

JOÃO FERNANDO KINA

**“INFLUÊNCIA DA SMEAR LAYER E DA CONDIÇÃO DE
TRATAMENTO DA DENTINA (*IN VIVO* E *IN VITRO*),
SOBRE A RESISTÊNCIA DE UNIÃO”.**

ARARAQUARA

2004

JOÃO FERNANDO KINA

**“INFLUÊNCIA DA SMEAR LAYER E DA CONDIÇÃO DE
TRATAMENTO DA DENTINA (*IN VIVO* E *IN VITRO*),
SOBRE A RESISTÊNCIA DE UNIÃO”.**

Dissertação apresentada à Faculdade de
Odontologia de Araraquara, da Universidade
Estadual Paulista, para obtenção do título de
Mestre em Dentística Restauradora.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto de Souza Costa.

**Araraquara
2004**

JOÃO FERNANDO KINA

**“INFLUÊNCIA DA SMEAR LAYER E DA CONDIÇÃO DE
TRATAMENTO DA DENTINA (*IN VIVO* E *IN VITRO*),
SOBRE A RESISTÊNCIA DE UNIÃO”.**

**COMISSÃO JULGADORA
DISSERTAÇÃO PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE**

Presidente e Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto de Souza Costa.
Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP.

1º Examinador: Prof. Dr. José Roberto Cury Saad.
Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP.

2º Examinador: Prof. Dr. Marcelo Giannini.
Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP.

DADOS CURRICULARES

João Fernando Kina

NASCIMENTO 17. 02. 63 – Araraquara / S.P.

FILIAÇÃO José Kina
Carmen Kina

1982/1986 Curso de Graduação em Odontologia na Faculdade de Odontologia de Lins.

1988/1989 Curso de Especialização em Dentística Restauradora na Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas – Regional de Araraquara.

1988/1989 Curso de Especialização em Periodontia na Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas – Regional de Araraquara.

2002/2004 Curso de Pós-Graduação em Dentística Restauradora, nível de Mestrado, na Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP.

**É justamente a possibilidade de
realizar um sonho que torna a vida
interessante.**

Paulo Coelho.

A ciência é um eterno começar e recomeçar...

Maria Kina.
(26-10-1930 / 28-11-2003)

Dedicatória

Ao meu pai e minha tia Maria,

pelo carinho, confiança, respeito e conhecimentos transmitidos, além dos exemplos de seriedade e honestidade, e que hoje, somente podem ser transmitidos como Saudades!

À minha mãe,

por me amar da forma mais bela e intensa, sempre abrindo mão de seus sonhos para a realização dos meus;

Aos meus irmãos **Ricardo e Antônio**, pela confiança e carinho que sempre me dispensaram;

Às minhas tias **Lourdes, Virgínia e Kita**, pela solidariedade em todos os momentos de minha vida.

Agradecimentos Especiais

À Deus,

por sua presença constante em todos os momentos de minha vida, principalmente naqueles em que carinhosamente, tenho certeza, me carregou em seus braços;

Ao Amigo e **Prof. Dr. Carlos Alberto de Souza Costa**, por quem tive o privilégio de ser orientado. Pela confiança, seriedade, dedicação e conhecimentos transmitidos, iniciando-me na carreira científica, onde aprendi a respeitá-lo e admirá-lo;

À **Profa. Dra. Josimeri Hebling**, não apenas pela colaboração na análise estatística desse trabalho, mas também, pela atenção e amizade que sempre me dispensou;

À amiga **Maria Angélica Bombardi Zanin**, com quem aprendi na prática, o significado da palavra esperança; pelo seu dom de ouvir as pessoas e compartilhar com os outros, suas experiências;

Aos amigos **José Luciano de Souza e Beth Chinen**, amigos de todas as horas, pela forma humilde, sincera e atenciosa de ser;

Aos amigos da pós-graduação **Pablino Cáceres, Cristina Takeuchi, Desirée Mori, Jeferson da Silva Machado, Cláudia Buainain e Ana Maria Sarábia**, pela ajuda, união, carinho e presença constante;

Ao professor de informática **Luiz Carlos Ribeiro** e sua esposa **Simone**, pela paciência, amizade e imensa colaboração;

Aos amigos **Isana Álvares Ferreira e seus pais, Antônio e Dalvanira, Miguel Laprega, Carol de Natal, Silvia Lustosa, Fabrício e Tálita Sardella Luscino, Laura e Roberto Andrade, Patrícia Jardim, Rosane Lizarelli, Emanuel, Alessandra, Pedro, Sabrina, Giovanni, Adriano, Rodrigo Rocha, Paula Coan Pierri, Dani Cahú, Kátia e Valdir, João e Renata Cegatto, Má e Ditinho, Elza T. de Souza, Edna da TAM,**

irmã Suzana e padre Mathias, por acreditarem que eu fosse capaz de vencer;

À minha avó **Kame Kina**, por sua transparência e coragem invejável, sempre impulsionando os membros da família a lutar e vencer, sem contudo esquecer, o respeito que devemos ter pelo nosso semelhante;

Ao tio Pedro, pelas nossas conversas descontraídas, que muitas vezes me fez acreditar, no poder de sonhar.....

