1011 com uma velocidade de 0,5 mm/min. Os espécimes fraturados foram observados em microscopia eletrônica de varredura. Os resultados demonstraram que no Grupo I, que tinha como substrato o esmalte úmido, o valor foi de 22,13 Mpa, no Grupo II (esmalte seco) o valor foi de 22,05 Mpa, no Grupo III (dentina úmida), de 19,69 Mpa, e no Grupo IV (dentina seca), valores médios de 11,07 Mpa. Ao submeterem estes dados à análise estatística, observaram diferença significativa apenas para o Grupo IV (dentina seca). Perante os resultados, concluíram que a força de união à dentina úmida do adesivo Single Bond (3M) é

significativamente maior do que à superfície dentinária seca e quanto aos tipos de fratura analisados em MEV, os espécimes que mantiveram dentina úmida tiveram em sua maioria, fratura coesivas em dentina.

Procurando avaliar os testes de resistência quando realizado por diferentes operadores, Miyazaky et al.[34] em 2000, realizaram um estudo com dois diferentes sistemas adesivos, Fluoro Bond/Lite-Fil II A (FB), autocondicionante e um monocomponente, o Single Bond (SB). Três grupos foram utilizados com 15 diferentes operadores. Grupo I: cirurgiões-dentistas do Departamento de Operatória Dental da Universidade de Nihon, Tókio, Japão; Grupo II: cirurgiões-dentistas participantes do curso de educação contínua da mesma Universidade e Grupo III: com estudantes universitários da Universidade de Nihon, Tókio, Japão. Cada um executou cinco repetições com dentes bovinos que tiveram sua superfície vestibular desgastada e polida com lixa d`água de granulação 600. As superfícies foram então tratadas seguindo as orientações dos fabricantes para os sistemas adesivos pré-determinados para o estudo. A resina composta foi então inserida pelo orifício de uma matriz de teflon com um diâmetro de 4 mm e fotopolimerizada pelo tempo recomendado pelo fabricante. Os espécimes foram armazenados em água destilada por 1 hora, a temperatura de 37°C antes da realização dos testes em máquina de ensaio universal Instron a velocidade do atuador de 1 mm/min. Os resultados mostraram diferenças significantes para os dois sistemas testados pelos diferentes grupos de operadores. As médias

obtidas para cada grupo foram: Grupo I: 4,9 à 22,4 MPa para SB e 7,8 à 21,7 MPa para FB; Grupo II: 0,5 à 10,5 MPa para SB e 1,1 à 18 MPa para FB; e Grupo III: 3,5 à 10,9 MPa para SB e 5,0 à 15,2 MPa para FB. Destacaram que para estudos "in vitro" com diferentes operadores é muito difícil criar ótimas condições de superfície para adesão. O estudo sugere ainda que as diferenças técnicas e a sensibilidade no uso dos sistemas adesivos, é um dos maiores problemas clínicos para se conseguir uma padronização das técnicas adesivas.

Frankenberger et al.[18] em 2000, estudaram o efeito de diferentes sistemas adesivos simulando aplicações fora das recomendações dos fabricantes. O estudo avaliou a resistência à microtração e a adaptação marginal de três diferentes sistemas adesivos: Syntac Classic (SY), *self-etching*; Scotchbond Multi-Purpose Plus (SB) e Prime & Bond 2.1 (PB), adesivo monocomponente. Para as simulações utilizaram as seguintes condições: 1) prolongado tempo de condicionamento (60 seg.); 2) excessivo tempo de secagem após o condicionamento (60 seg.); 3) secagem do primer imediatamente após a sua aplicação (60 seg.); e 4) excessiva secagem do primer. Utilizaram um Grupo controle seguindo as recomendações de manipulação do fabricante. Os resultados mostraram que as diferentes aplicações simulando erros resultaram em baixos valores de resistência e maior desadaptação marginal para todos os Grupos testados, concluindo que a excessiva secagem após o condicionamento ácido, exibiu menores efeitos para o sistema *self-etching*

testado, do que para os produtos que requerem condicionamento ácido total.

Toledano et al.[62], em 2001, avaliaram a resistência adesiva ao cisalhamento da resina composta à dentina usando três diferentes sistemas adesivos: Scotchbond Multi-Uso plus; Clearfil SE Bond e Etch & Prime 3.0. Utilizaram para o ensaio de cisalhamento, 60 molares humanos (n=20) livres de cárie armazenados em solução de cloramina 0,5%. Para o mesmo teste em esmalte, usaram 30 incisivos bovinos (n=10). Após armazenagem em água a 37ºC por 24h, todos os espécimes foram termociclados alternando banhos de 6ºC e 60ºC, para posterior realização do teste de cisalhamento a uma velocidade de 0,75 mm/min. Observaram que em esmalte, o menor resultado foi verificado com o Etch & Prime 3.0 (11,4 Mpa), mas sem, no entanto apresentar diferença significativa para o Scotchbond Multi-Uso Plus (14,8 Mpa). Em dentina, os maiores resultados foram obtidos com o Clerafil SE Bond (15,4 Mpa – dentina superficial e 17,9 Mpa – dentina profunda) com diferença estatisticamente significante para os demais. Entre o Etch & Prime 3.0 e o Scotchbond Multi-Uso Plus não houve diferença significativa em dentina. Afirmam que o uso de *primers self-etching* pode ser uma alternativa ao tratamento convencional com ácido fosfórico, tanto para esmalte quanto para dentina em procedimentos restauradores adesivos.

O questionamento sobre o que diferentes velocidades de atuadores em testes de resistência de união ao cisalhamento e a sua influência

sobre o padrão de fratura em dentina levou Hara et al.[24], em 2001 a realizar um estudo para sanar essa hipótese. Para tanto, se valeram de 120 dentes bovinos (n=30), os quais foram estocados em solução de formalina a 10% por 3 semanas até a realização do teste. Os dentes foram incluídos em tubo PVC e preenchidos com resina de poliestireno autopolimerizável, para desgaste da superfície vestibular e exposição de dentina com lixas de granulação 320, 400 e 600, sob intensa refrigeração, onde estas foram demarcadas com um papel adesivo de 3 mm de diâmetro, para realização do condicionamento com ácido fosfórico a 35%. A superfície atacada foi lavada por 15 segundos, e a dentina gentilmente seca com jato de ar por 5 segundos, para aplicação de duas gotas do adesivo Single Bond. Posteriormente a essa etapa, foi realizada a inserção da resina composta Z-100, em uma matriz de teflon. Os espécimes foram distribuídos aleatoriamente em quatro Grupos: Grupo 1: 0,5 mm/min.; Grupo 2: 0,75 mm/min.; Grupo 3: 1 mm/min.; e Grupo 4: 5 mm/min. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância ao nível de 5%, onde observou-se diferenças significantes para os Grupos 1e 2 em relação aos Grupos 3 e 4, sem no entanto diferenças entre os Grupos 1e 2, e entre os Grupos 3 e 4. As médias para cada grupo foi de: Grupo 1: 11,78Mpa, Grupo 2: 11,82Mpa, Grupo 3:16,32Mpa e Grupo 4:15,46Mpa. Segundo os autores, as diferenças apresentadas entre os grupos, tanto para as médias de resistência quanto para o padrão de fratura, indicam que a padronização dos testes de cisalhamento é de

grande importância, e esforços deveriam ser feitos para tentar realizá-lo. Concluem que para o teste de resistência de união ao cisalhamento, a variação da velocidade do atuador pode influenciar os valores do teste de cisalhamento e o padrão de fratura, onde com menores velocidades (0,5 mm/min. e 0,75 mm/min.), as falhas adesivas foram predominantes. Estas velocidades são preferíveis nos testes de resistência de união ao cisalhamento.

Com o objetivo de realizar uma revisão da literatura sobre os testes mecânicos disponíveis para a avaliação laboratorial da união dentina/resina, Garcia et al.[23], em 2002 realizaram um trabalho. Destacaram que, os testes de tração, de microtração, de cisalhamento, de micro-cisalhamento, nanoedentação, tenacidade de fratura e o estudo de fractografia, são os mais utilizados para avaliar o desempenho laboratorial da interface adesiva. Sobre o teste de cisalhamento, relatam que espécimes com diâmetro de 3 a 4 mm do cilindro de resina composta são necessários, e que embora, sujeito a críticas, é o teste mais frequentemente empregado por diversos pesquisadores para a avaliação da resistência de união de materiais à estrutura dentária. Comentam ainda, que os métodos de avaliação de resistência de união, seja qual for o utilizado, são apenas um dos elementos que determinam os resultados observados, sendo na verdade, o melhor método, aquele que atenda aos requisitos dos objetivos do trabalho e, que seja conduzido com uma correta avaliação e interpretação dos resultados do teste selecionado.

Nakaoki et al.[40], em 2002, promoveram uma pesquisa, com o intuito de investigar os efeitos das condições de secagem e umidade na dentina condicionada com ácido fosfórico a 35% na adesão da resina composta e determinar a condição de umidade ótima para esta situação, utilizando um sistema adesivo de frasco único à base de etanol (Single Bond). Utilizaram 10 dentes bovinos por Grupo, sendo um total de quatro Grupos: Grupo 1 – excesso de umidade na dentina condicionada; Grupo 2 – excesso de água foi removido com papel absorvente, mantendo ainda a dentina úmida; Grupo 3 – a dentina condicionada foi seca com jato de ar por um segundo usando a seringa tríplice, em uma distância de aproximadamente 2,5 cm da superfície; Grupo 4 – a superfície de dentina condicionada foi seca com jato de ar por 30 segundos, usando seringa tríplice a uma distância de 2,5 cm da superfície. Sobre essas condições, o Single Bond foi aplicado duas vezes, ligeiramente seco com jato de ar e fotopolimerizado por 10 segundos. Confeccionaram-se então com a resina composta Clearfil AP-X, na cor A3, os espécimes. Estes foram então, imersos em água destilada, por 24 horas, e submetidos ao ensaio de tração, a uma velocidade de 2 mm/min. Os resultados mostraram que, o Grupo 1, o qual teve uma condição de excesso de umidade, a média de resistência de união foi de 5,2 Mpa, que não foi estatisticamente diferente da média do Grupo 4 (4,4 Mpa), o qual teve excesso de secagem, sendo que 70% dos espécimes exibiram falha adesiva. Contudo, essas médias foram estatisticamente inferiores aos do Grupo 2 (12,6 Mpa), que teve a

secagem com papel absorvente, mantendo a dentina levemente úmida, e Grupo 3 (11,9 Mpa), que teve a dentina seca, por apenas 1 segundo, as quais, não foram estatisticamente diferentes entre si, apresentando apenas 20% de falhas adesivas.

Rocha et al.[49] em 2003 avaliaram a resistência de união ao cisalhamento de três sistemas adesivos, um sistema autocondidcionante, o Clearfil SE Bond (Grupo I), e dois convencionais, o Opitbond Solo Plus e o Prime & Bond NT (Grupo II e Grupo III), os quais formaram os três Grupos de trabalho desse estudo, onde cada Grupo tinha 10 espécimes. O substrato utilizado para o trabalho foi a dentina bovina, cuja superfície vestibular foi desgastada com lixa de granulação 80 até exposição da superfície dentinária, que depois foi regularizada com lixas seqüenciais de granulação, 240, 400, e 600 durante 20 segundos cada, com o objetivo de criar *smear layer* uniforme. Os espécimes do Grupo II e III foram condicionados com ácido fosfórico por 15 segundos, lavados, secados com um leve jato de ar e receberam a aplicação dos sistemas adesivos respectivos. No Grupo III, foi aplicado o sistema adesivo autocondicionante de acordo coma s instruções do fabricante. Uma matriz de teflon foi adaptada aos espécimes para a inserção da resina composta Z-100(3M Brasil) em três camadas de incrementos, onde cada camada foi polimerizada por 40 segundos, formando cilindros de resina composta com 3 mm de diâmetro e de altura. A seguir os espécimes foram submetidos a termociclagem, em 300 ciclos entre 5ºC e 55ºC. Os

espécimes foram submetidos ao teste de cisalhamento, cuja extremidade da ponta apresentava uma espessura de 0,5 mm, a qual era aplicada na base do cilíndro de resina composta, paralela à superfície dentinária, com uma velocidade do atuador de 0,5 mm/min. Os dados foram obtidos em Kgf e transformados em MPa,e submetidos ao teste estatístico. A média de resistência de união ao cisalhamento para o Optibond Solo Plus foi de 21,2MPa, do Prime & Bond NT, de 14,37 e do Clearfil SE Bond de 11,0MPa, que de acordo com o teste estatístico de Anova, apresentou diferença estatisticamente significante, o que os levou a concluir que: com base nas condições experimentais utilizadas no estudo, o sistema adesivo autocondicionante apresentou o menor desempenho quando comparado com os sistemas adesivos convencionais, e que estes quando comparados entre si, mostrou que o Optibond Solo Pluus apresentou uma média de resistência mecânica bem superior à do Prime & Bond NT.

Titley et al.[61], em 2003, realizaram um estudo que teve a finalidade de examinar os efeitos da termociclagem e da integridade da adesão ao longo do tempo, por diferentes tempos de armazenagem na resistência de união ao cisalhamento da resina composta à dentina bovina. Foram utilizados cinco sistemas adesivos convencionais, sendo dois multi-passos (Scotchbond Multi Uso Plus e All Bond 2) e três frasco único (Single Bond, Prime & Bond 2.1 e One Step). Após os tratamentos de superfície com os sistemas adesivos, foram confeccionados cilindros de resina composta Z-100. Os Grupos foram divididos da seguinte maneira:

1 – armazenado em água destilada por 7 dias e submetido ao teste de cisalhamento, servindo como Grupo controle; 2 – termociclado por 500 ciclos após 24 horas de armazenagem, armazenado adicionalmente por mais 6 dias e submetidos as teste após 7 dias; 3 – termociclado após 6,5 dias e submetido ao teste após um total de 7 dias; 4 – armazenado em água por 24 horas e então submetido ao ensaio de cisalhamento; 5 – armazenado em água por 270 dias e submetido ao ensaio de cisalhamento. Com exceção do One Step, que teve sua resistência de união aumentada após a termociclagem de 24 horas, entretanto semelhante à termociclagem de 6,5 dias, observaram que para os sistemas adesivos de frasco único (Prime & Bond 2.1 e Single Bond), a termociclagem não afetou os valores de resistência de união, quando comparados com o Grupo controle (sem termociclagem). Em relação ao tempo de armazenagem, verificaram que todos os sistemas adesivos demonstraram uma diminuição nos valores de resistência de união ao cisalhamento após 270 dias em água à 37°C, quando comparados com o Grupo controle de 24 horas, sendo que para os sistemas Scotchbond Multi Uso Plus e All Bond 2, essa diminuição não foi significativa.

Afirmam ainda, que é muito improvável que nenhum dos parâmetros para termociclagem selecionados para estudos em laboratório, representam verdadeiramente as condições que prevalecem na cavidade oral, não tendo a termociclagerm significativa relevância em relação à performance de sistemas adesivos ao longo do tempo no meio oral.

Avaliar a influência da ciclagem mecânica e da termociclagem na microinfiltração marginal de restaurações do tipo *slot proximal*, assim como, os seus efeitos nos valores de resistência de união ao cisalhamento em dentina, foi a finalidade do trabalho proposto por Bedran de Castro et al.[4], em 2004. Para a avaliação da microinfiltração marginal, 120 incisivos bovinos foram utilizados, cavidades do tipo *slot* foram confeccionadas na face mesial dos dentes, com as seguintes dimensões: 3 mm de largura, 5 mm de altura (sendo 1 mm em direção à junção cemento-esmalte), e 1,5 mm de profundidade. As cavidades foram restauradas com o sistema adesivo Single Bond e uma resina composta microhíbrida, a Z-250. Após a confecção dos espécimes, estes foram armazenados em água destilada a 37°C por 24 horas, para em seguida, receberem o acabamento e polimento, sendo então divididos, em 4 Grupos: Grupo 1 – controle (ausência de termociclagem e ciclagem mecânica); Grupo 2 – termociclagem (2.000 ciclos – 5°~ 55°C); Grupo 3 – ciclagem mecânica (50.000 ciclos – 80 N) e Grupo 4 – termociclagem e ciclagem mecânica, com os mesmos parâmetros descritos anteriormente, respectivamente. Após a realização dos procedimentos, estes dentes, foram imersos em solução de azul de metileno a 2 % por 4 horas e enxaguados por 10 minutos. Para o ensaio de cisalhamento, foram utilizados mais 80 incisivos bovinos, que tiveram suas superfícies vestibulares desgastadas, até exposição da dentina, de tal forma que a área adesiva preconizada, foi de 3 mm de diâmetro. Para confecção dos

espécimes, utilizou-se uma matriz bipartida com 3 mm de altura e 3 mm de diâmetro, sendo usados o mesmo sistema adesivo e resina composta, do teste anterior. O ensaio foi realizado a uma velocidade do atuador de 0,5 mm/min. Nenhuma diferença estatística foi encontrada entre os Grupos no teste de microinfiltração marginal, onde os procedimentos de termociclagem e ciclagem mecânica, não tiveram nenhum efeito significante na microinfiltração, quando os mesmos eram comparados ao Grupo controle. Os mesmos resultados foram obtidos com o ensaio de cisalhamento, ou seja, a termociclagem e a ciclagem mecânica, não interferiram nos valores de resistência de união ao cisalhamento, sendo que 95 % das falhas foram adesivas, não ocorrendo a presença de falhas coesivas. Afirmaram ainda, que mesmo quando associados os procedimentos de termociclagem e ciclagem mecânica, estes não afetaram os índices de microinfiltração e os valores de resistência de união ao cisalhamento.

CARACTERIZAÇÃO DA DENTINA APÓS DIFERENTES MÉTODOS DE REMOÇÃO DE CÁRIE

O estudo aprofundado das características da lesão de cárie, e do seu processo de formação, o avanço dos métodos de prevenção e o surgimento e evolução dos materiais restauradores adesivos, direcionaram os princípios cavitários anteriormente descritos e propostos por Black em 1893, para um conceito mais conservador.