À indústria **3M – ESPE**, divisão Odontológica, pela doação das resinas compostas utilizadas neste experimento;

Aos pacientes que gentilmente doaram seus dentes, fundamentais para a minha pesquisa, a minha profunda admiração.

Agradecimentos

A realização deste trabalho só foi possível graças à colaboração de inúmeras pessoas e instituições. O meu eterno reconhecimento a todos, em especial:

À Faculdade de Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista – UNESP, representada pelos Professores Doutores **Ricardo Samih Georges Abi Rached**, Diretor e **Roberto Miranda Esberard**, Vice-Diretor;

Aos **Professores da Disciplina de Dentística Restauradora** da Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP, pela credibilidade e confiança que me dispensaram durante o meu retorno à Odontologia;

Aos Amigos da Pós-Graduação na área de Dentística Restauradora: **Sílvio, Rinaldo, Ana Maria Góes, Sérgio e Jean Carlo**, pelo

convívio amigo e inesquecível;

Aos Funcionários das Disciplinas de Dentística Restauradora e Endodontia: **Maria, Cida, Adriana, Cláudio, Cleusa, Celinha e Marinho**, pelo convívio, atenção e amizade;

Aos Funcionários da Seção de Pós-Graduação: **Mara, Sylvinha, Rosângela e Vera**, pela dedicação, amizade e tudo que vocês representam em minha vida;

Aos Funcionários da Biblioteca: **Maria Inês, Silvinha, Eliana, Adriano, Odete, Maria Helena, Maria José e Marley**, pessoas especiais, sempre atenciosas e amigas;

Aos Funcionários da Clínica da Pós-Graduação: **Conceição e Pedrinho**, por estarem do meu lado em todos os momentos necessários;

Aos Funcionários responsáveis pela manutenção dos equipos odontológicos e aparelhos: **Ariovaldo, Wilson e Luiz Carlos**, pela dedicação e eficiência dos serviços prestados;

As Funcionárias da Triagem: **Olga e Bernadete**, pela amizade, carinho e colaboração;

As Funcionárias e Amigos da Clínica de Emergência: **Marisa, Ângela, Fátima, Guto e Tander**, pela amizade e apoio que sempre me dispensaram;

Aos Funcionários do Xerox: **Wellington e Marquinhos**, pela

amizade e apoio constante;

Aos Funcionários da Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP: **Nice, Gueomar, Elza, Nunes, Géa, Elizer, Euclides e Luís**, pelo carinho a cada início do dia;

Aos Amigos e Funcionários do Curso de Prótese e ao **Prof. Dr. Ivan Ribeiro**, pelo carinho e simpatia desenvolvida durante nosso convívio;

Aos Amigos de Mestrado das Áreas de Endodontia e Periodontia, pelo convívio e alegria trocadas em todas as oportunidades;

Ao Prof. Dr. Tatsuko Sakima e às funcionárias da APCD Regional de Araraquara: **Queli e Márcia**, e da Gestos: **Adriana e Gisele**, pela valiosa ajuda na triagem dos pacientes para a realização desta pesquisa;

Ao Funcionário do Instituto de Química da Universidade Estadual Paulista – UNESP, **Sebastião Anésio Dametto**, pela enorme colaboração e auxílio durante a análise em microscopia eletrônica de varredura;

As **Funcionárias da FAEPO** pelo incentivo que me dispensaram durante estes anos de convívio;

Ao **Prof. Dr. Luís Geraldo Vaz**, pela amizade e atenção dispensados durante os testes mecânicos;

A **Profa. Dra. Silvana Perez Orrico**, pela amizade, apoio e incentivo constantes;

Ao **Prof. Dr. Romeu Magnani**, responsável pela análise estatística deste trabalho;

Ao **Prof. Dr. Renato Leonardo**, pela autorização do uso dos laboratórios, indispensável para a realização deste experimento;

A todos os **Professores e Funcionários** da Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP, pela amizade e atenção dedicada;

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

o meu sincero agradecimento.

Sumário

1 – INTRODUÇÃO.....	16
2 – REVISÃO DA LITERATURA.....	24
3 – PROPOSIÇÃO.....	63
4 – MATERIAL E MÉTODO.....	64
5 – RESULTADO.....	90
6 – DISCUSSÃO.....	98
7 – CONCLUSÃO.....	121
8 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	122
9 – ANEXOS.....	135
10 – RESUMO.....	143
11 – ABSTRACT.....	145

Introdução

Desde que Buonocore⁵ demonstrou comparativamente *in vitro*, melhores resultados de adesão entre a resina acrílica e espécimes de esmalte tratados com soluções ácidas, este importante procedimento permitiu que outros pesquisadores realizassem novas descobertas, as quais, somadas a sua, definiriam em curto período de tempo, os princípios da Odontologia Adesiva.

Nestes últimos anos, a evolução das propriedades físico-mecânicas dos sistemas adesivos resultou no grande avanço técnico das restaurações adesivas, as quais mostram uma série de vantagens sobre as restaurações tradicionais, não adesivas⁶⁹. De acordo com alguns autores, a técnica adesiva é capaz de reduzir a microinfiltração na interface dente-restauração e a sensibilidade pós-operatória⁶², além de limitar a possibilidade de manchamento das margens das restaurações, diminuindo a possibilidade de recidiva de cárie⁸¹. Estes fatos positivos relacionados à técnica adesiva, associados à distribuição do estresse de forças exercidas sobre os materiais restauradores⁶⁹, podem prolongar o tempo útil das restaurações, determinando seu sucesso clínico.

Apesar de todas essas vantagens, existe grande dificuldade em se estabelecer restaurações adesivas ideais, desde que a interação de materiais artificiais junto às estruturas do dente é complexa e difícil de ocorrer. Ainda que este fato seja verdade, a adesão de materiais resinosos ao esmalte já é reconhecida pela comunidade científica como efetiva e duradoura, muito embora resultados semelhantes para a dentina, até o presente momento, não foram definidos^{13,16,20,83}.

Tem sido determinado que a força de união resultante entre um determinado agente adesivo e a dentina, não depende apenas das propriedades do material resinoso, mas também, das características do substrato dentinário³⁹. A presença de umidade entre outros fatores desponta como sendo a principal responsável em dificultar a obtenção de uma adesão estável em dentina¹⁵. Historicamente, a presença de umidade está diretamente relacionada com a falta de obtenção de uma boa adesão²⁵ e determina que os sistemas adesivos a serem utilizados devam ser compatíveis com sua existência⁵⁷.

Clinicamente, ao término do preparo cavitário, a área de dentina exposta se mantém intimamente relacionada com a polpa, através dos túbulos dentinários⁵⁴. A presença de suave, porém constante pressão proveniente do tecido pulpar, com valor estimado em $14\text{cm H}_2\text{O}$ ⁸, assegura o movimento do fluido dentinário pelo interior dos túbulos de dentina, da polpa em direção a junção amelo-dentinária⁶⁷, determinando a característica úmida

da dentina. Uma vez demonstrado que o número de túbulos por milímetro quadrado, bem como seus respectivos diâmetros aumentam a medida em que uma cavidade se aprofunda em direção à polpa, conseqüentemente, a umidade em dentina profunda é maior do que àquela presente junto ao limite amelo-dentinário⁵⁴.

A literatura científica tem comprovado, através de experimentos realizados *in vitro*, diferentes valores de resistência de união em dentina, variando-se o grau de umidade de sua superfície⁷¹.

Sabendo-se que o sucesso de uma restauração adesiva depende da perfeita interação do material restaurador junto ao substrato dentinário^{38,58,59,84} e do período em que a mesma se mantém estável no interior da cavidade bucal, é notório que a maioria das pesquisas odontológicas abordando o fenômeno de adesão, utiliza-se de dentes humanos extraídos ou de animais para a realização de seus experimentos¹¹. Sabe-se que um dente extraído não apresenta a mesma dinâmica fisiológica de quando este estava exercendo sua função no arco dental. Assim, aspectos como pressão intrapulpar e fluido dentinário, que caracterizam a permeabilidade da dentina, são fatores que não participam definitivamente do processo de adesão em dentes extraídos¹⁶.

Os estudos da resistência de união das interfaces adesivas são fundamentais para discutir os efeitos dos procedimentos adesivos à dentina, contribuindo para melhor performance destas restaurações no meio

bucal⁶⁶. Entretanto, a grande maioria das pesquisas destinadas para este fim, continua sendo realizada *in vitro* e, sobretudo, utilizando-se períodos curtos de avaliação, com a maioria das etapas experimentais concluídas num prazo de 24 horas¹⁷. Apesar de tal conhecimento, este fato tem sido pouco considerado e avaliado *in vivo* na literatura odontológica.

Além da presença da umidade, outro fator a ser considerado e que impede o íntimo contato entre o material resinoso e a dentina, é a presença da smear layer¹⁵.

Ao término do preparo cavitário ou desgaste da estrutura dental, as superfícies do esmalte e da dentina ficam totalmente ou parcialmente cobertas por uma estrutura com espessura de 0,5 a 2 μm ⁸⁶, a qual é constituída por detritos orgânicos e inorgânicos. Esta estrutura denominada de smear layer, também pode ser pressionada para o interior dos túbulos dentinários, determinando a formação da smear plug⁸⁶. A composição da smear layer é variável e modifica em função do tipo de tecido que a origina, bem como do instrumento de corte utilizado³⁴. Embora esta camada não se encontre fortemente aderida ao substrato dentinário, é quase impossível removê-la utilizando-se apenas o spray água/ar da seringa tríplice⁴¹. Por outro lado, em função do reduzido volume de suas partículas, a smear layer pode ser alterada e removida da superfície dentária, em curto período de tempo, pela ação de ácidos ou apresentar lenta dissolução em contato com fluídos orais^{49,50}. De acordo com resultados de pesquisa

realizada *in vivo*²⁶, grande parte da smear layer se dissolve em 7 dias, em contato direto com fluidos orais.

A combinação da smear layer com smear plug origina uma estrutura de espessura variável entre 2 a 3 μm ⁵³, capaz de reduzir a permeabilidade da dentina em cerca de 86%⁵⁵. A manutenção dessas estruturas é muito importante, pois assegura o equilíbrio hidrostático da dentina⁴⁵. Esta propriedade é vista com particular interesse por alguns pesquisadores, por entenderem que a presença da umidade interfere no mecanismo de adesão⁸². Todavia, outros pesquisadores consideram a presença da smear layer e smear plug indesejável, desde que estas estruturas podem impedir o íntimo contato do material adesivo com o substrato dentinário⁴⁵. A partir de então, foram desenvolvidos os condicionadores para dentina⁵³.