Dentre as pesquisas mais importantes deste período, destaca-se o estudo de Sarnat, Massler[53] (1965), no qual foram observadas as características das lesões de cárie aguda e crônica. Neste trabalho, verificaram a presença de bactérias em uma porção mais superficial da lesão, que recebeu a denominação de dentina infectada. Estas bactérias foram raramente observadas na porção mais profunda destas mesmas lesões. A desmineralização presente nesta camada, denominada dentina afetada, é causada por ácidos produzidos pelas bactérias presentes na porção superficial.

Posteriormente, Ohgushi, Fusayama[43] (1975) observaram estas duas camadas por microscopia eletrônica de varredura e observaram que a dentina intertubular da porção infectada era mais desmineralizada e continha cristais granulares em forma de folha distribuídos irregularmente. Destacou-se a presença de fibras colágenas desorganizadas e em pequena quantidade, ausência de processo odontoblástico e dentina peritubular. Os túbulos dentinários encontram-se preenchidos com

bactérias ou cristais. Já a dentina afetada apresentou-se parcialmente desmineralizada, mas com os cristais de apatita ligados às fibras colágenas com características similares às da dentina sadia. A dentina peritubular encontrou-se parcialmente desmineralizada e os processos odontoblásticos permaneceram como na dentina sadia.

Na tentativa de facilitar a identificação clínica destas camadas de dentina, Fusayama, Terashima[21] (1972) propuseram a utilização de corantes. A solução de fucsina básica a 0,5% em propilenoglicol foi a que apresentou maior especificidade pelo tecido infectado. Segundo estes autores, a ação do corante ocorre na presença de substância orgânica já deteriorada pelos ácidos e enzimas. Entretanto, em função do seu potencial carcinogênico, foi substituído pelo vermelho ácido 52 a 1% em propilenoglicol (Fusayama[20], 1979) ou rodamina B ácida.

A dentina cariada consiste de duas camadas. A primeira ou camada externa é altamente desmineralizada, infectada e necrótica, contendo fibrilas colágenas degeneradas. A segunda, ou camada profunda é localizada adjacente à dentina sadia, menos desmineralizada, não infectada e contém fibrilas colágenas fisiologicamente recuperáveis, além de prolongamentos odontoblásticos vivos. Na escavação da dentina cariada, a primeira camada é removida e a segunda é retida. A primeira camada pode ser clinicamente diferenciada da segunda pela evidenciação com um corante à base de fucsina em solução de propilenoglicol, por exemplo. (Sato, Fusayama [54], 1976)

Yip et al.[66] (1995), avaliaram o grau de mineralização da dentina remanescente após a remoção de cárie pelos métodos químico-mecânicos NMAB ou NMAB com uréia, através de microrradiografia e pelo método EPMA. Soluções NMAB, NMAB com uréia e salina a 0,9% foram aplicadas em dentes decíduos e permanentes com cárie coronária até a completa remoção do tecido cariado, os quais foram secos ao ponto crítico e cobertos com ouro para observação em MEV e EPMA. Os resultados evidenciaram níveis de cálcio e fósforo menores nos dentes decíduos em relação aos permanentes, e áreas com baixa densidade mineral foram encontradas próximas à polpa. Em lesões controle, ou seja, sem remoção de dentina cariada, os níveis minerais foram mais baixos na superfície que na dentina sadia adjacente à lesão, e o limite entre as duas camadas da dentina cariada apresentou-se irregular. Os níveis de Ca e P na superfície da cavidade após o uso dos métodos químico-mecânicos variaram apenas marginalmente, independentemente do agente químico utilizado. A proporção Ca:P encontrada foi de 2:1, cujo valor é próximo ao da dentina hígida, indicando que a superfície deixada após remoção químico-mecânica situa-se em dentina sadia. A comparação dos níveis de Ca-P normalmente encontrados em dentina com aqueles da dentina remanescente após a remoção químico-mecânica de cárie por meio do NMAB ou do NMAB - uréia indica que pouco, se algum, tecido desmineralizado permanece ao término do tratamento, e que a dentina remanescente é tão apropriada quimicamente quanto à sadia. Concluiu-

se que a superfície de dentina remanescente após o preparo químico-mecânico de remoção de cárie é mineralizada e apropriada para ser restaurada.

Banerjee et al.[3] (2000) investigaram as diferenças na morfologia da superfície de dentina em MEV, usando diferentes técnicas de escavação de dentina cariada. Cinqüenta molares cariados foram distribuídos em cinco grupos de acordo com a técnica de remoção de tecido cariado: escavação manual com cureta de dentina, broca esférica em baixa rotação, remoção química pela ação do CarisolvTM, abrasão sônica e abrasão a ar. Todos os métodos consideravam o final do preparo ao equivalente clínico de dureza da dentina, detectado pelo uso de uma sonda sobre a superfície. Foram observadas diferenças nas texturas das superfícies obtidas com as cinco técnicas. A superfície de dentina após a escavação manual foi descrita como tendo efeito de raspagem ou esfregaço, sendo observada a presença de *smear layer* e rugosidade na superfície e também, túbulos dentinários com diferentes graus de obstrução. A superfície criada pela broca era rugosa com partículas irregulares espalhadas, além de *smear layer* bem definida e obstrução da entrada dos túbulos dentinários. O uso do Carisolv propiciou uma aparência flocosa da superfície de dentina, com túbulos abertos e ausência de *smear layer*. Presença de *smear layer* foi observada com a utilização da abrasão sônica e presença de partículas de óxido de alumínio obstruindo os túbulos na abrasão a ar. Foi concluído que estes

preparos produzem superfícies características e diferentes, as quais devem ser consideradas durante a adesão do material restaurador.

Em 2002, Sakoolnamarka et al.[51] avaliaram a morfologia da superfície de dentina afetada por cárie, após ação mecânico-rotatória (broca) ou químico-mecânica (CarisolvTM) e então condicionada com agentes desmineralizantes (ácido fosfórico e ácido poliacrílico). Doze molares humanos cariados tiveram sua superfície oclusal seccionada com disco diamantado e seis tiveram a lesão de cárie removida com broca esférica em baixa velocidade, após a aplicação do evidenciador de cárie (Caries Detector). A lesão de cárie dos demais dentes foi removida usando-se Carisolv. Em seguida, três dentes de cada grupo foram investigados sem tratamento ácido. Os dentes restantes foram planificados ao nível do assoalho cavitário deixado pela remoção da lesão para obtenção de uma superfície controle. Uma canaleta foi realizada em cada amostra, do lado oposto ao da superfície estudada para a obtenção de secção, conseguindo-se duas amostras de dentina sadia e duas de dentina afetada. Uma metade de cada foi tratada com ácido fosfórico à 35% por 15s e as restantes foram tratadas com solução de ácido poliacrílico à 20% e de cloreto de alumínio (Cavity Conditioner), durante 10s. Todas foram preparadas para observação em MEV. Encontrou-se presença de *smear layer* nos dentes preparados com broca, e nos quais utilizou-se o Carisolv, a dentina estava irregular, porosa e sem *smear layer.* Os espécimes fraturados do grupo tratado com broca exibiam

dentina peritubular intacta, similar à dentina peritubular do Carisolv, que apresentava mais porosidade. Após o tratamento com ácido fosfórico, houve exposição de túbulos dentinários e da rede de colágeno, e uma microporosidade intertubular pareceu mais óbvia que na dentina sadia, quando do uso da broca. A orientação das fibrilas colágenas pareceu irregular, em contraste com a encontrada na dentina sadia. Já a superfície encontrada após tratamento com ácido poliacrílico revelou túbulos dentinários parcialmente abertos, com *smear layer* remanescente, e depósito de resíduos minerais sobre as fibrilas. Nos dentes preparados com Carisolv, após o uso do ácido fosfórico, foram visualizados túbulos dentinários e rede de colágeno, como na dentina sadia, porém a rede colágena apresentou-se reticular e orientada ao acaso. Após o uso de ácido poliacrílico neste grupo, havia túbulos abertos e fibrilas definidas. Os resultados mostraram que a dentina hígida e a afetada por cárie revelam arranjos diferentes das fibrilas colágenas, e que há diferença na rede de fibrilas após o condicionamento ácido.

Em 2002, Yazici et al.[65] avaliaram o efeito de diferentes técnicas de remoção de cárie sobre a topografia de dentina humana, em MEV. Trinta e seis molares humanos com cárie em dentina foram divididos em seis grupos experimentais, de acordo com o método de remoção da dentina cariada: escavação manual com cureta de dentina, escavação com broca esférica em baixa velocidade, abrasão a ar, ablação com laser de Nd:YAG, uso do CarisolvTM e abrasão sônica. Todos os

procedimentos foram realizados pelo mesmo operador. Em seguida aos preparos, os dentes foram seccionados no centro da cavidade com disco diamantado e réplicas em resina epóxica foram obtidas, as quais foram cobertas com ouro e examinadas em MEV. Foram observadas ranhuras na superfície escavada com cureta, sem evidência da estrutura tubular da dentina, com presença de debris sobre a superfície sem formação de uma camada (*smear layer*) uniforme, formando apenas ilhas sobre a mesma. Já na superfície resultante após o uso da broca, houve formação de *smear layer* uniforme, cobrindo-a por completo, além de rugosidade sem túbulos dentinários visíveis. O preparo com abrasão a ar produziu uma superfície característica, com *smear layer* irregular e aparência de esponja, com partículas de óxido de alumínio remanescentes e debris obliterando os túbulos. A ablação produziu debris cobrindo a maioria dos túbulos abertos com uma textura rugosa e irregular. A superfície de dentina tratada com o Carisolv foi considerada mais lisa que a produzida mecanicamente, com observação de algumas estriações causadas pelo uso de instrumentos manuais do método. A *smear layer* era homogênea, lisa e prensada/comprimida pelo gel do Carisolv. Túbulos dentinários parcialmente obstruídos também foram observados, e alguns poucos túbulos abertos. Não houve evidência de *smear layer* na superfície criada pela abrasão sônica. Os resultados da MEV revelaram diferenças na textura e morfologia nas superfícies deixadas após escavação manual, broca, abrasão a ar, ablação, remoção químico-mecânica e abrasão

sônica. Apenas o método de abrasão - sônica removeu tecido cariado sem formar *smear layer*. Foi concluído que há diferença na morfologia e textura da superfície produzida pelos vários tipos de métodos de remoção de tecido cariado.

ADESÃO À DENTINA AFETADA POR CÁRIE

Harnirattisai et al.[25] (1992) observaram a interface entre a dentina cariada profunda e um adesivo, para descrição da estrutura da interface de união usando a técnica do condicionamento com íon argônio. Dez molares humanos com cárie oclusal receberam a aplicação de evidenciador de cárie (Caries Detector) e escavação das lesões usando broca esférica em baixa velocidade, até a dentina não ser mais corada. Houve condicionamento com ácido fosfórico a 37%, lavagem, secagem e aplicação do adesivo (Clearfil Photobond), seguido de restauração com resina composta de baixa viscosidade (Protect Liner). Todos os corpos de prova ficaram armazenados em formalina neutra durante 12h, foram enxaguados e seccionados com auxílio de disco diamantado no centro das cavidades, obtendo assim, duas metades restauradas. Estas foram inseridas em resina epóxica e polidas. Uma das metades foi submetida a condicionamento com íons de argônio e cobertas com ouro para observação em MEV. Os resultados evidenciaram variação no padrão de oclusão dos túbulos em um mesmo assoalho cavitário. Antes da aplicação do íon argônio, o adesivo penetrou nos túbulos vazios, porém, a extensão da profundidade não pode ser facilmente distinguida.

Porém, após a aplicação do íon argônio, a matriz tinha sido removida da resina e da camada híbrida, expondo estruturas colágenas da dentina intertubular, revelando extensão de aproximadamente 8 µm. Foram observados dois padrões de obstrução dos túbulos, sendo mais freqüente

a presença de uma estrutura semelhante a prismas compostos por depósitos cristalinos da dentina intertubular, menos solúvel quando comparada com a dentina peritubular após o condicionamento ácido. O outro tipo de obstrução, menos freqüente, era o depósito cristalino fino, de solubilidade similar a da dentina peritubular. Ambos eram facilmente dissolvidos pelo condicionamento ácido, e os tags de resina eram mais curtos que os encontrados nos túbulos abertos. Na dentina intertubular das paredes laterais da cavidade, onde os túbulos eram paralelos à superfície da cavidade, havia exposição reduzida de fibrilas colágenas, quando comparada com as do assoalho cavitário, característica esta encontrada em todos os espécimes, independente se os túbulos estavam abertos ou obstruídos. A variação da morfologia observada foi atribuída à natureza da progressão de cárie pela dentina.

Em 1995, Nakajima et al.[39] avaliaram a resistência de união de sistemas adesivos à dentina afetada por cárie, usando quarenta e sete molares humanos cariados e armazenados em azida sódica a 0,2%. A face oclusal foi desgastada com lixa até obtenção de uma superfície plana de dentina, ficando a dentina afetada por cárie circundada por dentina sadia. Aquela foi reconhecida através dos critérios visual e dureza com uma sonda exploradora e uso de um detector de cárie. Desta forma, todo tecido amolecido e corado foi removido. Foi aplicado um dos três sistemas adesivos: Scotchbond multi-purpose, All-Bond 2 e Clearfil Liner Bond II, de acordo com as instruções dos fabricantes, e foram

restaurados com resina composta Silux Plus, até a altura de 3 a 5 mm. Os espécimes ficaram armazenados em água a 37°C durante 24h e foram preparados em forma de ampulheta para o ensaio mecânico de microtração. Os resultados evidenciaram que a RU para os sistemas Clearfil Liner Bond II e All Bond 2 na dentina sadia foi aproximadamente duas vezes maior do que a RU na dentina afetada por cárie, enquanto para o sistema Scotchbond multi-purpose não houve diferença entre os dois substratos. Os resultados indicam que a resistência de união depende do sistema adesivo utilizado e do tipo de substrato onde será realizada a adesão.

Em 1996, Xie et al.[71] avaliaram a resistência de união à dentina sadia e à dentina cariada artificialmente. Vinte e dois terceiros molares humanos livres de cárie, armazenados em solução de timol tiveram seu esmalte vestibular e lingual removidos previamente à divisão em dois grupos. As superfícies foram cobertas com verniz protetor, deixando janelas, na face vestibular ou lingual, de 4 mm x 4 mm de dimensão, onde foram criadas as lesões artificiais de cárie com auxílio de gel de ácido lático durante três semanas. O lado oposto de cada dente serviu como controle. Assim, onze dentes foram condicionados com ácido fosfórico e onze não, antes da aplicação do agente adesivo Optibond e da construção de um cone invertido de resina composta Herculite. As amostras ficaram armazenadas em água a 37°C por 24h antes de serem submetidas ao teste de tração. Foi encontrada, pelo teste de ANOVA,

diferença significante entre os tipos de substrato (dentina sadia e cariada artificialmente), mas não entre os tipos de tratamento (com condicionamento ou não). A interação substrato-tratamento também não foi significante. A profundidade da lesão cariosa foi determinada em microscopia de luz polarizada e variou de 64 a 88 µm, lembrando o processo inicial natural de cárie. Foram vistas mais falhas adesivas na dentina cariada que na sadia, uma vez que a RU foi inferior quando o sistema adesivo foi aplicado ao substrato dentinário comprometido pelo processo de cárie.

Palma et al.[44] (1998) avaliaram a influência do corante evidenciador de cárie sobre a RU de sistemas adesivos à dentina artificialmente cariada. Sessenta molares humanos hígidos tiveram seu esmalte lingual e vestibular removido com disco diamantado, seguido de aplicação de verniz nestas superfícies, deixando janelas de 4 mm x 4 mm, previamente à imersão dos dentes em gel de ácido lático, durante 14 dias. Os dentes foram distribuídos em grupos, de acordo com o material restaurador (TPH Spectrum, Dyract, Advance), e de acordo com o corante utilizado, ou sejam: fucsina básica à 0,5%, Caries-D-Tect e Caries Finder. O adesivo Prime & Bond 2.0 foi usado em todos os grupos e o controle não utilizou os evidenciadores. Os corantes foram aplicados sobre a dentina cariada, previamente ao condicionamento ácido, aplicação do adesivo e confecção das restaurações em forma de cone invertido. As amostras ficaram armazenadas em água a 37°C por 24h e levadas ao ensaio mecânico de

tração. Os corantes não afetaram a RU quando comparados ao grupo controle. Quando os materiais foram comparados, TPH Spectrum e Dyract obtiveram RU similar, e maior que a RU do Advance. A RU obtida na dentina cariada foi menor que a encontrada em outros estudos sobre a dentina hígida. Foi concluído que a resistência de união à dentina cariada é muito baixa e que o uso dos corantes não influenciou a RU dos materiais testados.

Nakajima et al.[38] (1999) avaliaram a eficácia da resistência de união à dentina afetada por cárie usando três sistemas adesivos autocondicionantes. Foram utilizados 19 molares humanos cariados, seccionados perpendicularmente ao seu longo eixo, e a dentina afetada por cárie, no centro da superfície plana, estava circundada por dentina hígida, sendo reconhecida com método visual e auxílio de evidenciador de cárie (Caries Detector). Os dentes foram divididos em três grupos, de acordo com o sistema adesivo: Clearfil Liner Bond 2, Clearfil Liner Bond 2V e ART Bond, todos aplicados seguindo a recomendação dos fabricantes. Foi construída coroa de resina composta Clearfil AP-X antes da armazenagem em água durante 24h e construção de espécimes em forma de ampulheta para serem testados em ensaio de microtração. O modo de falha de cada um e a espessura da camada híbrida foram vistos em MEV. A redução da RU foi encontrada na dentina afetada por cárie quando tratada com adesivos Clearfil Liner Bond 2 e Clearfil Liner Bond 2V. O sistema ART Bond não apresentou diferença estatística na RU

entre os dois substratos, sadios, ou afetado por cárie. A espessura da camada híbrida encontrada na dentina afetada por cárie foi quase o dobro da encontrada na dentina sadia. Isto indica que a dentina intertubular da dentina afetada por cárie é mais permeável aos *primers* autocondicionantes que a da dentina hígida, presumivelmente porque essa dentina intertubular seja parcialmente desmineralizada e mais porosa. A *smear layer* também é mais porosa devido ao amolecimento da dentina cariada. Foi concluído que dois dos três sistemas autocondicionantes avaliados produziram RU mais baixa na dentina afetada por cárie que na dentina hígida. Os três sistemas produziram camadas híbridas delgadas na dentina sadia, enquanto na afetada por cárie, produziram camadas com o dobro de espessura.