A utilização do ácido fosfórico para remover a smear layer e smear plug foi preconizada pela primeira vez por Fusayama et al.¹², em 1979. O emprego deste ácido também provoca alterações na dentina subjacente⁷⁶. Normalmente a dentina mineralizada não permite a difusão espontânea de monômeros em sua estrutura. O simples contato entre a dentina mineralizada e o adesivo resinoso parece não resultar em forte união entre os mesmos. Através do condicionamento ácido da dentina, seus componentes minerais são parcialmente removidos, determinando a exposição das fibrilas de colágeno da dentina intertubular e a ampliação da embocadura dos túbulos

através da remoção da dentina peritubular⁶. A profundidade da desmineralização da dentina intertubular varia entre 0,5 a 7,5 μm e está intimamente relacionada com o tipo, concentração, viscosidade, tempo de exposição, pKa e pH do ácido utilizado²⁸. Esta nova condição propicia a difusão dos monômeros de resina pelo interior da matriz de dentina desmineralizada, para serem convertidos, via polimerização, em polímeros²². A estrutura resultante não é resina tampouco dente, mas um híbrido dos dois¹⁸, a qual não se localiza na superfície, mas no interior do substrato dentinário. Esta camada infiltrada por resina, denominada de camada híbrida, representa o principal mecanismo de adesão à dentina⁷.

Da mesma forma como ocorreu para o esmalte, o condicionamento ácido também propiciou melhores resultados de resistência de união à dentina. No entanto, tem sido relatadas algumas desvantagens associadas ao uso de agentes ácidos, tais como: aumento da permeabilidade da dentina, possibilidade de irritação pulpar, eventual desnaturação das fibrilas de colágeno e discrepância entre a profundidade de desmineralização e penetração da resina⁵³. Assim, estas e outras questões têm gerado opiniões divergentes quanto ao emprego desta técnica adesiva.

Com o objetivo de evitar os efeitos indesejáveis causados pela técnica do condicionamento ácido, como colapso das fibrilas colágeno, ocorrência de nanoinfiltração⁶⁴ e até mesmo com intenção de reduzir o número de etapas clínicas²⁸, foi desenvolvido um sistema adesivo do tipo

auto-condicionante, referido como sendo uma solução aquosa composta por 20% de Fenil-P em 30% de HEMA, para adesão do esmalte e da dentina desgastados¹⁸. Atualmente, existe uma variedade de sistemas adesivos auto-condicionantes que combinam o agente condicionador e o primer resinoso em um único frasco, sendo que em outro frasco isolado, é acondicionado o agente adesivo. Por outro lado, existem sistemas que associam todos os componentes em um único frasco⁸³.

Tem sido descrito que o uso de primers auto-condicionantes elimina várias etapas clínicas, nas quais falhas podem ocorrer²⁸. A utilização desta técnica visa, sobretudo, estabelecer um processo de continuidade entre a superfície dental e o agente adesivo, através da desmineralização e difusão simultânea da resina no esmalte e dentina⁵⁶. Este procedimento evita a permanência de uma área não impregnada por monômeros na base da camada de dentina desmineralizada³². A repercussão clínica deste evento pode ser conferida através da diminuição da sensibilidade pós-operatória²⁸, como já demonstrado na literatura⁴³.

Quando aplicados sobre dentina, estes sistemas adesivos auto-condicionantes promovem a dissolução da smear layer, se difundem superficialmente na dentina subjacente, resultando em uma camada híbrida pouco espessa, porém adequadamente infiltrada por monômeros de resina⁷⁷.

Alguns pesquisadores têm questionado a capacidade dos primers acidificados de atuar sobre camadas mais espessas da smear layer e

posteriormente, agir de maneira efetiva na dentina subjacente^{23,32}. Embora alguns trabalhos^{1,79} tenham comprovado que os valores de resistência de união utilizando sistemas adesivos auto-condicionantes não são afetados pelas diferentes condições da superfície da dentina, outras pesquisas têm mostrado resultados adversos^{40,41}.

Outro ponto polêmico discutido por alguns pesquisadores^{32,79}, se refere à incorporação da smear layer junto à camada híbrida. Trabalhos experimentais indicam que a incorporação da smear layer à interface adesiva resulta em uma área mais sujeita a defeitos na adesão³². A utilização do ácido diamino tetraacético (EDTA) para remoção apenas da smear layer, sem que ocorra desmineralização superficial da dentina, tem sido preconizada previamente à utilização desse tipo de sistema adesivo^{32,80}.

Uma vez consciente da não existência de uma técnica adesiva definitiva para dentina, muitas informações científicas ainda são necessárias para o aprimoramento e desenvolvimento dos materiais adesivos. A busca pelo entendimento das influências que estruturas e componentes do substrato dentinário talvez exerçam sobre uma determinada técnica adesiva, são fundamentais para estudar possíveis alternativas para melhorá-la.