No mesmo ano, Nakajima et al.[37] avaliaram a dureza Knoop e a RU do sistema adesivo Scotchbond Multi-Purpose à dentina sadia e afetada por cárie, aderido sob condições úmida ou seca, com modificação da composição do primer. Foram utilizados dois diferentes tipos de *primer*, ou sejam: um comercial contendo 47% de HEMA em água e 13% de ácido polialcenóico e outro, *primer* experimental contendo 50% de HEMA em água. A condição úmida foi obtida com secagem com papel absorvente e a condição seca, com jatos de ar. Superfícies planas em dentina, onde a lesão de cárie estivesse circundada por dentina sadia, foram polidas com lixa 600 até a obtenção da dentina afetada por cárie, a qual foi reconhecida com auxílio de métodos de inspeção visual e evidenciação

com corante, sendo a não corada a escolhida para este estudo. Para os procedimentos adesivos, as superfícies planas foram condicionadas com ácido fosfórico a 35%, enxaguadas e distribuídas em grupos: dentina hígida úmida com aplicação do primer comercial, dentina hígida seca com primer comercial, dentina hígida com primer experimental, dentina afetada por cárie, úmida, com primer comercial e dentina afetada por cárie com o primer experimental. Após aplicação do adesivo, restauração com resina composta Clearfil AP-X e armazenagem em água a 37°C, foram produzidos espécimes em forma de ampulheta para o teste de microtração. Houve mensuração da dureza dos espécimes fraturados e fixados em formalina, 50 µm abaixo da interface de união, e em seguida, os mesmos foram cobertos com ouro para observação em MEV. Os resultados da microtração revelaram maior RU na dentina sadia quando a técnica de adesão úmida foi usada. Não houve diferença entre a RU da dentina sadia e afetada por cárie na técnica de adesão úmida e primer comercial, porém, quando do uso do primer experimental, a dentina afetada por cárie mostrou menor RU que a dentina sadia. A dureza Knoop da dentina sadia foi de 52 a 57 KNH, sendo o dobro da dureza da dentina afetada por cárie (ca. 25 KNH), sem diferença entre os dois tipos de primer. Conclui-se que os benefícios da adesão úmida podem ser estendidos à dentina afetada por cárie quando do uso do sistema adesivo investigado neste estudo, além da presença do ácido polialcenóico ter contribuído para a RU em dentina afetada por cárie.

Dando seqüência ao estudo de Nakajima et al.[37] (1999), referido acima, houve observação da interface adesiva em MEV, depois da mensuração da dureza Knoop dos espécimes fraturados, que foram cobertos com ouro. Adicionalmente, outras interfaces (sem sofrer tração) foram polidas e submetidas ao condicionamento com ácido fosfórico a 10% por 3 a 5min e imersas em hipoclorito de sódio a 5% durante 5min, para posterior observação da espessura da camada híbrida em MEV. Esta espessura compreendeu a distância mínima entre o topo da camada híbrida e a base da mesma adjacente aos *tags* de resina. Os resultados mostraram resistência da camada híbrida dos dois tipos de substrato (sadio ou afetado por cárie) às alterações ácido-básicas. Os dois tipos de primer produziram espessura de aproximadamente 3 µm na dentina sadia e de 7 µm na dentina afetada, havendo uma terceira camada entre a camada híbrida e o adesivo quando o primer comercial foi utilizado, que estava ausente quando do uso do primer experimental. Esta camada representa o polímero (ácido polialcenóico) componente do primer. A dentina afetada por cárie tem a metade da dureza da dentina hígida, indicando a perda de sua fase mineral e obstrução de seus túbulos com cristais. A perda de minerais afeta o condicionamento ácido, resultando em uma desmineralização mais profunda permitindo uma maior difusão do sistema adesivo, produzindo desta forma, uma maior espessura da camada híbrida, embora não haja correlação deste achado com os resultados da RU apresentados pela dentina afetada por cárie.

Foi examinada a resistência de união de um adesivo autocondicionante à dentina hígida ou infectada por cárie, por Kimochi et al.[30], em 1999. Sete molares humanos extraídos, com cárie oclusal em dentina, foram preparados, sendo três para ensaio de microtração, e quatro para MEV. A dentina cariada foi avaliada segundo critérios visuais, com auxílio de um detector de cárie. Os dentes foram lixados com lixa 600 até a obtenção de uma superfície plana, onde a dentina cariada estada circundada por dentina hígida. Foi aplicado o primer sobre toda a superfície polida durante 20s, seguido da aplicação do adesivo e da construção coronária em resina composta Clearfil AP-X. Os dentes restaurados ficaram armazenados em água a 37°C durante 24h e sujeitos ao teste de microtração e análise em MEV. Após o corte em forma de ampulheta, um total de oito espécimes em dentina sadia e 6 em dentina infectada por cárie foram levados ao ensaio mecânico. Dois dentes foram seccionados no longo eixo com disco diamantado, para avaliação da interface adesiva. Outros dois dentes foram examinados em MEV, para observação da ação do primer sobre a dentina. Foi encontrada RU de 33,4 MPa na dentina hígida e de 11,0 MPa na dentina infectada. Na dentina sadia, a fratura predominantemente observada foi adesiva, enquanto na dentina cariada foi coesiva de dentina. A camada híbrida apresentou 1 a 2 µm de espessura, com tags curtos, na dentina hígida. Na dentina cariada, houve formação de *gaps* e mud-like estrutura (estrutura parecida com *smear layer*), não sendo observada a formação

de tags. O *primer* foi eficiente na remoção da maioria da *smear layer e smear plugs* e a presença de bactérias pôde ser detectada na dentina infectada. A RU a microtração diminui na dentina infectada e a presença das mud-like estruturas podem inibir a profundidade de penetração de resina adesiva pela dentina cariada desmineralizada, impedindo a formação de camada híbrida típica e dos tags de resina.

Kwong et al.[33] (2000) avaliaram a estrutura em MEV e MET da camada híbrida formada na dentina esclerótica, após a aplicação de um sistema autocondicionante, com ou sem pré-condicionamento com ácido fosfórico. Foram utilizados 30 pré-molares com lesões cervicais naturais e outros 14 hígidos, nos quais foram confeccionadas cavidades artificiais na face vestibular com broca carbide em baixa rotação. Para observação em MEV, 20 dentes com lesão natural e 10 com lesão artificial foram distribuídos em 2 grupos, A) aplicação de ácido fosfórico a 40% por 15s seguido de enxágüe; e B) aplicação do primer autocondicionante do sistema Clearfil Liner Bond 2V por 30s, seguido de imersão em etanol para sua remoção. Outros 10 dentes com lesão natural e 4 com lesão artificial foram observados em MET, sub-divididos nos grupos: A) condicionamento com ácido fosfórico previamente à aplicação do primer e do adesivo; e B) aplicação do sistema segundo instruções do fabricante. Secções ocluso-cervicais de 1 mm foram confeccionadas, representando as regiões oclusal, gengival e profunda da lesão, e cada uma foi novamente seccionada longitudinalmente em duas. Metade destas hemi-

secções foi desmineralizada com EDTA 0,5 M durante 10 dias. As fotomicrografias (MEV) da dentina condicionada com ácido fosfórico após a lesão artificial mostraram completa remoção da *smear layer* e exposição da rede colágena. As correspondentes figuras da MET evidenciaram camada híbrida com 5 µm de espessura, sem colapso de fibrilas. As fotomicrografias das lesões naturais condicionadas com ácido fosfórico revelaram estruturas resistentes ao ácido, protruindo dos túbulos, reconhecidas como cristais minerais. Apenas os túbulos livres de cristais foram abertos pelo condicionamento ácido. Diferentemente da dentina hígida, esta superfície apresentou-se granulosa, que em maior aumento mostrou morfologia similar aos depósitos minerais, cujas características foram confirmadas ao MET. Foram encontradas variações ao longo da parte profunda das lesões naturais, remanescentes irregulares no topo das lesões condicionadas com ácido, e em MET constatou-se que estas estruturas eram bactérias aderidas à superfície da lesão após condicionamento e lavagem, aprisionadas entre a camada de resina composta e a camada híbrida, bem como dentro de alguns túbulos. A camada híbrida apresentou-se com 1,5 µm de espessura ou ausente quando a superfície hipermineralizada estava ao longo da lesão. No grupo autocondicionante, a *smear layer* permanecia intacta com smear plugs, e ao MET foi encontrado um complexo hibridizado composto de superfície de *smear layer* hibridizada e uma sub-superfície de dentina intertubular hibridizada com aproximadamente 1 µm de espessura. Também houve

formação de regiões ácido-resistentes e camada híbrida de aproximadamente 300 nm. A dentina esclerótica da lesão natural não foi exposta pelo primer, apresentando áreas semelhantes a corais, as quais eram nódulos e filamentos envolvidos por uma matriz intermicrobiana. O sistema autocondicionante infiltrou por esta matriz e desmineralizou a dentina subjacente,resultando numa camada híbrida de 0,5 µm de espessura. Concluiu-se que na dentina esclerótica deveriam ser utilizadas técnicas adaptativas, como o prolongamento do tempo de condicionamento ácido.

Yoshiyama et al.[67] (2000) compararam a morfologia da interface de dois sistemas adesivos, autocondicionante e convencional, às dentinas hígida e afetada por cárie em MEV, e adicionalmente, mensuraram a resistência de união em teste de microtração. Doze molares humanos cariados foram preparados para teste de RU, tendo sua superfície oclusal seccionada perpendicularmente ao longo eixo, desgastada com lixa 600, até exposição de uma superfície plana de dentina, onde a lesão de cárie estava circundada por tecido sadio. Para obtenção da dentina afetada por cárie, foram utilizados os critérios de exame visual e auxílio de corante. Os dentes foram distribuídos em grupos, sendo oito condicionados com ácido fosfórico a 35% antes da aplicação de Single Bond (SB), quatro mantidos úmidos e quatro com dentina seca com ar. Foi aplicado o sistema Fluoro Bond (FB) nos dentes restantes. Todos foram restaurados com resina composta AP-X, armazenados em água a 37°C por 24h e

preparados espécimes na forma de ampulheta, nos quais havia interface situada em dentina sadia ou afetada por cárie. Três dentes adicionais tiveram o mesmo tipo de adesão e preparo na forma de ampulheta para posterior observação em MEV (um para cada grupo: ácido fosfórico/adesão úmida; ácido fosfórico/adesão seca; autocondicionante) depois da desidratação em etanol, secagem ao ponto crítico e cobertura com ouro. Um espécime de cada grupo foi condicionado e tratado com NaOCl. A resistência de união encontrada em dentina sadia para o adesivo SB foi de 46 MPa quando úmida e 26,4 MPa quando seca, e para FB foi de 28,3 MPa. Na dentina afetada por cárie foi encontrado 27,1 MPa, 18,1 MPa e 17,5 MPa respectivamente. À MEV foi observada camada híbrida espessa (5 a 10 µm) para o SB na dentina afetada por cárie úmida, com depósitos minerais ocupando a entrada dos túbulos dentinários. Quando sofreu condicionamento ácido e imersão em NaOCl, a camada híbrida deste grupo parecia suscetível a alterações ácido-básicas, porque sua base e seu topo não estavam claros e não havia formação típica de tags. Na dentina hígida úmida, SB produziu camada híbrida típica com 5 µm de espessura a qual demonstrava boa resistência a alterações ácido-básicas e com formação de tags. Já na dentina seca, SB produziu camada híbrida relativamente espessa, 10 µm, com formação irregular de *tags,* na dentina infectada, enquanto na dentina hígida, a camada híbrida era típica, porém, mais delgada que na dentina afetada e úmida. Fluoro Bond não produziu camada híbrida na dentina

afetada por cárie, mas na dentina sadia houve formação da mesma, com 1 µm de espessura e tags curtos. A resistência de união é significantemente menor na dentina afetada por cárie para SB, tanto na técnica úmida quanto na seca. Fluoro Bond produziu resistência de união semelhante àquela produzida pelo SB em dentina seca, entretanto, a RU deste sistema foi significativamente mais baixa na dentina afetada por cárie que na dentina hígida.

Yoshiyama et al.[69] em 2002, avaliaram a resistência de união à microtração de um sistema autocondicionante experimental, ABF e um de condicionamento ácido total Single Bond às dentina cariada, afetada por cárie e sadia. Superfícies planas de dentina foram obtidas de dezesseis molares humanos cariados, as quais receberam a aplicação de um corante de cárie previamente à aplicação dos adesivos. ABF contém um componente bactericida (MDPB) antes da polimerização e bacteriostático após estar polimerizado, sendo sugerido seu uso para eliminar bactérias da dentina cariada. Todos os dentes foram restaurados com resina composta Clearfil AP-X. Os espécimes foram preparados em forma de ampulheta para o teste de microtração e em fatias para observação em MET. Foi demonstrado que os valores de RU, em dentina hígida, são maiores que nos outros dois substratos, cariado e afetado por cárie. A MET evidenciou, em dentina sadia, camada híbrida com 0,5 a 1 µm para o sistema ABF e 5 µm para SB. Para os dois sistemas, a camada híbrida na dentina afetada por cárie foi mais espessa, a qual apresentou túbulos

obliterados com depósitos minerais. Para este substrato, embora a camada híbrida compreendesse de 3 a 8 µm para o sistema autocondicionante e entre 15 e 19 µm para SB, pode ser encontrada uma zona porosa, abaixo da camada híbrida para o sistema autocondicionante, ou ao longo da base da camada híbrida, para o sistema SB. Na dentina infectada, o sistema ABF formou camada híbrida que incorporava a superfície da dentina cariada, com regiões isoladas contendo bactérias, algumas delas em processo de divisão celular antes da fixação laboratorial. Sugeriu-se que a resina adesiva pode infiltrar pela matriz porosa da dentina afetada por cárie e pelas regiões de dentina infectada por cárie. A baixa resistência de união pode ser devida à baixa resistência coesiva do substrato afetado pelo processo carioso.

Sengün et al.[57] em 2002, avaliaram a habilidade de sistemas adesivos aderirem à dentina afetada por cárie. Cinco sistemas adesivos foram distribuídos em cinco grupos contendo 12 dentes por grupo, sendo os sistemas: Solid Bond (SB), Clearfil SE Bond (CSE), Etch & Prime (EP), Prime & Bond 2.1 (PB) e One Coat Bond (OCB), em substratos hígido e cariado. Sessenta molares humanos com cárie proximal foram montados em blocos de resina acrílica com suas superfícies proximais expostas, que foram aplainadas com disco diamantado e lixadas com lixa 600 antes de receberam a aplicação de um dos sistemas adesivos de acordo com a orientação do fabricante. Cilindros de resina composta foram construídos antes da armazenagem em água a 37°C durante 10 dias, e os corpos-de-

prova foram submetidos ao teste de resistência ao cisalhamento. Foi encontrada diferença significante entre a RU produzida na dentina sadia em relação a RU na afetada por cárie. Entre os materiais aplicados à dentina afetada por cárie, CSE, SB e EP produziram maiores valores de RU que OCB e PB. (24,49 MPa; 21,49 MPa; 21,19 MPa; 17,43 MPa e 14,10 MPa respectivamente). Na dentina hígida, CSE apresentou o maior valor de RU (29,91 MPa), e SB (21,17 MPa) e EP (17,45 MPa) também exibiram RU estatisticamente maior que OCB (11,99 MPa) e PB (10,57 MPa). CSE, SB e EP apresentaram RU muito próxima na dentina afetada por cárie da obtida em dentina hígida, enquanto OCB e PB foram mais sensíveis ao substrato afetado por cárie. A maioria das fraturas encontradas foi adesiva. Foi concluído que o tipo de dentina e sua estrutura histológica exercem um papel importante durante o desempenho de materiais adesivos, e em adição à isso, sua composição química pode alterar seu desempenho.

Ceballos et al.[9], em 2003, avaliaram a resistência de união à microtração de sistemas adesivos (autocondicionante ou convencional) às dentinas sadia e afetada por cárie. Dezesseis molares cariados foram divididos em quatro grupos de quatro dentes cada. A dentina afetada foi determinada combinando-se os critérios: visual e de coloração com auxílio de um corante de fucsina a 0,5%. Testaram-se os sistemas Prime & Bond NT e Scotchbond 1, Clearfil SE Bond e Prompt, os quais foram aplicados de acordo com as instruções do fabricante, previamente à

restauração com resina composta Tetric Ceram. Foram obtidas 3 fatias de dentina hígida e 2 a 3 de dentina afetada por cárie de cada dente, totalizando, em média, 10 espécimes por grupo. Os espécimes em forma de ampulheta com área adesiva de 1 mm2 foram tracionados e os resultados foram expressos em MPa. O teste de ANOVA revelou diferenças estatisticamente significantes entre os sistemas adesivos avaliados, para dentina sadia e dentina afetada por cárie. Na dentina sadia, o sistema Prime & Bond NT obteve a maior RU, Clearfil SE Bond e Scothbond tiveram RU similares enquanto Prompt apresentou os menores valores. Na dentina afetada por cárie, Prime & Bond NT e Scothbond tiveram RU estatisticamente mais altas que o sistema Clearfil SE Bond, enquanto o sistema Prompt obteve os menores valores neste substrato. Na dentina sadia, o maior número de falhas foi adesiva nos espécimes com baixa resistência de união, com falha coesiva na dentina ou na resina composta quando a resistência era alta. Na dentina afetada por cárie, fratura adesiva e coesiva em dentina foi vista nos espécimes com baixa resistência, enquanto falhas coesivas na resina composta foram vistas quando a resistência de união era elevada. Os resultados deste trabalho evidenciaram que a resistência de união à dentina afetada por cárie depende do tipo de sistema adesivo empregado, sendo os maiores valores de RU obtidos quando a dentina sadia é utilizada.

Burrow et al.[8] em 2003, avaliaram o efeito do CarisolvTM sobre a resistência de união à microtração de dois sistemas adesivos, um cimento

de ionômero de vidro e um cimento de ionômero de vidro modificado por resina, em dentina sadia e afetada por cárie. Molares humanos cariados foram escavados com auxílio do Carisolv até a dentina mostrar-se com resistência ao corte. Dentina sadia circundava a dentina cariada, e os materiais Clearfil SE Bond - CSE, One Coat Bond - OCB, Fuji II LC e Fuji IX foram aplicados de acordo com as orientações dos fabricantes, nos dois tipos de substrato. Após armazenagem em água a 37°C durante 24h, espécimes foram preparados em forma de ampulheta para ensaio de microtração, e os resultados foram convertidos em MPa. Houve diferença estatística para Fuji II LC, sendo muito menor a RU encontrada na dentina afetada por cárie e tratada com Carisolv (16,4 MPa) do que na dentina hígida (22,8 MPa). A resistência de união dos materiais essencialmente poliméricos foi maior que a dos materiais ionoméricos, em dentina hígida e afetada por cárie, cujos valores foram os seguintes: CSE: 31,6 e 28,7 MPa; OCB: 29,4 e 27,4 MPa, sendo Fuji IX o que apresentou a menor RU: 10,8 e 13,4 MPa, embora não tenha sido encontrada diferença estatística entre os valores de RU nas duas dentinas. Foi concluído que a dentina cariada tratada com Carisolv não afetou a adesão dos materiais testados neste estudo, com exceção do Fuji II LC.

Yoshiyama et al.[70], em 2003, investigaram a resistência de união à microtração do sistema Clearfil Liner Bond 2V à dentina hígida, afetada e infectada por cárie, bem como, observaram a estrutura da interface em MET. Molares humanos cariados foram corados com evidenciador de

cárie e secionados oclusalmente, onde a dentina amolecida e avermelhada foi classificada como dentina infectada por cárie. A dentina descolorida foi descrita como dentina afetada e a dentina da periferia, como hígida. Estas superfícies foram aderidas com o sistema adesivo e restauradas com resina composta. Após um dia, os espécimes foram preparados para ensaio de microtração em forma de ampulheta, cujas áreas foram aferidas e os espécimes levados ao teste de microtração. Foi encontrada maior resistência de união na dentina hígida (45 MPa), sendo menor na dentina infectada (10 MPa) que na dentina afetada (30 MPa). As imagens da MET mostraram que houve formação de camada híbrida com menos de 1 µm de espessura na dentina hígida, mas com 6-8 µm na dentina afetada por cárie, com bactérias vistas nos túbulos dentinários. Também foi observado aumento dos espaços interfibrilares, preenchido por microfibrilas sem estrias em meio a resina infiltrada. Na dentina infectada, a MET evidenciou uma interface não usual, na qual bactérias encontravam-se nos espaços entre as fibrilas colágenas desorganizadas que foram cobertas pelo adesivo, causando assim a maior espessura de camada híbrida (ca. 30 a 60 µm). Ficou claro que a RU foi maior na dentina hígida que nos substratos afetados e infectados por cárie, independente da espessura da camada híbrida ser maior nestes dois.

Çehreli et al.[10], em 2003, avaliaram a influência de diferentes formas de remoção de dentina cariada sobre a resistência de união à microtração. Terceiros molares humanos cariados tiveram sua coroa

seccionada transversalmente, expondo superfícies planas de dentina cariada circundada por dentina hígida, sendo que a lesão de cárie foi avaliada pelo aparelho DIAGNODent, devendo apresentar valores entre 40-50. Após lavagem com água deionizada, os dentes foram distribuídos em quatro grupos, contendo seis dentes em cada grupo, de acordo com a forma de remoção da dentina cariada: 1: Uso de broca esférica em baixa rotação; 2: uso de abrasão a ar; 3: ponta abrasiva em ultra-som (sono-abrasão) e 4: uso do CarisolvTM. Todas as lesões foram removidas com uma das quatro técnicas até obtenção do valor 15 no DIAGNODent, o que implicava em dentina afetada pelo processo de cárie, porém, com dureza superficial reduzida durante inspeção táctil com uma sonda exploradora. Em seguida foi realizado lavagem, secagem e condicionamento com ácido fosfórico a 35%. Duas camadas do adesivo Single Bond foram aplicadas antes da restauração com resina composta Filtek P60, seguido de armazenagem em água a 37°C por 24h. Foram confeccionados espécimes em forma de ampulheta, excluindo os espécimes que continham dentina hígida na interface. Caso ocorresse fratura espontânea durante a colagem do espécime no dispositivo, era considerado o valor de 0 (zero) MPa. Após a fratura, os lados da dentina foram analisados em lupa estereoscópica e quatro espécimes por grupo foram preparados para análise em MEV. A maior resistência de união encontrada foi no grupo 2 (abrasão a ar), 8,8 MPa, seguido pelo grupo 3 (abrasão ultra-sônica), de 8,5 MPa, pelo grupo 4 (Carisolv), de 8,4 MPa e finalmente pelo grupo 1

(broca), 6,4 MPa, porém, sem diferença estatística entre os grupos. A maioria das falhas observadas foi coesiva em dentina. A camada híbrida produzida com a dentina tratada com Carisolv foi a mais espessa, variando de 5 a 9 µm, justificada pela ausência de formação da *smear layer* neste grupo. O condicionamento ácido pode ter infiltrado mais profundamente nos locais sem *smear layer*, causando uma zona incompletamente hibridizada. Este trabalho apresentou uma RU muito baixa em todos os grupos, menor que 10 MPa, e os espécimes fraturaram dentro da região de dentina afetada por cárie. Devido esta zona não ser tão endurecida, ser parcialmente desmineralizada e porosa, foi assumido que a fratura ocorreu na região entre a camada híbrida e a camada de dentina afetada que não foi hibridizada por completo. Concluiu-se que a diferença entre os métodos de remoção de cárie é irrelevante, quando a dentina for tratada com ácido fosfórico.

Foi avaliada a capacidade de união de um sistema adesivo com propriedades antibacterianas à dentina afetada e infectada por cárie, através de ensaio de microtração e MET, por Yoshiyama et al.[68] em 2004. Este sistema autocondicionante, ABF (comercializado como Clearfil Protect Bond) contém MDPB e fluoreto de sódio. Em ensaio de microtração, foi encontrado 44,9 MPa à dentina hígida, 25,5 MPa à dentina afetada por cárie e 15,2 MPa à dentina infectada por cárie. Ao MET observou-se camada híbrida delgada, menos que 1 µm, quando sobre dentina hígida e completa dissolução da *smear layer*. Na dentina

afetada por cárie a camada híbrida era mais espessa, 6 a 8 µm, com bactérias raramente observadas dentro dos túbulos ou na superfície dentinária. Já na dentina infectada, foi encontrada uma variabilidade do substrato patológico, em sua forma simples, camadas híbridas espessas foram encontradas (25 a 30 µm) com bactérias dentro dos túbulos dentinários. Outro achado revelou camada híbrida consistindo de uma zona superficial desorganizada e dentina intertubular e peritubular desnaturada, com camada adjacente de dentina hibridizada. Pode-se esperar que o sistema ABF seja capaz de eliminar bactérias residuais e remineralizar a dentina ao redor das restaurações. A RU obtida com o sistema ABF foi significativamente inferior nas dentinas afetada e infectada por cárie, em relação à RU obtida à dentina hígida coronária, embora os autores atestem que os valores obtidos com este sistema tenham sido maiores que os obtidos com outros sistemas autocondicionantes.

Arrais et al.[2] em 2004, avaliaram o efeito do condicionamento ácido adicional na utilização de um sistema adesivo autocondicionante e do aumento do tempo de condicionamento para um sistema adesivo convencional, sobre a resistência à microtração quando aplicados à dentina hígida e afetada por cárie. Também foi avaliada a morfologia da superfície e da interface sob MEV. Superfícies planas de dentina hígida e afetada por cárie de trinta e seis terceiros molares humanos, com padronização da *smear layer* com lixa de granulação 600, receberam

aplicação dos sistemas adesivos Clearfil SE Bond e Single Bond (CSE e SB) de duas maneiras, uma conforme indicação dos fabricantes e outra experimental, havendo condicionamento ácido complementar para o primeiro e aumento do tempo de condicionamento para o segundo adesivo. Para o CSE, ácido fosfórico a 35% foi aplicado durante 15s, previamente à aplicação do primer e do adesivo. E para o SB, ácido fosfórico a 35% durante 45s, seguido de lavagem e secagem antes da aplicação do adesivo. Os resultados encontrados para o teste de microtração, em MPa, foram, para o CSE, de 41,82 e 23,06 em dentina hígida e afetada, respectivamente; CSE com condicionamento, de 48,70 e 30,76 MPa em dentina hígida e afetada, respectivamente. Para o SB foi de 50,69 e 23,58 MPa em dentina hígida e afetada, e SB com condicionamento aumentado foi de 43,74 e 33,97 MPa, respectivamente para dentina hígida e afetada por cárie. Na dentina afetada por cárie, observou-se em MEV que o condicionamento desmineralizou a dentina intertubular, mas não removeu depósitos minerais de todos os túbulos. O maior tempo de condicionamento foi hábil para dissolver parte das calcificações, abrindo alguns túbulos, promovendo um aumento na espessura da camada híbrida. Concluiu-se que a resistência de união foi maior na dentina hígida, sem diferença entre os adesivos. Com condicionamento adicional ou com aumento de tempo, a resistência de união na dentina afetada por cárie foi maior que a obtida de acordo com

as recomendações dos fabricantes, mas não alterou a RU para a dentina hígida.

Doi et al.[14] em 2004, avaliaram a resistência à microtração de três sistemas adesivos autocondicionantes às dentinas sadia, afetada e infectada por cárie. As superfícies oclusais cariadas de molares humanos foram seccionadas com disco diamantado e lixadas com lixa 600 até obtenção de uma superfície plana de dentina, a qual foi corada com evidenciador Caries-Detector. A dentina sadia não permaneceu corada, a afetada por cárie apresentou-se rosa pálido enquanto a dentina infectada permaneceu vermelha. As superfícies foram tratadas com Clearfil SE Bond, Mac-Bond II ou UniFil Bond, seguido de restauração com resina composta, antes da armazenagem a 37°C por 24h. Os corpos de prova sofreram cortes em forma de fatias, nas quais foi distinguido o tipo de substrato trabalhado (dentina sadia, afetada ou infectada por cárie) pelo grau de coloração dado pelo evidenciador. Após o ensaio de microtração, ficou comprovado que a resistência de união obtida pelos três sistemas adesivos foi menor nas dentinas afetada e infectada por cárie do que na dentina sadia, entretanto, sem diferença estatística entre eles quando foram comparados nas duas camadas de dentina cariada. Na MEV, encontraram-se mais estruturas porosas nas camadas híbridas das dentinas cariadas que na dentina hígida, sendo visualizadas em maior quantidade na dentina infectada, a qual também é severamente desmineralizada quando comparada à dentina afetada por cárie. Embora

a diferença estatística da RU aos dois tipos de substrato cariado não tenha sido significante, a aplicação dos sistemas adesivos sobre a dentina infectada resultou em menores valores quando comparados aos obtidos com a dentina afetada.

Koshiro et al.[31], em 2004, examinaram através de microscopia eletrônica de transmissão (MET), a ultraestrutura interfacial de dois sistemas adesivos aderidos à dentina após 1 ano in vivo. Cavidades classe V foram preparadas sobre as superfície vestibulares de 14 dentes íntegros de macacos e restaurados por sistemas adesivos autocondicionante de dois passos, Unifil Bond, e sistema adesivo convencional de dois passos, Single Bond, em combinação com resina composta microhíbrida Z250. Após 1 ano, outros 10 dentes foram restaurados empregando os mesmos materiais (controle). Após um dia, os macacos foram mortos, seguidos do teste de resistência adesiva de microtração e examinados a interface estrutural através d MET. Considerando que nenhuma alteração notável foi exibida na morfologia da interface dentina/resina foi observada entre 1 dia e 1 ano para os espécimes, Unifill Bond, o sistema adesivo Single Bond exibiu sinais de degradação na interface adesiva, em particular na base da camada híbrida na profundidade de 3µm. Como conclusão, a interface adesiva produzida pelo adesivo Single Bond foi menos resistente à degradação do que aquela criada pelo sistema adesivo autocondicionante.

Com o objetivo de avaliar o efeito de agentes dessensibilizantes na resistência de união adesiva ao cisalhamento de um sistema adesivo autocondicionante em dentina afetada por cárie, Sengun et al.[56] (2005) realizaram este estudo. Utilizaram sessenta molares humanos extraídos com lesão cariosa proximal em dentina que foram cortados horizontalmente no sentido do longo eixo do dente através das paredes gengivais cariadas. A dentina cariada foi removida com disco de lixa abrasiva para expor a dentina afetada por cárie de acordo com as medidas fornecidas por uma solução detectora de cárie. Os dentes foram aleatoriamente divididos em quatro grupos, um grupo controle e três grupos experimentais (Micro Primer, Gluma Desensitizer, Cervitec), sendo os produtos aplicados de acordo com as recomendações de seus respectivos fabricantes. Posteriormente a aplicação dos agentes dessensibilizantes o sistema adesivo autocondicionante Optibond Solo Plus foi aplicado e fotopolimerizado para posterior confecção do cilindro de resina composta. Eles observaram que a aplicação do Micro Primer e Gluma Desensitizer em dentina afetada por cárie não exibiram efeito no teste de resistência de união, entretanto o Cervitec causou uma diminuição deste, que segundo os autores variou em função da composição do agente dessensibilizante.

Nakornchai et al.[41] (2005) realizaram estudo cujo objetivo foi determinar a resistência de união a microtração de um sistema adesivo convencional e um sistema adesivo auto-condicionante, quando aplicados

em dentina afetada por cárie e comparar a estrutura micromorfológica da interface adesiva de dentina afetada por cárie e interface adesiva de dentina intacta. Os autores dividiram quarenta dentes decíduos com lesão proximal e quarenta dentes decíduos sem lesão, eles usaram uma solução detectora de cárie como indicador da necessidade de remover dentina cariada. Após a confecção dos espécimes, estes foram submetidos ao teste de união a microtração, onde observaram que o sistema adesivo convencional apresentou menor resistência de união em dentina sadia do que em dentina afetada por cárie, e o sistema adesivo auto-condicionante apresentou resultados similares de valores de resistência de união, em dentina afetada por cárie e dentina sadia.

Sonoda et al.[58] em 2005, realizaram uma investigação com o objetivo de avaliar a resistência adesiva à microtração de dois sistemas adesivos, um sistema adesivo convencional (Prime & Bond NT) e um sistema adesivo autocondicionante, o Clearfil Protect Bond em dentina afetada por cárie, após remoção químico-mecânica com Carisolv, e remoção manual através de escavadores manuais. Para a realização do estudo vinte molares permanentes cariados foram utilizados, seccionados, e divididos conforme a utilização dos sistemas adesivos e métodos de remoção utilizados. Como grupo controle, hemi-secções de tecido sadio foram confeccionadas através da utilização de broca. Amostras em forma de palitos foram então confeccionadas para o teste de microtração, sendo os valores de resistência de união computados,

bem como o modo de falha dos espécimes. Os resultados obtidos no presente estudo exibiram que para o sistema adesivo Clearfil Protect Bond, os valores de resistência adesiva foram similares para o grupo controle e para a dentina afetada por cárie removida com Carisolv, sendo significantemente mais elevados do que os encontrados para a dentina afetada por cárie escavada com instrumentos manuais. Para o sistema adesivo Prime & Bond NT, todos os grupos foram similares entre si, não apontando diferenças significativas entre os três grupos. Afirmam ainda que o tipo de dentina obtida através de diferentes métodos de remoção, preparação, a forma da cavidade, os diferentes tipos de sistemas adesivos, podem ambos, isoladamente ou em conjunto afetar os resultados dos testes de resistência adesiva.

Hosoya et al.[26] em 2006 com o objetivo de mensurar a resistência adesiva à microtração em dentina sadia e dentina afetada por cárie de espécimes confeccionados em forma de palitos e em forma de alteres, através da utilização de um dispositivo especial que padronizou a confecção destes. Foram utilizados 31 dentes decíduos, sendo vinte sadios e onze cariados. Para os espécimes confeccionados em forma de alteres, os procedimentos adesivos foram realizados pela utilização de dois diferentes sistemas adesivos, o Clearfil SE Bond, e o Single Bond, sendo estes aplicados apenas em dentina sadia. Para os espécimes confeccionados em forma de palitos, apenas o Clearfil SE Bond foi utilizado para os procedimentos adesivos, sendo utilizados em dentina

sadia e afetada por cárie. Obtiveram os valores de 8,9Mpa, e 10,3Mpa para o Clearfil SE Bond, e Single Bond, respectivamente para os espécimes confeccionados em forma de alteres, 9,0Mpa, e 9,2 Mpa, para dentina sadia e dentina afetada por cárie, respectivamente para os espécimes confeccionados em forma de palitos, não evidenciando diferenças significantes entre eles. Justificam os baixos valores encontrados no estudo, afirmando que é possível que o método utilizado neste trabalho, comparado com o método tradicional de confecção dos espécimes para microtração, onde não se utiliza um dispositivo especial para preparar as amostras, faça com que as amostras sejam fortemente aderidas ao dispositivo e as forças de tração efetivamente trabalhem na amostra a ser testada, resultando assim em baixos valores de resistência adesiva à microtração, além das próprias tensões causadas nas amostras confeccionadas em uma dentina decídua, que apresenta características físicas e estruturais diferentes da dentina de dentes permanentes.