Revisão da literatura

Brännström et al.,⁴ em 1980, avaliaram *in vivo*, a capacidade de várias soluções contendo diferentes concentrações de ácido diamino tetra acético (EDTA), remover a smear layer. Soluções contendo EDTA a 0,20%, 0,15% e 0,10%, com ou sem associação de agentes antibacterianos, foram comparadas entre si, e também, com uma solução contendo digluconato de clarexidina em sua composição, conhecida comercialmente por Tubulicid Blue Label. Todas as soluções foram aplicadas sob agitação pelo tempo de 5 segundos sobre a superfície de dentina. Estas soluções experimentais foram mantidas por 60 segundos sobre o substrato dentinário e novamente aplicadas sob agitação por mais 5 segundos, e finalmente secas com jato de ar. Em seguida os dentes foram extraídos e imediatamente imersos em solução contendo formalina a 10%. As superfícies foram preparadas para análise em MEV. Os resultados mostraram que as soluções de EDTA a 0,15 e 0,20% foram capazes de remover a maior parte da smear layer, sem remover a dentina peritubular. O melhor tratamento foi determinado quando houve a associação desses produtos com agentes antibacterianos. Os autores concluíram que as soluções de EDTA a 0,15 e 0,20% associadas aos agentes

antimicrobianos, foram as mais efetivas na remoção da smear layer do que a solução a 0,10%. Os melhores resultados finais foram obtidos com solução contendo 0,20% de EDTA.

Pashley et al.⁵¹, em 1981, avaliaram através do microscópio eletrônico de varredura (MEV), a superfície da dentina antes e após tratamentos seqüenciais da smear layer com ácido cítrico a 6%, correlacionando esses efeitos com a permeabilidade da dentina.

Nesta pesquisa *in vitro* foram utilizados 20 discos de dentina com espessura média de 1mm, confeccionados a partir de terceiros molares humanos extraídos. Para a obtenção dessas fatias, foram realizados dois cortes na coroa de cada dente, determinando a formação de um ângulo reto. O primeiro corte foi feito no sentido horizontal, logo abaixo do limite amelo/cemenário e o segundo, acompanhando o longo eixo do dente, próximo à câmara pulpar. As estruturas obtidas foram desgastadas do lado do esmalte até alcançar espessura média de 1mm. O aparelho utilizado para simular a pressão intrapulpar consistia de uma câmara dividida em 02 compartimentos, contendo um tubo de entrada, utilizado para aplicação da pressão intrapulpar e outro de saída, que conectado a uma micropipeta de 10µl, media o volume do fluido deslocado. Anéis de vedação de formato arredondado foram utilizados para interligar o disco de dentina aos dois compartimentos, determinando uma área de exposição de 0.3167cm². A

pressão aplicada variou de acordo com a coluna de mercúrio. Todas as superfícies voltadas para o esmalte receberam tratamentos com ácido cítrico a 6%, por períodos seqüenciais e distintos de 5, 15, 30, 45, e 60 segundos, onde após cada aplicação, os espécimes eram lavados com solução tampão fosfato de Krebs-Ringer e submetidos à pressão intrapulpar. A cada período, o volume do fluido captado no interior da micropipeta era registrado. Da mesma forma, após aplicação do ácido cítrico, alguns discos de dentina foram processados e avaliados em MEV. Segundo resultados apresentados pelos autores, a remoção gradual e progressiva da smear layer, ocorreu em função do aumento do tempo exposição ao ácido cítrico, que determinou também, o aumento da permeabilidade da dentina, intensificando o movimento do fluido, que alcançou valor máximo após 15 segundos de exposição. Observações feitas em MEV comprovaram que após 5 segundos de exposição ao ácido cítrico a 6%, grande parte da smear layer foi removida da superfície dos discos de dentina, determinando a exposição de abertura dos túbulos dentinários.

A relação existente entre o condicionamento ácido da dentina e a intensidade do movimento do fluido dentinário foi avaliado, *in vivo*, por Pashley et al.⁵², em 1983. Foram utilizados neste experimento 11 cães jovens, de ambos os sexos, com peso entre 20 a 25Kg. Todas as etapas clínicas foram feitas sob anestesia geral. Foram realizados preparos cavitários

de forma circular na porção vestibular dos primeiros molares inferiores, com broca diamantada, em alta velocidade e sob adequada refrigeração. Os autores dispensaram especial atenção às paredes pulpares dos preparos que, uma vez planas, facilitavam a íntima adaptação de um dispositivo (câmara cônica), sobre a superfície. Ao término dos preparos cavitários, esses dispositivos foram posicionados e fixados nas cavidades com auxílio de cola a base de cianocrilato. Em seguida, as câmaras foram preenchidas com solução de tampão fosfato Dulbecco, acrescidos de 0,02 % de pigmento fluorescina. Uma vez confirmado a ausência de infiltrações, micropipetas com capacidade volumétrica entre 5 a 10 μ l foram conectadas a essas câmaras. A pressão utilizada neste experimento foi de 35cm de água. Uma pequena bolha de ar foi introduzida no interior da micropipeta, para averiguar a movimentação do fluido. A área avaliada foi definida através de um dispositivo a qual determinava uma área constante de 0.243cm². A intensidade do movimento do fluido foi registrada antes e após a aplicação do ácido cítrico a 6%, durante 2 minutos. Após este procedimento, a superfície de dentina foi lavada abundantemente com tampão fosfato. Os autores observaram que a dentina condicionada *in vivo* com ácido cítrico a 6% teve sua permeabilidade aumentada de 5 a 20 vezes, como pôde ser confirmado observando-se o aumento da intensidade do fluido. Não se estabeleceu, com a realização deste experimento, a correlação entre o remanescente dentinário e a intensidade do fluido dentinário, antes e após condicionamento ácido.