Sattabanasuk et al.[55] em 2006 realizaram uma pesquisa com o objetivo de determinar a resistência adesiva à microtração utilizando dois diferentes sistemas adesivos, Optibond Solo Plus(convencional) e o Clearfil SE Bond(autocondicionante) na dentina afetada por cárie após três diferentes métodos de remoção da cárie: instrumento rotatório em baixa rotação, laser Er:YAG e lixa abrasiva de granulação 600. Foram utilizados terceiros molares cariados humanos extraídos, obtendo-se a dentina afetada por cárie por um dos três métodos de remoção acima

descritos. Os sistemas adesivos utilizados no estudo foram utilizados de acordo com as instruções dos fabricantes, sendo confeccionados espécimes em forma de ampulheta e levados ao teste de microtração a uma velocidade de tensão de 1mm/min. Observaram que uma similaridade entre os três métodos de remoção de cárie foi conseguida apenas para o Optibond Solo Plus, enquanto que para o Clearfil SE Bond, a resistência adesiva foi negativamente afetada pelo método de remoção através da utilização de instrumento rotatório em baixa rotação. Em relação à comparação entre os sistemas adesivos, a dentina afetada por cárie tratada com laser de Er:YAG exibiu similaridade para os dois sistemas adesivos. Para a dentina tratada com instrumento em baixa rotação, o sistema adesivo Optibond Solo Plus apresentou resistência adesiva significantemente mais alta que o Clearfil SE Bond. Entretanto, resultado contrário foi encontrado para a dentina tratada com lixa abrasiva, onde o Clearfil SE Bond, apresentou resistência significantemente mais alta do que o Optibond Solo Plus. Concluem afirmando que as diferenças encontradas nos resultados, parecem ser decorrentes dos diferentes sistemas adesivos utilizados, bem como dos diferentes métodos de remoção de cárie, onde a *smear layer* e *smear plug* geradas durante estes processos podem contribuir para o sucesso ou fracasso da adesão em dentina afetada por cárie.

Nishitani et al.[42] em 2006 realizaram um estudo que avaliou a resistência à tração da dentina humana normal e afetada por cárie,

mineralizada e desmineralizada, variando a orientação dos túbulos dentinários. Obtiveram como resultados que a interação dos três fatores foi estatisticamente significante, indicando que os efeitos da mineralização, orientação dos túbulos dentinários foram diferentes em dentina normal e dentina afetada por cárie. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes na dentina normal e afetada por cárie quando estas foram desmineralizadas, independente da orientação dos túbulos dentinários. Discutem tais resultados afirmando que os baixos valores de resistência adesiva encontrados em dentina afetada por cárie quando comparados com dentina sadia, podem não ser derivados da má estabilidade da matriz de colágeno, mas sim deve ser associada com a falta de conteúdo mineral disponibilizada na dentina.

Sadr et al.[50] em 2007 realizaram um trabalho cujo objetivo foi investigar a resistência adesiva ao microcisalhamento à dentina de dois sistemas adesivos autocondiconantes, um de passo único, o Clearfil Tri-S Bond, e um sistema adesivo autocondicionante de dois passos, o Clearfil SE Bond, bem como suas propriedades mecânicas, após diferentes tempos de secagem e evaporação do solvente, e as possíveis relações entre as variações. Foram utilizados pré-molares superiores que tiveram suas superfícies fatiadas após remoção da placa de esmalte oclusal, gerando espécimes de dentina com espessura de 2mm. As trinta fatias de dentina obtidas foram divididas para os seis grupos de estudo, para os dois sistemas adesivos, de acordo com diferentes períodos de secagem e

evaporação do solvente: dois segundos, cinco segundos e dez segundos de evaporação. Obtiveram baixos valores de resistência adesiva bem como de propriedades mecânicas para o tempo de secagem de dois segundos, independente do sistema adesivo utilizado, sendo significantemente diferente dos demais tempos. Concluem afirmando que o adesivo de passo único não se comportou mecanicamente tão bem quanto o adesivo autocondicionante de dois passos, sendo a etapa de secagem e evaporação do solvente crítica, afetando a performance e propriedades mecânicas dos sistemas adesivos testados.

Chinelatti et al.[13] em 2007 realizaram um estudo cujo objetivo principal foi analisar através de microscopia eletrônica de varredura as características topográficas e a morfologia da das interfaces adesivas de esmalte e dentina, bem como as superfícies resultantes em esmalte e dentina, após diferentes tratamentos. Foram utilizados molares humanos, os quais receberam um corte com disco de diamante no sentido mésio-distal, gerando discos de dentina com margens em esmalte com espessura de 1mm, sendo seccionados posteriormente no sentido vestíbulo-lingual, gerando dois hemi-discos. As superfícies de dentina foram polidas com lixa de granulação 600 durante 30 segundos, com o intuito de padronização da *smear layer.* Posteriormente, os discos foram distribuídos aleatoriamente em três grupos de acordo com o tratamento de superfície realizado. No grupo 1, as superfícies foram tratadas com ácido fosfórico 37% durante quinze segundos, lavados abundantemente

por igual tempo, gentilmente secos com papel absorvente para remover o excesso de água e manter a umidade ambiente; no grupo 2 as superfícies foram tratadas com jato abrasivo durante dez segundos; e no grupo 3, as superfícies foram tratadas com jato abrasivo, e subseqüente aplicação de ácido fosfórico, seguindo as mesmas características experimentais dos grupos 1 e 2. Assim, quatro hemi-discos foram separados para cada grupo para análise superficial pós tratamentos. A outra metade foi submetida aos procedimentos adesivos, com a aplicação consecutiva de duas camadas do sistema adesivo Single Bond, fotopolimerizados por dez segundos para posterior aplicação da resina composta. Os espécimes foram então seccionados perpendicularmente e preparados para a análise da interface adesiva, por meio da microscopia eletrônica de varredura. Concluíram no seu estudo que a aplicação exclusiva do jato abrasivo, não produziu e apresentou adequada superfície para adesão, afetando adversamente o padrão de interação do sistema adesivo com os substratos, entretanto a aplicação deste, seguida do condicionamento com ácido fosfórico, apresentou padrões similares de superfície àqueles produzidos exclusivamente pela aplicação do ácido fosfórico, gerando uma interface adesiva efetiva tanto em esmalte quanto em dentina.

Com base no exposto, e na inconsistência de dados sobre o assunto, pertinente se torna a realização deste estudo, com a finalidade de explicitar, elucidar e discutir aspectos relacionados ao tema.

3 PROPOSIÇÃO

O presente trabalho tem por objetivo de avaliar a variável resistência de união ao cisalhamento em função dos seguintes fatores:

1 – Substrato Dentinário (2 níveis)

1.1 – Dentina hígida

1.2 – Dentina afetada por cárie

2 – Sistema Adesivo (4 níveis)

2.1 – Scotchbond Multi Purpose Plus

2.2 – Single Bond 2

2.3 – Clearfill SE Bond

2.4 – Adper Prompt L-Pop

Assim, este estudo será pautado nas seguintes hipóteses:

H0: Os diferentes substratos dentinários não interferem nos valores de resistência de união;

H1: Os diferentes substratos dentinários interferem nos valores de resistência de união.

4 MATERIAL E MÉTODO

Após aprovação do Comitê de Ética em pesquisa em Seres Humanos da Faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP, foram selecionados 80 molares permanentes humanos oriundos do Banco de Dentes da Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP (Anexo), sendo 40 dentes com superfícies oclusais cariadas envolvendo esmalte e dentina, e 40 dentes hígidos avaliados com lupa estereoscópica para melhor classificação. Foram utilizados para este estudo, dentes molares, por serem os dentes de referência na realização de testes de resistência de união, principalmente os de resistência de união ao cisalhamento [57].

4.1 Obtenção das Amostras

a) Limpeza dos dentes

Os dentes, utilizados neste estudo, foram limpos com curetas periodontais seguidos de profilaxia com escova de Robson e pasta de pedra-pomes e água. A seguir, os mesmos foram armazenados em água destilada refrigerada à temperatura de 4°C, até o momento de serem utilizados.

b) Preparo das Amostras

Inicialmente os dentes foram montados em plataformas de madeira de 4,5 x 4,5 x 1 cm, fixados com godiva de baixa fusão (Figura 1), para que fossem cortados, no seu terço mais oclusal, em máquina de corte ISOMET 1000 (BUEHLER Ltda. Lake Bluff, Illinois, USA), de tal forma a expor o limite amelo-dentinário (Figura 2).

FIGURA 1 – Fixação com Godiva de Baixa Fusão.

FIGURA 2 – Corte no Terço Médio.

Em seguida, as superfícies obtidas passaram pelo processo de desgaste inicial, com lixa de granulação 100, sob abundante refrigeração à água, de tal forma que toda a superfície a ser trabalhada estivesse em dentina. A profundidade deste desgaste inicial foi diferente para os grupos de dentes cariados e hígidos, assim, para os dentes hígidos, o desgaste inicial foi realizado até a completa eliminação do esmalte oclusal e, para os dentes cariados o desgaste inicial foi realizado até a remoção de dentina cariada, visível clinicamente e confirmada através de teste de resistência ao corte do tecido dentinário com instrumento manual (escavador de dentina), após utilização de solução pigmentante (Figura 3). Desta forma, os dentes cariados foram corados utilizando-se solução evidenciadora de cárie (Caries Detector) por 10 segundos, lavados por 30 segundos, e o tecido que permaneceu pigmentado foi removido com cureta dentinária.

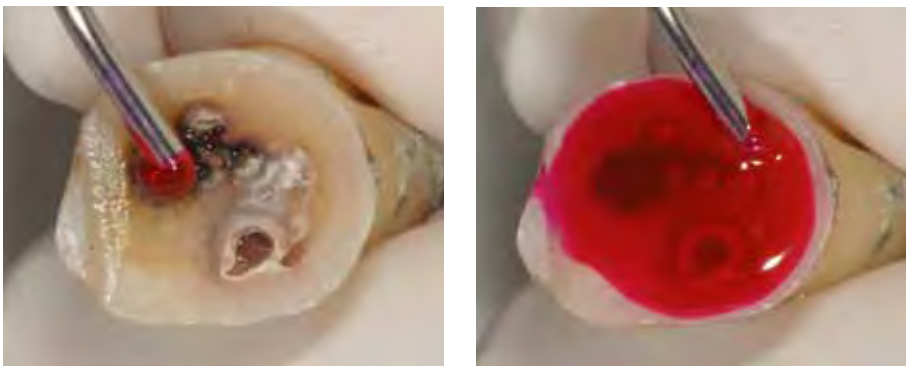
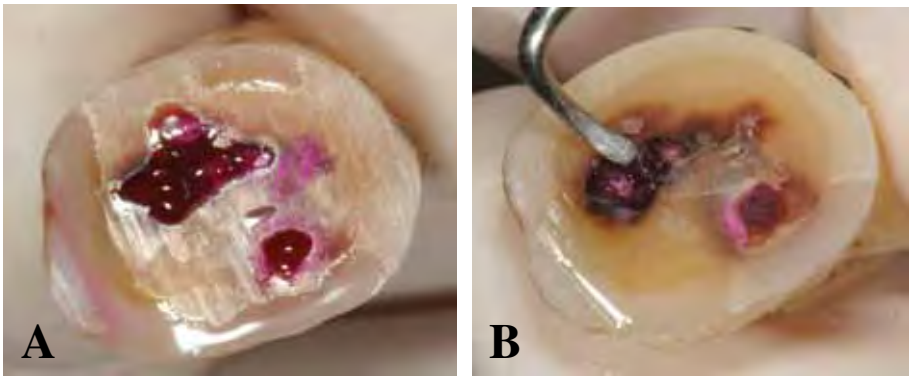


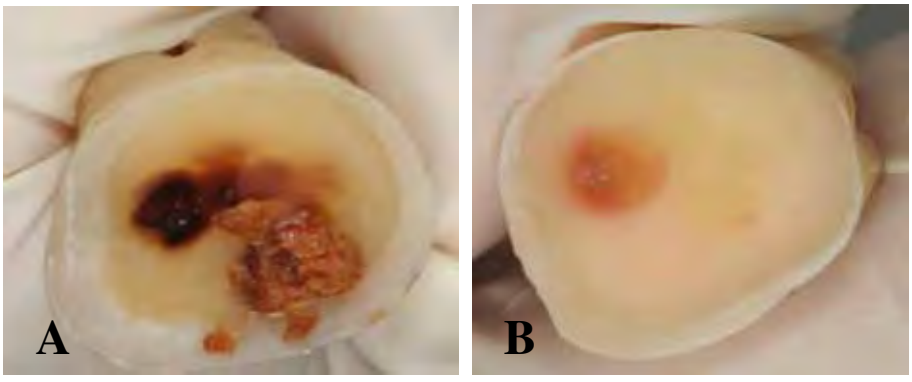
FIGURA 3 – Aplicação da Solução Evidenciadora de Cárie.

O procedimento foi repetido quando grande quantidade de tecido corado ainda estava presente, até que se confirmasse, através de um

controle visual, a exposição da dentina afetada por cárie, ou seja, com características de tecido mais endurecido e com presença de esclerose dentinária (Figuras 4A e B, Figuras 5 A e B). Sempre que a câmara pulpar fosse visualizada nessa etapa, os dentes eram sistematicamente descartados.



FIGURAS 4 A – Aspecto após aplicação e lavagem da solução evidenciadora de cárie.
4 B – Remoção da Dentina infectada por cárie.



FIGURAS 5A – Aspecto após Remoção da Dentina Infectada por cárie.
5B – Dentina afetada por cárie com esclerose dentinária.

c) Inclusão das Amostras

Para a inclusão, em resina acrílica ativada quimicamente (R.A.A.Q.), os dentes foram posicionados, por meio de cera 07, sobre uma placa de vidro cujo objetivo era evitar que a resina se depositasse sobre a superfície dentinária, dificultando assim os procedimentos adesivos (Figura 6).

FIGURA 6 – Posicionamento do dente em Anel de PVC + lâmina de cera.

Assim posicionados, os dentes foram então incluídos em resina acrílica ativada quimicamente no interior de um tubo PVC com 4 cm de altura e 3 cm de diâmetro, sendo previamente torneados com o objetivo de padronização da altura e obtenção de paralelismo. Desta forma, quantidade suficiente de resina acrílica ativada quimicamente foi vertida no interior do tubo de PVC, de modo que a superfície oclusal ficasse voltada para o meio externo (Figuras 7 e 8).

FIGURA 7 - Colocação da R.A.A.Q. no interior dos tubos de PVC.

FIGURA 8 - Aspecto da inclusão dos dentes.

Como etapa subseqüente, para padronização da *smear layer*, os conjuntos (dente, tubo de PVC e R.A.A.Q.), foram levados à Politriz Horizontal (modelo DP – 10, Panambra Industrial e Técnica S. A. – São

Paulo – Brasil), e com auxílio de lixas de granulação 320 e 600 as superfícies dentinárias foram devidamente desgastadas durante 30 segundos cada, sempre sob abundante refrigeração. Se durante a realização dos procedimentos acima descritos, a câmara pulpar fosse visualizada, o dente era sistematicamente descartado. Em seqüência, as superfícies dentinárias obtidas foram lavadas em água corrente, por um tempo mínimo de 10 segundos, com o intuito de livrá-las de qualquer impureza que pudesse vir a comprometer o procedimento adesivo. Após separação dos dentes hígidos e dos dentes cariados, as amostras obtidas e preparadas foram aleatoriamente divididas nos diversos grupos experimentais, e mantidos em água destilada até o momento de sua utilização.

4.2 Delineamento Experimental

Neste estudo, a resistência ao cisalhamento será analisada em função de 4 diferentes sistemas adesivos de composição e manejo clínico diferentes, sendo dois sistemas adesivos de condicionamento ácido total, e dois sistemas adesivos autocondicionantes (Quadro1), bem como, de dois diferentes substratos, ou sejam, dentina hígida e dentina afetada por cárie. Assim, tem-se como origem 8 condições experimentais que, em função do número de repetições ser da ordem de 10, o experimento apresentou um total de 80 corpos-de-prova.

Quadro1 - Materiais experimentais, composição e forma de aplicação

Material Experimental (Marca)	**Composição**	**Forma de Aplicação**
Scotch Bond Multi Purpose Plus (3M/ESPE)	2-hidroxietilmetacrilato (HEMA), ácido polialcenóico, bisglicidil metacrilato (Bis-GMA)	Condicionamento ácido por 15 segundos, lavagem 30 segundos, secagem com papel absorvente, aplicação ativa do Primer por 15 segundos, evaporação do solvente, aplicação do adesivo e fotoativação por 20 segundos
Single Bond 2 (3M/ESPE)	Etanol, 2-hidroxietilmetacrilato (HEMA), bisglicidil metacrilato (Bis-GMA), Silano tratado com partícula de sílica, Glicerol 1, 3 dimetacrilato, copolímero de ácido acrílico e ácido itacônico, diuretano dimetacrilato	Condicionamento ácido por 15 segundos, lavagem 30 segundos, secagem com papel absorvente, aplicação ativa de 2 camadas, evaporação do solvente e fotoativação por 20 segundos
Clearfill SE Bond (Kuraray)	10 Metacriloxil dihidrogênio fosfato (10-MDP), 2-hidroxietilmetacrilato (HEMA), dimetacrilato hidrofílico, canforoquinona, dietanol p-toluidina, água bisglicidil metacrilato (Bis-GMA), dimetacrilato hidrofóbico, sílica coloidal silanizada	Aplicação do primer por 20 segundos, aguardando 20 segundos para evaporação do solvente. Aplicação do adesivo seguido de fotoativação por 20 segundos.
Adper Prompt L-Pop (3M/ESPE)	Mono e Di-Hema fosfatos, dimetacrilato, canforoquinona, amina aromática substituída, fenol substituído, água, HEMA, ácido policarbônico de metacrilato	Aplicação ativa por 15 segundos, evaporação do solvente, fotoativação por 20 segundos

Desta maneira, foram obtidos um total de 8 grupos, sendo cada grupo formado por 10 dentes. Os grupos Controle foram representados pela

associação dos sistemas adesivos à dentina hígida (DH), que não passou por processo de cárie dentária, enquanto que os grupos Teste, foram representados pela associação dos mesmos sistemas adesivos à dentina afetada por cárie (DA), conforme apresentação abaixo:

G1: Scotchbond Multipurpose Plus (SM) em dentina hígida (DH)

G2: Scotchbond Multipurpose Plus (SM) em dentina afetada por cárie (DA)

G3: Single Bond (SB) em dentina hígida (DH)

G4: Single Bond (SB) em dentina afetada por cárie (DA)

G5: Clearfill SE Bond (CS) dentina hígida (DH)

G6: Clearfill SE Bond (CS) dentina afetada por cárie (DA)

G7: Adper Prompt L-Pop (AP) em dentina hígida (DH)

G8: Adper Prompt L-Pop (AP) em dentina afetada por cárie (DA)

4.3 Confecção dos corpos-de-prova

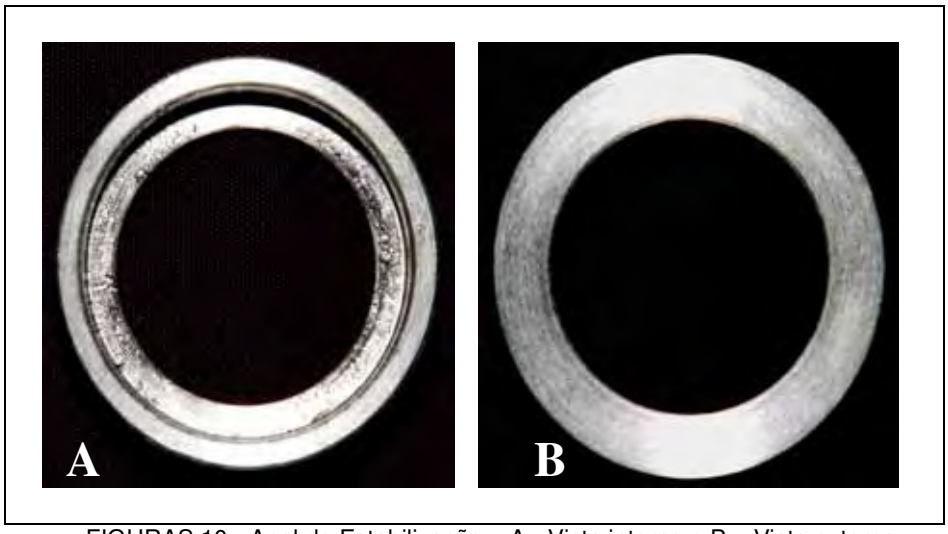
Após a realização do delineamento experimental, de acordo com a montagem e sorteio aleatório dos dentes para inserção nos devidos grupos, foram confeccionados corpos-de-prova referentes a cada grupo. Para a padronização da área adesiva foi utilizada uma fita adesiva (3M) com perfuração central de 4 mm, delimitando assim, a área de dentina que foi submetida aos diferentes tratamentos superficiais, de acordo com a forma de tratamento exposta no Quadro 1.

Os procedimentos adesivos referentes a cada grupo de estudo foram realizados de acordo com as instruções inerentes a cada sistema adesivo utilizado no estudo, visto que alguns dos sistemas adesivos utilizados não utilizam a etapa prévia de condicionamento ácido da estrutura dental (Clearfill SE Bond e Adper Prompt L-Pop), incorporando-a ao seu sistema. Assim, foram confeccionados cilindros de resina composta, utilizando-se matriz em aço inoxidável bipartida (Figura 9), apresentando 4 cm de diâmetro e 4 mm de altura, com perfuração central de 4 mm de diâmetro.

FIGURA 9 - Matriz Bipartida em aço Inoxidável.

Para melhor estabilização associou-se à mesma, um anel externo (Figuras 10 A e B), também de aço inoxidável com o mesmo diâmetro do

tubo PVC. Assim, o anel foi posicionado sobre o tubo PVC, sendo posteriormente posicionadas as duas metades da matriz, para inserção da resina composta.



FIGURAS 10 - Anel de Estabilização : A - Vista interna e B – Vista externa.

O preenchimento da matriz foi realizado através da inserção de dois incrementos de resina composta micro-híbrida Z-100 (3M/ESPE), de tal forma que cada incremento possuísse aproximadamente 2 mm de espessura, sendo cada um deles fotopolimerizado por 40 segundos, através de aparelho de luz halógena com intensidade de luz, aferida em radiômetro previamente calibrado, não inferior a 450 mw/cm^2. Ressalta-se que após a inserção do último incremento, tira matriz de poliéster foi posicionada sobre a matriz metálica. Após preenchimento, o anel externo que circundava o PVC, foi retirado em um movimento único no sentido

vertical, de baixo para cima, a matriz bipartida removida, e o cilindro de resina composta resultante fotopolimerizado por mais 40 segundos.

Após a confecção dos 80 corpos-de-prova (n=10), os mesmos foram armazenados em frascos individuais contendo água destilada, por 24 horas em estufa a 37°C, para serem submetidos ao ensaio de resistência de união ao cisalhamento. Cada corpo-de-prova foi então acoplado em dispositivo adaptado e o teste de cisalhamento realizado à velocidade de 0,5 mm/min. em Máquina de Ensaios Mecânicos MTS (Material Test System 810 – MTS Systems Corporation – Minneapolis – Minnesota – USA) usando uma ponta de extremidade em forma de cinzel. Esta ponta foi posicionada na base do cilíndro de resina composta, paralela à superfície dentinária (Figura 11), com o intuito de evitar vetores resultantes, que resultassem em falhas precoces, mascarando assim o real valor de resistência de união. O movimento foi cessado a partir do momento que se deu a ruptura ou falha dos espécimes e os dados coletados por meio de software específico (Test Works – Sistema Test Star 2 – MTS Systems Corporation – Minneapolis – Minnesota – USA). Os valores finais de resistência adesiva foram calculados dividindo-se os valores de carga máxima, obtidos em Newton (N), pela área de união dos espécimes, obtidas em mm^2, sendo, portanto, expressos em MPa.

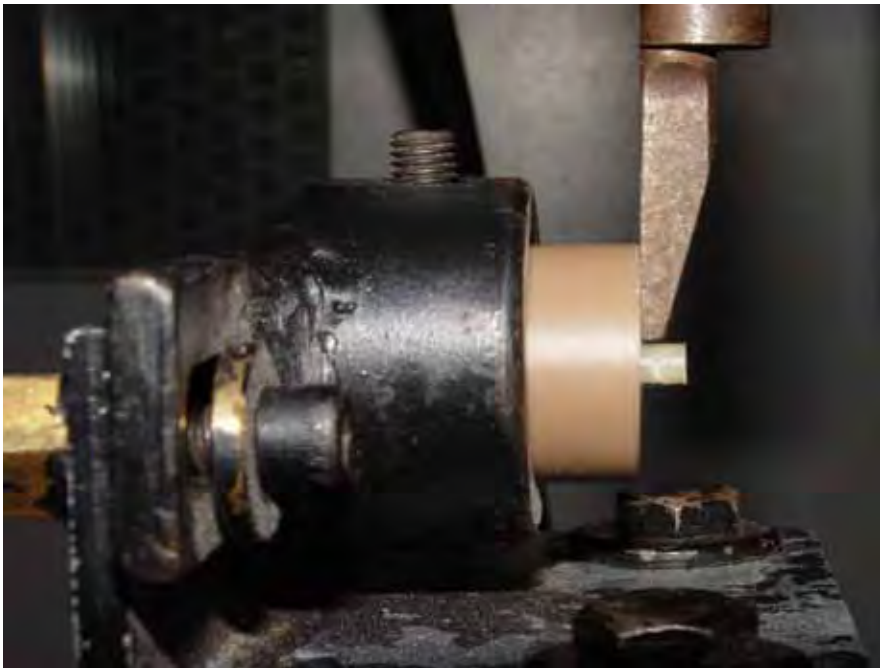


FIGURA 11 - Cinzel posicionado na base do cilindro de Resina Composta.

Para complementação do estudo, após os testes de resistência de união ao cisalhamento, as superfícies de dentina e resina correspondentes à área de adesão, foram observadas ao microscópio de luz , em aumento de 10X, para verificação do tipo de falha ocorrida, sendo classificadas em:

1. Adesiva: quando o adesivo estava presente na resina composta, na dentina ou em ambos;
2. Coesiva na Resina Composta: quando ocorria fratura da Resina composta, estando os dois lados do espécime coberto com Resina composta;
3. Coesiva na Dentina: quando ocorria fratura da dentina, e os dois lados do espécime possuíam remanescente dentinário;

4. Mista: quando havia presença de dois ou mais tipos de falha descritos anteriormente.

4.4 Planejamento Estatístico

O procedimento estatístico da análise de variância de dois fatores foi utilizado para avaliar os efeitos de sistema adesivo e de substrato sobre à resistência de união ao cisalhamento. Essa análise foi complementada por comparações múltiplas de médias pelo teste de Tukey. A análise de variância pressupõe que sejam satisfeitas, pelo menos aproximadamente, algumas condições. Destacam-se a homogeneidade de variâncias, julgada pelo teste de Levene, e a normalidade dos erros experimentais, avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk. Os erros experimentais são estimados pelos resíduos que são as diferenças entre os valores individuais de resistência e a média de resistência do grupo experimental ao qual os valores pertencem. Adotou-se, em todos os testes, o nível usual de 5% de significância para a tomada de decisão.

Para avaliação do tipo de falha ocorrida nos diferentes grupos, foi aplicada análise descritiva dos dados por meio de representação gráfica.

5 RESULTADO

Tabela 1 – Valores de resistência de união ao cisalhamento, em MPa, e tipos de falhas, de acordo com o sistema adesivo e o substrato

Sistema adesivo	Substrato dentinário			
	Hígido		Afetado por cárie	
ScotchBond Multipurpose Plus	27,0	Coes. dent.	17,6	Mista
(SM)	27,5	Mista	18,3	Adesiva
	25,5	Mista	21,1	Mista
	31,8	Coes. dent.	17,4	Adesiva
	30,0	Mista	20,0	Mista
	28,0	Mista	18,9	Mista
	27,6	Mista	18,9	Adesiva
	25,6	Coes. dent.	19,6	Mista
	23,7	Adesiva	22,3	Mista
	25,6	Coes. dent.	22,4	Mista
Single Bond	15,9	Adesiva	9,7	Adesiva
(SB)	27,6	Coes. dent.	12,3	Adesiva
	21,6	Adesiva	11,1	Adesiva
	20,4	Mista	15,6	Adesiva
	25,8	Adesiva	15,7	Adesiva
	20,6	Mista	11,6	Adesiva
	20,4	Mista	16,2	Mista
	25,4	Mista	6,5	Adesiva
	19,3	Adesiva	6,4	Adesiva
	19,6	Mista	10,3	Adesiva
Clearfill SE Bond	17,7	Adesiva	15,3	Adesiva
(CS)	22,0	Coes. dent.	24,4	Mista
	27,4	Mista	20,6	Mista
	27,3	Mista	20,8	Mista
	25,1	Mista	15,7	Mista
	14,4	Adesiva	25,2	Mista
	15,0	Adesiva	20,2	Mista
	20,4	Mista	20,9	Mista
	23,0	Mista	22,0	Mista
	16,2	Mista	25,2	Mista
Adapter Prompt L - Pop	7,8	Adesiva	15,8	Adesiva
(AP)	5,7	Adesiva	12,5	Adesiva
	9,5	Mista	10,2	Mista
	10,1	Adesiva	7,9	Adesiva
	14,7	Adesiva	4,2	Adesiva
	17,1	Mista	1,3	Adesiva
	2,6	Adesiva	4,7	Adesiva
	5,2	Adesiva	6,7	Adesiva
	11,9	Adesiva	6,0	Adesiva
	4,4	Adesiva	9,3	Adesiva

Na Tabela 1 acima, estão os valores originais de resistência de união ao cisalhamento, em MPa de acordo com Sistema Adesivo e Substrato Dentinário.

Na Tabela 2 está o sumário da Análise de Variância para avaliar os efeitos dos fatores em estudo sobre a resistência de união ao cisalhamento. Os testes de Levene e de Shapiro-Wilk sugerem que se pode aceitar a homogeneidade de variâncias e normalidade dos resíduos ($p>0,05$). Nota-se que há efeito altamente significativo ($p<0,001$) dos dois fatores: sistema adesivo e substrato, e também da interação entre eles, indicando que o efeito do sistema adesivo depende do substrato.

Tabela 2 - Sumário da Análise de Variância para avaliação dos efeitos de adesivo e substrato quanto à resistência ao cisalhamento

Efeito	Graus de liberdade	Média quadrática	F	P	
Adesivo	3	872,5	63,46	<0,001	*
Substrato	1	431,0	31,35	<0,001	*
Adesivo*Substrato.	3	124,8	9,07	<0,001	*
Resíduo	72	13,7			

Homogeneidade de variâncias: p= 0,073 (Teste de Levene)
Normalidade dos resíduos: p= 0,228 (Teste de Shapiro-Wilk)
* significativo

Para compreender essa dependência as médias de resistência foram comparadas duas a duas pelo teste de Tukey, cujos valores p estão expostos na Tabela 3.

Tabela 3 – Valores p do teste de Tukey para a comparação de médias de resistência de união ao cisalhamento

Adesivo	Substrato		{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}
SM	Hígido	{1}							
	Afetado	{2}	0,001						
SB	Hígido	{3}	0,027	0,925					
	Afetado	{4}	<0,001	<0,001	<0,001				
CS	Hígido	{5}	0,006	0,996	1,000	<0,001			
	Afetado	{6}	0,008	0,991	1,000	<0,001	1,000		
AP	Hígido	{7}	<0,001	<0,001	<0,001	0,756	<0,001	<0,001	
	Afetado	{8}	<0,001	<0,001	<0,001	0,353	<0,001	<0,001	0,998

Na Tabela 4 estão as médias e desvios padrão dos grupos experimentais em comparação, junto com o resultado da comparação das médias pelo teste de Tukey. Então, médias acompanhadas de letras iguais não são significativamente diferentes ao nível de significância de 5%. Assim, há evidência de que as médias de resistência dos substratos dentinários afetados por cárie são menores do que as médias dos substratos hígidos quanto aos sistemas adesivos convencionais, mas essa evidência de média menor entre os substratos não ocorre com os sistemas adesivos autocondicionantes.

Tabela 4 - Médias e desvios-padrão (DP) de resistência de união ao cisalhamento, em MPa (Médias acompanhadas de letras iguais não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância)

Adesivo	Substrato	Média	DP	
SM	Hígido	27,2	2,4	c
	Afetado	19,7	1,8	b
SB	Hígido	21,7	3,6	b
	Afetado	11,5	3,5	a
CS	Hígido	20,8	4,9	b
	Afetado	21,0	3,5	b
AP	Hígido	8,9	4,7	a
	Afetado	7,9	4,3	a

No Gráfico 1, a seguir, estão representados as médias amostrais de resistência de união ao cisalhamento e intervalos de 95% de confiança para as médias populacionais. Os intervalos permitem quantificar a significância estatística apontada pela Análise de Variância. Assim, quanto maior a sobreposição dos intervalos, menor a evidência de diferença entre as médias.

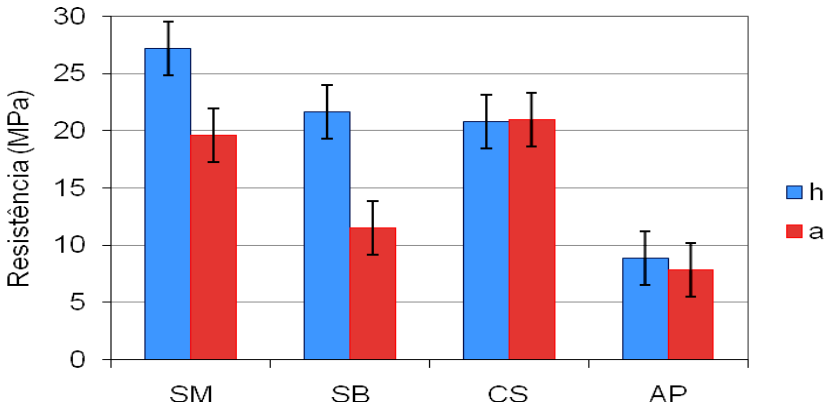


GRÁFICO 1 - Representação gráfica de médias amostrais (retângulos) de resistência ao cisalhamento e intervalos de 95% de confiança para as médias populacionais (barras).

Desta maneira, é pertinente ressaltar que para os sistemas adesivos que fazem uso da etapa prévia de condicionamento ácido da estrutura dental, com o ácido fosfórico à 37%, no caso em questão, o Scotchbond Multi Purpose Plus e o Single Bond 2, redução significativa dos valores de resistência de união foi evidenciada quando estes foram aplicados em dentina afetada por cárie. De forma contrária, para os

sistemas adesivos autocondicionantes, Clearfill SE Bond e Adper Prompt L-Pop.

Partindo para uma análise mais aprofundada dos dados submetidos ao tratamento estatístico, nos é permitido fazer as seguintes considerações: comparando-se os sistemas adesivos deste estudo, que englobam as quatro classes de sistemas adesivos utilizados na rotina odontológica, ou seja, convencionais, e autocondicionantes de 2 passos e um passo, nota-se que dos sistemas adesivos convencionais, o Scotchbond Multi Purpose Plus apresentou desempenho estatisticamente superior ao Single Bond 2, tanto em dentina hígida quanto em dentina afetada por cárie. Tal evidência foi também constatada nos sistemas adesivos autocondicionantes, ou seja, o sistema adesivo autocondicionante de 2 passos, Clearfill SE Bond, apresentou comportamento estatisticamente superior ao adesivo autocondicionante de passo único, Adper Prompt L-Pop. Confrontando-se agora os resultados encontrados para os sistemas adesivos convencionais e autocondicionantes, pode afirmar que em dentina hígida o Scotchbond Multi Purpose Plus foi estatisticamente superior ao Single Bond 2 e Clearfill SE Bond , e todos estes maiores que o Adper Prompt L-Pop (SM>SB=CS>AP). Contudo, a partir do momento que estes sistemas adesivos foram aplicados em dentina afetada por cárie, o desempenho destes foi afetado notadamente, de tal maneira que o Scotchbond Multi Purpose Plus, continuou a ter desempenho superior ao Single Bond 2 e

Adper Prompt L-Pop, porém estatisticamente semelhante ao Clearfill SE Bond. Do mesmo modo o Single Bond 2, que em dentina afetada por cárie apresentou comportamento estatisticamente semelhante ao Adper Prompt L-Pop (SM=CS>SB=AP).