O efeito da pressão intrapulpar na resistência de união ao cisalhamento dos sistemas adesivos Gluma e Superbond C & B, foram testados por Tao et al., em 1991⁷⁵. Utilizou-se neste experimento, terceiros molares humanos extraídos e isentos de cárie, armazenados a uma temperatura de 4°C em solução de tampão fosfato (TBS) associado à solução azida de sódio a 0,2%. As raízes dos dentes foram seccionadas por meio de cortes transversais ao nível da junção amelo-cementária. Para obtenção das superfícies de adesão, realizou-se um segundo corte paralelo ao primeiro, eliminando o esmalte da coroa dental. Definiu-se como dentina superficial, àquela situada a 0,5mm abaixo da junção amelo-dentinária, medida a partir do centro da coroa. Por outro lado, dentina profunda, foi caracterizada como àquela situada a 0,5mm acima do corno pulpar mais alto do dente. A smear layer foi criada com auxílio de uma lixa de granulação 320. Os espécimes foram fixados em dispositivos do tipo plexiglas, com auxílio de cola a base de cianocrilato (Zapit). A esses dispositivos foi conectado um tubo de aço inoxidável, que permitia a comunicação entre a câmara pulpar e uma seringa plástica de 5cc. As variáveis testadas foram: profundidade dentinária (superficial x profunda), posição (região central x acima do corno pulpar), sistema adesivo (Superbond C & B x Gluma) e condição de armazenamento (com e sem pressão intrapulpar de 32cm de água). Dez espécimes receberam a aplicação do sistema Superbond C & B, após tratamento da

dentina com solução 10-3 (solução de ácido cítrico a 10% contendo 3% de cloreto férrico). Outros dez espécimes receberam a aplicação do sistema adesivo Gluma, após tratamento da superfície com EDTA 0,5M por 30 segundos. Previamente a aplicação dos respectivos adesivos, uma pequena matriz cilíndrica de nylon (3mm x 3mm) foi posicionada em cima da área a ser testada (sobre o corno pulpar ou no centro da superfície oclusal), mantidas em posição com auxílio de fitas adesivas. Após aplicação dos sistemas adesivos, o restante dos cilindros foram preenchidos com resina composta até o seu total preenchimento, utilizando-se da resina Clearfil F II para os espécimes tratados com Superbond, e Lumifor, para os espécimes tratados com o sistema Gluma. Todos os espécimes foram conectados a uma seringa de 5cc, posicionada a 32cm acima da área de adesão. Metade da amostra teve o tubo e a seringa preenchidos com TBS e a outra metade, não. Porém, para esses espécimes que não foram submetidos à pressão intrapulpar, as câmaras pulpares foram preenchidas com TBS somente para caracterizar a umidade da dentina. Todos os espécimes foram colocados em beakers imersos em TBS e incubados por 24 horas a uma temperatura de 37°C. Apenas metade das amostras foram submetidas à pressão intrapulpar. Após este período, os espécimes foram avaliados quanto à resistência de união ao cisalhamento em uma máquina de testes universal Instron operada a uma velocidade de 1mm/min. Para o sistema SuperBond, os valores de resistência de união variaram entre 16,3 e 19,1 MPa, resistência esta não afetada pela

presença da pressão intrapulpar, independente da profundidade e posição da dentina. Para o sistema Gluma, os valores de resistência de união em dentina profunda foram acentuadamente menores quando da presença da pressão intrapulpar, determinando valores iguais a $5,4 \pm 1,0$ MPa para a região central e acima do corno pulpar valores de $2,9 \pm 1,0$ MPa. - Na ausência da pressão intrapulpar, os valores na região central e acima do corno pulpar aumentaram para $8,1 \pm 1,1$ MPa e $7,3 \pm 0,5$ MPa, respectivamente. No entanto, a média dos valores alcançados pelo sistema Gluma foi inferior àquele obtido pelo sistema adesivo SuperBond, independentemente das variáveis testadas. Em dentina superficial, a presença ou ausência da pressão intrapulpar não afetou o desempenho do sistema Gluma, mesmo considerando-se a posição avaliada, ou seja, central ou sobre a região do corno pulpar.