Na Tabela 5 são apresentados a quantidade de cada tipo de falha que foram observadas em 10 dentes de cada grupo experimental, formado pela combinação de adesivo e substrato. Esses valores estão representados, em porcentagem, no Gráfico 2.

Tabela 5 – Número de falhas de acordo com o tipo da falha em dez amostras

Adesivo	Substrato	Tipo de Falha			
		Adesiva	Coesiva na resina	Coesiva na dentina	Mista
SM	Hígida	1	0	4	5
	Afetada	3	0	0	7
SB	Hígida	4	0	1	5
	Afetada	9	0	0	1
CS	Hígida	3	0	1	6
	Afetada	1	0	0	9
AP	Hígida	8	0	0	2
	Afetada	9	0	0	1

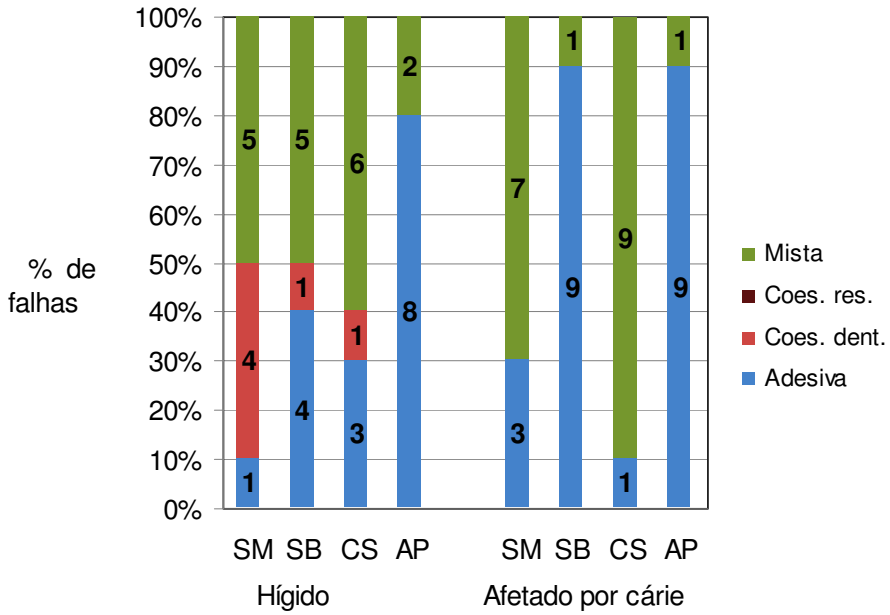


GRÁFICO 2 – Representação das porcentagens de falhas de acordo com o tipo da falha.

6 DISCUSSÃO

A união dos materiais restauradores à estrutura dental se dá através da utilização de materiais capazes de promover união tanto ao dente quanto ao material restaurador, sendo o mais comum destes, a resina composta. Estes materiais, utilizados para tal finalidade são chamados de adesivos, e a maneira como se dá o fenômeno de retenção destes, à estrutura dental, dá-se o nome de adesão. Quando avaliamos o atual estágio de evolução destes sistemas adesivos, observamos intensa evolução no campo de pesquisa destes materiais, bem como, no processo de adesão à estrutura dental [6,7].

Ao longo dos 55 anos de estudos relacionados aos materiais e processo de adesão, há de se destacar o fator impulsionante à chamada "Era Adesiva", que foi a introdução da técnica de condicionamento ácido proposta por Buonocore em 1955, e mais tarde, o surgimento da resina composta desenvolvida por Bowen em 1963. Embora, a técnica de condicionamento ácido em esmalte, resulte em adequado vedamento marginal em áreas circundadas por esmalte,[16,59] observa-se ainda dificuldades na obtenção de adequado selamento quando se trabalha em substrato dentinário.

Esta observação é particularmente interessante quando temos margens cavitárias resultantes de preparos cavitários sobre-estendidos além da junção amelo-dentinária, e mais crítica ainda quando a margem cavo-superficial destes preparos localiza-se em dentina, visto que, muitos

são os trabalhos[16,59,19] que demonstram alto grau de microinflitração marginal em substrato dentinário. A habilidade em selar substratos que tiveram seu selamento hermético comprometido, seja por fraturas, lesões não cariosas (abrasão, erosão, abfração e atrição) e lesões cariosas, é intimamente relacionada à composição do substrato sobre o qual irá se realizar o procedimento adesivo, ou seja, procedimentos adesivos realizados em esmalte apresentam comportamento diferente de procedimentos realizados em dentina. Sendo assim, é importante salientar que, enquanto o esmalte é constituído quase que exclusivamente por conteúdo mineral, representando 96% em volume, e apenas 4% de água e traços protéicos, a dentina apresenta-se como um tecido mineralizado, tubular, composto em volume, de aproximadamente 50% de hidroxiapatita, 20% de água e 30% de matriz orgânica, principalmente, o colágeno[35]. Não obstante a complexa composição do substrato dentinário, diferenças ao longo de sua profundidade também se fazem presentes.

A dentina superficial apresenta maior conteúdo mineral, representado pela maior presença de dentina intertubular, menor quantidade de túbulos dentinários por mm^2, enquanto que uma dentina mais profunda caracteriza-se pela reduzida quantidade de dentina intertubular, maior quantidade de túbulos dentinários, apresentando-se estes mais abertos. Em conseqüência de tais características, o mecanismo pelo qual se dá o fenômeno de adesão vai variar em função

de tal fator, onde temos trabalhos[63,46] mostrando que em dentina profunda, a adesão é pobremente conseguida, justificado através do fato de que o conteúdo mineral disponibilizado para o embricamento micromecânico com a trama de fibrilas colágenas é mínimo, devido à quase inexistência de dentina intertubular.

Soma-se ainda, o fato que em dentina profunda, como a presença de túbulos e abertura destes é maior, a presença de fluido intradentinário, que transita via túbulos, banha este substrato quando da realização de procedimentos restauradores adesivos, comprometendo o processo de adesão, podendo ao longo do tempo, gerar hidrólise da camada híbrida aí instalada [63,46].

Invariavelmente, o corte de tecido dentário pela interposição de pontas diamantadas, através da ação de desgaste, pontas carbide, pela ação de corte, ou mesmo o preparo do substrato dentinário para realização de testes adesivos, produz sobre este, uma camada amorfa constituída de restos de dentina, de processos odontoblásticos, bactérias, restos adamantinos, sangue, a qual fica depositada sobre a dentina subjacente, e é denominada *smear layer*.

A presença dessa *smear layer* pode alterar a morfologia e as propriedades químicas e físicas da dentina[13], estabelecendo uma barreira protetora contra a difusão, sendo sua remoção através do condicionamento ácido, responsável pelo aumento da permeabilidade dentinária, através da movimentação do fluido dentinário devido ao

gradiente de pressão osmótica, que sob algumas condições deve ser considerado como ponto negativo[45], interferindo no processo de adesão.

Para o ideal estabelecimento do processo adesivo, o padrão de secagem do substrato dentinário obtido, acaba sendo variável crítica, sendo objeto de estudo de alguns pesquisadores [28,29,47], onde observaram que melhores valores de adesão foram obtidos quando utilizados em substrato dentinário úmido, pois nesta situação, a partir do momento que se utiliza uma substância ácida sobre a dentina, ocorre a desmineralização do conteúdo mineral representado pela hidroxiapatita, expondo a malha de fibrilas colágenas aí presentes. Neste momento é de extrema importância, que estas fibrilas não se colabem, gerando colapso de sua rede, e conseqüente geração de uma camada híbrida ineficaz.

Sendo assim, a água tem o papel de manter essas fibrilas em expansão, até o momento da aplicação de um primer, que irá deslocar essa água, para posterior impregnação do adesivo dentinário, formando assim o complexo híbrido[36], desde que se utilizem sistemas adesivos com etapa prévia de condicionamento ácido da estrutura dental.

Como visto, temos sistemas adesivos que para efetiva interação com o substrato dentinário, necessitam de prévia aplicação de soluções ácidas, via de regra, o ácido fosfórico, o qual remove totalmente a *smear layer*, possibilitando a infiltração de monômeros hidrofílicos por entre a malha de fibrilas colágenas para formação da camada híbrida. Para esse grupo de sistemas adesivos denominados de adesivos *"all-etching"* ou de

condicionamento ácido total, podemos encontrar estes com a solução *primer* e solução adesivo, em frascos separados, ou no mesmo frasco, também conhecido como *"one-bottle",* sendo a maior diferença entre eles, o tipo de solvente presente, podendo ser acetona, etanol ou água.

Com o intuito de simplificar a técnica, otimizando o tempo operatório, e minimizando os passos clínicos, surgiram no mercado odontológico, os sistemas adesivos *"self-etching",* ou adesivos autocondicionantes. Estes podem incorporar os monômeros ácidos na solução *primer*, estando o adesivo em frasco separado, ou apresentar-se em um único frasco, possibilitando uma única etapa de aplicação, ou seja, *primer* e adesivo no mesmo frasco, sendo estes denominados adesivos *"all-in-one".*

Ainda é controversa a utilização de adesivos autocondicionantes em detrimento aos adesivos de condicionamento ácido total, visto que há uma inconsistência na literatura sobre o real efeito destes adesivos quando comparados aos de condicionamento total [6,49,.62], dando-se preferência para os sistemas adesivos autocondicionantes de 2 (dois) passos, que apresentam maior homogeneidade e previsibilidade de resultados quando comparados com os de condicionamento ácido total. Os sistemas adesivos autocondicionantes de passo único são os que vêm apresentando resultados negativos com desempenho duvidoso.

Um dos motivos que justificaria o baixo desempenho destes sistemas adesivos quando comparados aos sistemas adesivos

convencionais, é a interação do adesivo com o substrato dentinário, visto que nestes sistemas, há incorporação da *smear layer* na camada híbrida, resultando em uma camada híbrida menor e heterogênea, fato este que pode ser explicado pela diferença de pH entre os sistemas adesivos, pois, enquanto o ácido fosfórico apresenta um pH de 0,6, os autocondicionantes apresentam em média um pH de 2,04 [49].

Como visto, até o momento, vários são os fatores que contribuem para o estabelecimento e consolidação do processo adesivo, e formação da camada híbrida. Com o objetivo de estudar o fenômeno da adesão dentária, comparar o desempenho das diferentes categorias de sistemas adesivos, a literatura correlata é incessante na busca da compreensão de tal fator. Contudo, a maioria dos trabalhos sobre adesão é realizada em dentina hígida, sendo poucos aqueles realizados em dentina afetada por cárie.

Desta maneira, sabendo-se que rotineiramente a condição clínica mais relevante, encontrada durante a execução de procedimentos restauradores, é o substrato afetado por cárie, buscou-se avaliar o efeito deste substrato na resistência de união de sistemas adesivos convencionais e autocondicionantes.

Os resultados do presente estudo exibiram que a resistência de união avaliada em dentina hígida e afetada por cárie, é dependente do sistema adesivo utilizado, assim como do substrato sobre o qual este é aplicado. Os sistemas adesivos convencionais Scotchbond Multi Purpose

Plus e Single Bond 2, foram significantemente afetados quando aplicados em dentina alterada por cárie, enquanto que os sistemas adesivos autocondicionantes Clearfil SE Bond e Adper Prompt L-Pop, não evidenciaram qualquer indicio de alteração significativa quando aplicados sobre o mesmo substrato.

Os resultados alcançados quando comparados com a literatura, são bastante controversos, ou seja, apresentam similaridades em alguns aspectos, e divergências em outros. Sendo assim, para os sistemas adesivos convencionais utilizados no presente trabalho, os resultados obtidos são concordantes com estudos prévios comparando adesão em dentina hígida e afetada por cárie [2, 9, 69], e discordantes dos trabalhos de Nakajima et al [39]., 1995 e Nakajima et al[37,38]., 1999, os quais não encontraram diferenças significativas quando utilizaram o Scotchbond Multi Purpose Plus em dentina afetada por cárie. Discorda também do trabalho de Hosoya et al[26]. em 2006, que não encontrou diferenças significativas quando da utilização do Single Bond em dentina afetada por cárie. Há de se salientar, que neste estudo[26], o método utilizado no trabalho para realização do ensaio de microtração foi diferente do tradicional. Assim os autores utilizaram um jig, fazendo com que as amostras ficassem fortemente aderidas ao dispositivo e as forças de tração atuassem efetivamente resultando em baixos valores de resistência adesiva à microtração. Ressalta-se também, a utilização de

dentina decídua, que apresenta características físicas e estruturais diferentes da dentina de dentes permanentes.

A existência dos processos patológicos como cárie e hipermineralização, pode alterar a química e a estrutura da dentina. O fato de a dentina ser passível de sofrer alterações em sua composição, devido ao avanço da idade, atrição, cáries e procedimentos restauradores, fatores que levam ao aumento da esclerose dentinária e diminuição dos componentes orgânicos, particularmente, o colágeno, pode reduzir a efetividade dos sistemas adesivos que se baseiam na presença de colágeno para formação da camada híbrida de adesão[17].

Por outro lado, túbulos dentinários obliterados, devido à esclerose, podem aumentar a adesão à dentina através da redução do fluido dentinário, que, quando presente, pode interferir no mecanismo adesivo. Sugere-se que essa possa ser uma das justificativas para o sistema adesivo autocondicionante Clearfill SE Bond, não ter apresentado diferenças estatisticamentes significativas quando aplicado em dentina afetada por cárie, uma vez que, não foi realizado condicionamento ácido com solução ácida de ph forte, que aumentaria a embocadura dos túbulos, aumentando assim a quantidade de umidade no substrato, fato este que interfere negativamente no processo adesivo. Soma-se a tal afirmação a seguinte colocação: sistemas autocondicionantes, por desmineralizarem e infiltrarem a dentina simultaneamente, favorecem a formação de uma camada híbrida mais homogênea e com um menor

número de imperfeições, embora menos espessa [60]. O sistema Clearfil SE Bond, devido a sua pequena agressividade, não dissolve completamente a *smear layer*, a qual se torna hibridizada pelo componente polimérico. A dissolução parcial dessa estrutura permite que monômeros funcionais presentes nas formulações de sistemas autocondicionantes interajam quimicamente com a hidroxiapatita remanescente ao redor das fibrilas de colágeno parcialmente expostas. O monômero ácido 10-metacriloiloxidecildihidrogênio fosfato (10-MDP), presente no sistema Clearfil SE Bond, adere rapidamente à hidroxiapatita, formando ligações bastante estáveis e resistentes à ação da água. Especula-se também que o fato de encontrarmos desempenho similar do Clearfill SE Bond em dentina hígida e afetada por cárie seja devido ao fato que tal estudo utilizou como teste mecânico para avaliar a resistência de união da interface adesiva, o ensaio de cisalhamento, que estabelece maior área para estabelecimento da união adesiva. Deste modo, caso pequenas imperfeições estejam incorporadas à interface de união, esta poderia ser compensada pela área de união sobressalente, ao contrário do ensaio de microtração que utiliza reduzida área para avaliação do ensaio de resistência, onde qualquer imperfeição poderia servir de ponto focal para estresse e comprometer a resistência de união obtida [37].

A obliteração total ou parcial dos túbulos dentinários e a presença de dentina intertubular com depósitos minerais podem impedir adesões confiáveis dos sistemas restauradores resinosos[37,47], por diminuição do

número de *tags* resinosos, redução do módulo de elasticidade e resistência coesiva da dentina[69], corroborando achados[70] , onde relatam que a deposição de cristais fosfato-beta-tricálcio em lesões de cárie aumenta o conteúdo mineral, diminuindo a permeabilidade dentinária, e em conseqüência afetar o desempenho dos agentes adesivos.

Ainda segundo Nakajima et al.[39] (1995), a dentina afetada por cárie pode conter substâncias, talvez glicoproteínas ou mucopolissacarídeos que interferem no molhamento e penetração do sistema adesivo nas microporosidades da dentina e/ou em sua polimerização. Deste modo, as fibrilas colágenas na base da camada híbrida não são completamente envolvidas pelo *primer* e adesivo, configurando uma área fragilizada e com baixos valores de resistência de união adesiva.

Em relação ao sistema autocondicionante de passo único, a baixa resistência adesiva à dentina afetada poderia ser explicada pela presença de cristais ácidos resistentes e proteínas extrínsecas na *smear layer*. Estas substâncias são permeadas na fase mineral da dentina durante os ciclos de desmineralização. Esta *smear layer* é mais resistente ao ácido do sistema autocondicionante que a *smear layer* formada sobre a dentina sadia. Se o sistema autocondiconante não conseguir transpor a *smear layer* e atingir a dentina subjacente, somente ocorrerá hibridização da camada superficial, resultando em baixa resistência de união adesiva. Adicionalmente, a acidez do *primer* poderia ser neutralizada pelo conteúdo mineral da *smear layer* [68]. Os resultados encontrados para o

Adper Prompt L-Pop são concordantes com estudos prévios [6,9] que registraram baixos valores de resistência de união e inconsistência de resultados para este sistema adesivo autocondicionante, não diferindo em dentina hígida e afetada por cárie, como no estudo conduzido neste trabalho. A baixa resistência adesiva encontrada para o Adper Prompt L-Pop não pode ser relacionada ao seu alto potencial acídico, gerando camadas híbridas semelhantes às obtidas com o ácido fosfórico, mas sim, ao baixo grau de conversão deste sistema adesivo de passo único, não possuindo os requisitos necessários para adesão confiável à estrutura dental.