Mitchem et al.³¹, em 1991, avaliaram a performance do sistema adesivo dentinário, Scotchbond 2 e dos cimentos de ionômero de vidro Shofu II, 3MLiner, GC Dentin Cement e Ketac Bond. Os dados seriam obtidos após remoção ou não da smear layer e também, variando a umidade da dentina. Foram utilizados neste experimento terceiros molares recém extraídos, que tiveram suas porções vestibulares desgastadas com lixa úmida de granulação 320. A polpa foi removida mecanicamente após secção das raízes, que se deu na altura da porção basal da câmara pulpar. Na face lingual de cada dente foi preparado um canal radicular para conectar a polpa

ao aparelho de pressão intrapulpar. A coluna contendo água foi posicionada a uma altura de 34cm para gerar uma pressão de 25mm de mercúrio. Para tratar ou remover a smear layer, dois agentes condicionadores foram utilizados: GC Dentin (a 10% em ácido poliacrílico) e Duralon (a 40% em ácido poliacrílico). Os materiais foram aplicados de acordo com recomendação do fabricante. A resistência de união ao cisalhamento foi avaliada na máquina de teste Instron, a uma velocidade de 1,3mm/min. A relação existente entre a remoção da smear layer, aumento da permeabilidade da dentina e a influência que a umidade exerce sobre um determinado agente de união, pôde ser constatada pelos autores, que observaram uma queda progressiva da resistência de união do sistema adesivo Scotchbond 2, a partir da remoção gradual da smear layer. Os valores mais críticos aconteceram à medida que se removeu totalmente a smear layer, determinando a maior presença da umidade. Para os cimentos de ionômero de vidro, as resistências adesivas não foram significativamente influenciadas pela presença ou ausência da umidade.

Heymann & Bayne²⁰ em 1993, realizaram uma revisão de literatura sobre os conceitos existentes em adesão, dando maior ênfase aos fatores relacionados à adesão em dentina. Os autores fizeram um levantamento sobre os principais fatores que interferem na adesão, tais como: fatores relativos ao substrato dentinário, aspectos ligados ao paciente, fatores

de ordem dentária e finalmente, fatores relacionados com os próprios materiais. Alguns aspectos foram levantados como as diferenças estruturais da dentina e do esmalte em relação ao mesmo dente, a presença da smear layer, da esclerose dentinária, a localização do dente, a flexão dental, o tamanho e forma das lesões, a idade do paciente, o grau de stress oclusal e finalmente, aspectos ligados ao adesivo, bem como ao material restaurador colocado sobre ele. Os autores concluíram que as pesquisas tradicionais envolvendo a estrutura dentinária têm focado principalmente os materiais odontológicos, porém, segundo os autores, existem importantes aspectos relacionados com estrutura dentinária e ao próprio paciente, que não deveriam ser considerados individualmente, pois são tão importantes quanto os próprios materiais em si.

Prati et al.⁶¹, em 1995, avaliaram a performance de 4 sistemas adesivos, quando aplicados sobre o substrato dentinário com variado grau de umidade. Foram utilizados os seguintes agentes adesivos: All Bond 2, Clearfil Liner Bond System, Scotchbond MP e XR Bond. Os substratos para adesão foram obtidos de terceiros molares humanos irrompidos, de pacientes entre 22 a 35 anos. Utilizando-se da máquina de corte, sob adequada refrigeração, as coroas dos dentes foram seccionadas, a uma altura entre 2.5 a 3.8mm acima do limite da junção esmalte-cimento. Em seguida, um novo corte paralelo ao primeiro foi realizado, para secção das

raízes dos dentes, em média entre $1 \pm 0,2$ mm abaixo do limite da junção esmalte-cimento. Foram obtidos discos de dentina de espessura variável (entre 4,5 a 5 mm). O remanescente dentinário de cada dente foi medido com auxílio de uma pinça calibrada e o valor registrado. Cada coroa foi cimentada em um dispositivo Plexiglas, medindo 2 x 2 x 0,5cm, e em seguida, foram efetuadas as conexões para ligar o aparelho de pressão intrapulpar ao dente. A pressão determinada pelos autores foi de 70,3cm de água. A smear layer criada nos discos de dentina contou com o auxílio de uma máquina politriz, na qual foi adaptada uma lixa de granulação 400. Ao término da criação da smear layer e contando com sua presença, uma primeira medida foi determinada para avaliar o grau de condutância hidráulica dos espécimes. Durante aplicação dos diferentes condicionadores, a pressão foi ajustada para zero. Todos os materiais foram aplicados de acordo com as recomendações dos fabricantes. Ao término da aplicação dos diferentes condicionadores, as superfícies foram lavadas e levemente secas com auxílio do ar da seringa tríplex. Imediatamente após esse procedimento, a coluna de água foi ajustada a uma altura de 70cm e a condutância hidráulica dos espécimes novamente registrada. Foram realizadas quatro avaliações durante este período. Ao término de todos os registros, a pressão foi mais uma vez ajustada para zero e os procedimentos restauradores realizados. Em função do sistema adesivo XR Bond não requerer condicionamento da superfície, a condutância hidráulica foi avaliada posteriormente à aplicação do primer e sua

fotopolimerização. Após o cumprimento dos registros, a dentina foi levemente seca e uma nova camada do primer foi aplicada, seguida da aplicação do adesivo e da resina composta. Seqüencialmente os espécimes foram preparados para serem submetidos ao teste de resistência de união ao cisalhamento e dentre os espécimes fraturados, alguns foram selecionados e preparados para serem avaliados em MEV. Os autores concluíram que os sistemas adesivos experimentais foram eficientes na remoção da smear layer e capazes de criarem camadas híbridas em todos os espécimes, os quais apresentavam altos valores de resistência de união. Por outro lado, o sistema adesivo XR Bond se mostrou sensível a alterações produzidas no substrato dentinário, determinando os piores valores de resistência de união.