Uma alternativa para se promover solubilização suficiente da porção mineral e maior infiltração de resina seria aumentar o tempo de ação do *primer* autocondicionante ou utilizar um ácido mais forte [65]. Contudo, verificaram que a utilização mais forte ou ataque ácido adicional também poderiam enfraquecer a adesão. Isto ocorre, pois a dentina pode ser desmineralizada a uma profundidade tal, que o sistema adesivo não consegue penetrar completamente.

É de extrema importância o estudo fenômeno de adesão aos diferentes tipos de substrato dentinários, visto que, clinicamente nota-se descuido e dificuldade na identificação e remoção do tecido cariado e infectado, que eventualmente poderia ser mantido na cavidade, acarretando união adesiva instável, e traduzida por microinfiltração marginal e acometimento de cárie secundária, gerando insucesso do

tratamento restaurador, que muitas vezes é erroneamente confundida com excelência estética por mimetismo da resina composta com a estrutura dental. O presente estudo evidencia que o fenômeno da hibridização dentinária é dependente de vários fatores, sistemas adesivos e suas várias formulações, substrato dentinário com sua complexa composição, e que, estes fatores, somados ao fato de que o procedimento restaurador é realizado em cavidades que resultam, muitas vezes, em fator de configuração cavitária elevado, poderia contribuir para o insucesso do procedimento. De acordo com tal assertiva, é de suma importância que o profissional tenha capacidade de reconhecer a dentina infectada, e esta corretamente eliminada do tecido sobre o qual se dará o processo de hibridização, com intuito de evitar o fracasso precoce do procedimento. Em dentina afetada por cárie, existe controvérsia em relação a este aspecto, de toda maneira, partindo do principio, que via de regra, esta dentina é circundada por dentina sadia, o procedimento restaurador aumenta suas chances de sucesso, desde que, tais parâmetros sejam respeitados.

Partindo da premissa que os procedimentos restauradores adesivos são realizados nos mais diferentes tipos de dentina, ou seja, dentina hígida, dentina afetada por cárie, dentina terciária, dentina esclerosada, e que invariavelmente atuamos também em esmalte, aconselha-se desta maneira, utilizar sistemas adesivos de condicionamento ácido total de três passos, visto que este apresentou

desempenho satisfatório em dentina hígida e dentina afetada por cárie, assim como o já comprovado selamento em margens circundadas por esmalte.

Pode-se finalizar, recordando que vários são os fatores envolvidos e inter-relacionados com os procedimentos adesivos, contribuindo em diferentes graus para os resultados observados. Sendo assim, a discussão que o assunto promove frente às dúvidas suscitadas, faz com que muitos estudos ainda sejam necessários para a compreensão minuciosa do fenômeno adesivo.

7 CONCLUSÃO

Com base na metodologia utilizada e de acordo com os resultados entende-se lícito concluir que:

- A resistência de união ao cisalhamento é dependente do tipo de sistema adesivo utilizado, bem como, do substrato sobre o qual este é aplicado;
- É aconselhável que testes de resistência de união sejam realizados em diferentes substratos;
- A dentina afetada por cárie altera negativamente o desempenho dos sistemas adesivos convencionais, quando comparados com a dentina hígida, e inócua para os adesivos autocondicionantes;
- O sistema adesivo convencional de três passos, mesmo apresentando desempenho reduzido em dentina afetada, comportou desempenho similar ao sistema adesivo autocondicionante de dois passos.

8 REFERÊNCIAS*

1. Angker L, Nockolds C, Swain MV, Kilpatrick N. Correlating the mechanical properties to the mineral content of carious dentine – a comparative study using an ultra-micro indentation system (UMIS) and SEM-BSE signals. Arch Oral Biol. 2004; 49: 369-78.

2. Arrais CA, Giannini M, Nakajima MT, Tagami J. Effects of additional and extended acid etching on bonding to caries-affected dentine. Eur J Oral Sci. 2004; 112: 458-64.

3. Banerjee A, Kidd EAM, Watson TF. Scanning electron microscopic observations of human dentine after mechanical caries excavation. J Dent. 2000; 28: 179-86.

4. Bedran de Castro AKB, Cardoso PEC, Ambrosano GMB, Pimenta LAF. Thermal and mechanical load cycling on microleakage and shear bond strength to dentin. Oper Dent. 2004; 29: 42-8.

5. Beeley KA, Yip HK, Stevenson AG. Chemomechanical caries removal: a review of the techniques and latest developments. Br Dent J. 2000; 188: 427-30.

6. Bouillaguet S, Gysi P, Wataha JC, Ciucchi B, Cattani M, Godin C et al. Bond strength of composite to dentin using conventional, one-step, and self-etching adhesive systems. J Dent. 2001; 29: 55-61.

---

* De acordo com o estilo Vancouver. Disponível no site: http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_ requirements. html

7. Braga RR, Cesar PF, Gonzaga CC. Tensile bond strength of filled and unfilled adhesives to dentin. Am J Dent. 2000; 3: 73-6.

8. Burrow MF, Bokas J, Tanumiharja M, Tyas MJ. Microtensile bond strengths to caries-affected dentine treated with Carisolv. Aust Dent J. 2003; 48: 110-14.

9. Ceballos L, Camejo DG, Victoria Fuentes M, Osorio R, Toledano M, Carvalho RM et al. Microtensile bond strength of total-etch and self-etching adhesives to caries-affected dentine. J Dent. 2003; 31: 469-77.

10. Çehreli ZC, Yazici AR, Akca T, Ozgunaltay G. A morphological and microtensile bond strength evaluation of a single – bottle adhesive to caries-affected human dentine after four different caries removal techniques. J Dent. 2003; 31: 429-35.

11. Chain MC, Chain JB, Lopes GC. Avaliação laboratorial do sistema adesivo Single Bond. Rev Bras Odontol. 1999; 56: 99-103.

12. Chan KM, Tay FR, King NM, Imazato S, Pashley DH. Bonding of mild self-etching primers/adhesives to dentin with thick smear layers. Am J Dent. 2003; 16: 340-6.

13. Chinelatti MA, Corona SAM, Borsatto MC, Ribeiro LF, Rocha RASS, Palma-Dibb RG. Analysis of surfaces and adhesives interfaces of enamel and dentin after different treatments. J Mater Sci: Mater Med. 2007; 18: 1465-70.

14. Doi J, Itota T, Torii Y, Nakabo S, Yoshiyama M. Micro-tensile bond strength of self-etching primer adhesive systems to human coronal carious dentin. J Oral Rehabil. 2004; 31: 1023-8.

15. Eick, JD, Gwinnet AJ, Pashley DH, Robinson SJ. Current concepts on adhesion to dentin. Crit Rev Oral Biol Med. 1997; 8: 306-35.

16. Erhardt MC, Magalhães CS, Serra MC. The effect of rebonding on microleakage of class V aesthetic restorations. Oper Dent. 2002; 27: 396-402.

17. Erickson RL. Surface interactions of dentine adhesive materials. Oper Dent. 1992; 17 (suppl. 5): 81-94.

18. Frankenberger R, Kramer N, Petschelt A. Techinique sensitive of dentin bonding: effect of application mistakes on bond strength and marginal adaptation. Oper Dent. 2000; 25: 324-30.

19. Fu BP, Jin GS, Hanning M. Effect of self-etching primers on microleakage of resin composites in class V restorations. Zhejiang da Xue Xue Bao Yi Xue Ban 2002; 31: 363-6.

20. Fusayama T. Two layers of carious dentin: diagnosis and treatment. Oper Dent. 1979; 4: 63 -70.

21. Fusayama T, Terashima S. Differentiation of two layers of carious dentin by staining. Bull Tokyo Med Dent Univ. 1972; 19: 83-92.

22. Fusayama T, Nakamura M, Kurasaki N, Iwaku M. Non-pressure adhesion of a new adhesive restorative resin. J Dent Res. 1979; 58: 1364-70.

23. Garcia FCP, D'Alpino PHP, Terada RSS, Carvalho RM. Testes mecânicos para a avalição laboratorial da união resina/dentina. Rev Fac Odontol Bauru. 2002; 10: 118-27.

24. Hara AT, Pimenta LAF, Rodrigues Jr AL. Influence of cross-head speed on resin-dentin shear bond strength. Dent Mat. 2001; 17: 165-9.

25. Harnirattisai C, Inokoshi S, Shimada Y, Hosoda H. Interfacial morphology of an adhesive composite resin and etched caries-affected dentin. Oper Dent. 1992; 17: 222-8.

26. Hosoya Y, Kawada E, Ushigome T, Oda Y, Garcia-Godoy F. Micro-tensile bond strength of sound and caries-affected primary tooth dentón measured with original designed jig. J Biomed Mater Res Part B: Appl Biomater. 2006; 77: 241-8.

27. Jackson RJ, Lim DV, Dao, ML. Identification and analysis of a collagenolytic activity in Streptococcus mutans. Curr Microbiol. 1997; 34: 49-54.

28. Kanca III J. Improving bond strength through acid etching of dentin and bonding to wet dentin surfaces. J Am Dent Assoc. 1992; 123: 35-42.

29. Kanca III J. Resin bonding to wet substrate I. Bonding to dentin. Quintessence Int. 1992; 23: 39-41.

30. Kimochi T, Yoshiyama M, Urayama A, Matsuo T. Adhesion of a new commercial self-etching/self-priming bonding resin to human caries-infected dentin. Dent Mater J. 1999; 18: 437-43.

31. Koshiro K, Inoue S, Tanaka T, Koase K, Fujita M, Hashimoto M, et al. In vivo degradation of resin-dentin bonds produced by a self-etch vs. a total-etch adhesive system. Eur J Oral Sci. 2004; 112: 368-75.

32. Kuboki Y, Ohgushi K, Fusayama T. Collagen biochemistry of the two layers of carious dentin. J Dent Res. 1977; 56: 1233-7.

33. Kwong SM, Tay FR, Yip HK, Kei LH, Pashley DH. An ultra structural study of the application of dentine adhesives to acid-conditioned sclerotic dentine. J Dent. 2000; 28: 515-28.

34. Miyazaky M, Onose H, Moore BK. Effect of operator variability on dentin bond strength of two step bonding systems. Am J Dent. 2000; 13: 101-4.

35. Nakabayashi N, Pashley DH. Hybridization of dental hard tissues. Tokio:Quintessence; 1998. 129p

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

37. Nakajima M, Sano H, Zheng L, Tagami J, Pashley DH. Effect of moist vs. dry bonding to normal vs. cariesaffected dentin with Scotchbond multi-purpose plus. J Dent Res. 1999; 78: 1298-303.

38. Nakajima M, Ogata M, Okuda M, Tagami J, Sano H, Pashley DH. Bonding to caries-affected dentin using self - etching primers. Am J Dent. 1999; 12: 309-14.

39. Nakajima M, Sano H, Burrow MF, Tagami J, Yoshiyama M, Ebisu S, et al. Tensile bond strength and SEM evaluation of cariesaffected dentin using dentin adhesives. J Dent Res. 1995; 74: 1679-88.

40. Nakaoki Y, Nikaido T, Burrow MF, Tagami J. Effect of residual water on dentin bond strength and hybridization of a one-bottle adhesive system. Oper Dent. 2002; 27: 563-8.

41. Nakornchai S, Harnirattisai C, Surarit R, Thiradilok S. Microtensile bond strength of a total-etching versus self-etching adhesive to caries-affected and intact dentin in primary teeth. JADA. 2005; 136: 477-83.

42. Nishitani Y, Yoshiyama M, Tay FR, Wadgaonkar B, Waller J, Agee K, et al. Tensile strength of mineralized/desmineralized human normal and carious dentin. J Dent Res. 2005; 84: 1075-8.

43. Ohgushi K, Fusayama T. Electron microscopic structure of the two layers of carious dentin. J Dent Res. 1975; 54: 1019-26.

44.Palma RG, Turbino ML, Matson E, Powers JM. Bond strength to dentin with artificial carious lesions: influence of caries detecting dye. Am J Dent. 1998; 11: 128-30.

45.Pashley DH. Smear layer: overview of structure and function. Proc Finn Dent Soc. 1992; 88(suppl.1): 215-24.

46.Pashley DH, Horner JA, Brewer PD. Interactions of conditioners on the dentine surface. Oper Dent. 1992; 17: 137-50.

47.Perdigao J, Swift Jr. EJ. Analysis of dental adhesives systems using scanning microscopy. Int Dent J. 1994; 44: 349-59.

48.Retief DH. Standardizing laboratory adhesion tests. Am J Dent. 1991; 4: 231-6.

49.Rocha PI, Borges AB, Rodrigues JR, Pagani C. Shear bond strength of three adhesive systems to bovine dentin. Rev Odontol UNESP. 2003; 32: 75-80.

50.Sadr A, Shimada Y, Tagami J. Effects of solvent drying time on micro-shear bond strength and mechanical properties of two self-etching adhesive systems. Dent Mater. 2007; 23: 1114-9.

51.Sakoolnamarka R, Burrow MF, Kubo S, Tyas MJ. Morphological study of demineralized dentine after caries removal using two different methods. Aust Dent J. 2002; 47: 116-22.

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

53.Sarnat H, Massler M. Microstructure of active and arrested dentinal caries. J Dent Res. 1965; 44: 1389-410.

54.Sato Y, Fusayama T. Removal of dentin by fuchsin staining. J Dent Res. 1976; 55: 678-93.

55.Sattabanasuk V, Burrow MF, Shimada Y, Tagami J. Resin adhesion to caries-affected after different removal methods. Aust Dent J. 2006; 51: 162-9.

56.Sengun A, Koyuturk AE, Sener Y, Ozer F. Effect of desensitizers on the bond strength of a self-etching adhesive system to caries-affected dentin on the gingival wall. Oper Dent. 2005; 30: 430-5.

57.Sengün A, Unlu N, Ozer F, Ozturk B. Bond strength of five current adhesives to cariesaffected dentin. J Oral Rehabil. 2002; 29: 777-81.

58.Sonoda H, Banerjee A, Sherriff M, Tagami J, Watson TF. An in vitro investigation of microtensile bond strengths of two dentine adhesives to caries-affected dentine. J Dent. 2005; 33: 335-42.

59.St Georges AJ, Wilder AD Jr, Perdigão J, Swift EJ Jr. Microleakage of class V composites using different placement and curing techniques: an in vitro study. Am J Dent. 2002; 15: 244-7.

60. Tay FR, Carvalho R, Sano H, Pashley DH. Effect of smear layers on the bonding of a self-etching primer to dentin. J Adhes Dent. 2000; 2: 99-116.

61. Titley K, Caldwell R, Kulkarni G. Factors that affect the shear bond strength of multiple component and single bottle adhesives to dentin. Am J Dent. 2003; 16: 120-4.

62. Toledano M, Osorio R, De Leonardi G, Rosales-Leal JI, Ceballos L, Cabrerizo-Vilchez MA. Influence of self etching primer on the resin adhesion to enamel and dentin. Am J Dent. 2001; 14: 205-10.

63. Van Meerbeek B, Lambrechts P, Inokoshi S, Braem M, Vanherle G. Factors affecting adhesion to mineralized tissues. Oper Dent. 1992; 17(suppl. 5): 111-24.

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

65. Yazici AR, Ozgunaltay G, Dayangaç B. A scanning electron microscope study of different caries removal techniques on human dentin. Oper Dent. 2002; 27: 360-6.

66. Yip HK, Beeley JA, Stevenson AG. Mineral content of the dentine remaining after chemomechanical caries removal. Caries Res. 1995; 29: 111-7.

67. Yoshiyama M, Urayama A, Kimochi T, Matsuo T, Pashley DH. Comparison of a conventional vs self - etching adhesive bonds to caries-affected dentin. Oper Dent. 2000; 25: 163-9.

68. Yoshiyama M, Doi J, Nishitani Y, Itota T, Tay FR, Carvalho RM, et al. Bonding ability of adhesive resins to caries - affected and caries - infected dentin. J Appl Oral Sci. 2004; 12: 171-6.

69. Yoshiyama M, Tay FR, Doi J, Nishitani Y, Yamada T, Itou K, et al. Bonding of self-etch and total-etch adhesives to carious dentin. J Dent Res. 2002; 81: 556-60.

70. Yoshiyama M, Tay FR, Torii Y, Nishitani Y, Doi J, Itou K, et al. Resin adhesion to carious dentin. Am J Dent. 2003; 16: 47-52.

71. Xie J, Flaitz CM, Hicks MJ, Powers JM. Bond strength of composite to sound and artificial carious dentin. Am J Dent. 1996; 9: 31-3.

72. Zacharia MA, Munshi AK. Microbilogical assessment of dentin stained with a caries detector dye. J Clin Pediatric Dent. 1995; 19: 111-5.

73. Zheng L, Hilton JF, Habelitz S, Marshall SJ, Marshall GW. Dentin caries activity status related to hardness and elasticity. Eur J Oral Sci. 2003; 111: 243-52.

9 ANEXO

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE ARARAQUARA

Comitê de Ética em Pesquisa

Certificado

Certificamos que o projeto de pesquisa intitulado *"ESTUDO DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE SISTEMAS ADESIVOS: INFLUÊNCIA DE DIFERENTES SUBSTRATOS"*, sob o protocolo nº 16/07, de responsabilidade do Pesquisador (a) *MARIA SALETE MACHADO CANDIDO*, está de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS, de 10/10/96, tendo sido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa-FOAr, com validade de 01 (um) ano, quando será avaliado o relatório final da pesquisa.

Certify that the research project titled *"STUDY OF THE SHEAR BOND STRENGTH OF ADHESIVE SYSTEMS: INFLUENCE OF DIFFERENTS SUBSTRATUMS"*, protocol number 16/07, under Dr *MARIA SALETE MACHADO CANDIDO*, responsability, is under the terms of Conselho Nacional de Saúde/MS resolution # 196/96, published on May 10, 1996. This research has been approved by Research Ethic Committee, FOAr-UNESP. Approval is granted for 01 (one) year when the final review of this study will occur.

Araraquara, 02 de agosto de 2007.

Profª Drª *Mirian Aparecida Onofre*
Coordenadora

Autorizo a reprodução deste trabalho.

(Direitos de publicação reservado ao autor)

Araraquara, 14 de dezembro de 2007.

DARLON MARTINS LIMA