Mason et al.²⁹, em 1996, avaliaram a performance de 4 sistemas adesivos para dentina (Clearfil Liner Bond, Optibond, All Bond 2 e Scotchbond Multipurpose), aplicados sobre 2 tipos de substratos dentinários (*in vivo* e *in vitro*). Para os espécimes tratados *in vivo*, foram selecionados 32 dentes humanos isentos de cárie (12 pré-molares superiores, 8 pré-molares inferiores, 7 molares superiores e 5 molares inferiores), indicados para extração por motivos periodontais. Os dentes foram divididos aleatoriamente entre os 4 grupos experimentais da pesquisa. Seqüencialmente, foram realizados cortes nas coroas dos dentes para obtenção de superfícies planas em dentina. Com auxílio de radiografias, foi possível determinar em cada

dente, estrutura de dentina remanescente entre 1,5 a 2 mm, medidos a partir do corno pulpar mais alto. Após obtenção do substrato de união, a mesma foi delimitada com auxílio de fita adesiva de dupla face, resultando em áreas de união de 6mm de diâmetro. Todos os sistemas adesivos foram aplicados de acordo com as recomendações dos fabricantes. Para construção da coroa em resina composta, foi adaptado sobre a área de união, um cilindro de material transparente, contendo 6mm de diâmetro e 4 mm de altura. Os dentes restaurados foram mantidos na cavidade bucal dos pacientes por período aproximado de 1 semana, onde somente após este período, os mesmos foram extraídos. Os espécimes foram mantidos em água destilada por período máximo de 10 dias, sob temperatura de 23°C, onde posteriormente, os mesmos foram preparados para o teste de cisalhamento. Para os espécimes tratados *in vitro*, os mesmos procedimentos clínicos realizados nos dentes tratados *in vivo*, foram repetidos em dentes previamente extraídos, com os procedimentos clínicos realizados no laboratório. Foram utilizados 34 dentes humanos extraídos, isentos de cárie, os quais foram divididos aleatoriamente entre os 4 grupos experimentais da pesquisa, de acordo com o sistema adesivo utilizado. Após realização dos procedimentos restauradores, os espécimes foram submetidos à ciclagem térmica de 500 ciclos. Seqüencialmente, os mesmos foram armazenados em água destilada por período máximo de 10 dias, sob temperatura de 23°C, onde após este período, os espécimes foram preparados para serem submetidos ao teste de

cisalhamento. Através dos resultados obtidos, os autores observaram que somente o sistema adesivo All Bond 2 demonstrou diferença estatisticamente significativa, quando aplicado *in vivo* e *in vitro*, com maiores valores de resistência de união para o grupo *in vivo*. Para os outros 3 sistemas adesivos, não houve diferença estatisticamente significativa quando os mesmos foram avaliados *in vivo* e *in vitro*.

A capacidade de remover a smear layer e expor as fibrilas de colágeno após tratamento da dentina radicular com EDTA foi avaliada por Blomlöf et al.², em 1997. Doze dentes humanos, extraídos por motivos periodontais foram utilizados neste experimento. Foi criada uma superfície plana em dentina na face vestibular de cada raiz, as quais foram posteriormente divididas em 4 grupos experimentais. Os espécimes de cada grupo foram condicionados por 2 minutos com EDTA nas diferentes concentrações: 1,5%, 5%, 15% e 24%, representando, respectivamente, os grupos 1, 2, 3 e 4. Em seguida, os espécimes foram processados para serem avaliados em MEV. Para os espécimes do grupo 1, toda superfície condicionada ainda permanecia coberta por smear layer. Para o grupo 2, a maioria dos túbulos visíveis estava coberto por smear layer e debris. Para o grupo 3, a metade dos túbulos estava coberta, mas o total dos túbulos visíveis abertos era maior que nos grupos anteriores. Finalmente, para o grupo 4, poucos túbulos encontravam-se cobertos (apenas 34,4%) e as fibrilas de

colágeno foram visualizadas com frequência nas regiões peritubular e intertubular. Os autores concluíram que para se obter remoção satisfatória da smear layer e desmineralização da dentina radicular, esta deve ser condicionada com EDTA na concentração entre 15 e 24%.

Pameijer & Louw⁴⁴ em 1997, avaliaram, de maneira comparativa, a influência da pressão intrapulpar sobre a resistência de união ao cisalhamento entre dois sistemas adesivos (Prime & Bond e Permaquik Dentin Primer). Foram utilizados neste experimento 3 babuínos (*Papio Ursinus ursinus*). Todas as etapas clínicas foram cumpridas sob anestesia geral. Com o objetivo de evitar qualquer influência da pressão intrapulpar sobre os procedimentos de adesão, 14 dentes foram inicialmente tratados endodonticamente. Estes dentes representaram o grupo *in vivo* – não vital. Com exceção dos terceiros molares que foram excluídos, os dentes remanescentes tiveram seus tecidos pulpares preservados, correspondendo ao grupo *in vivo*. Preparos cavitários de classe V foram realizados na porção vestibular de todos os dentes, utilizando-se de broca diamantada 82942. Por apresentar formato de roda, as brocas determinaram cavidades finais com formato circular, medindo 4mm de diâmetro. Em média, a profundidade das cavidades não ultrapassou o limite entre 0,5 a 1,0mm em dentina. Após o procedimento de abertura cavitária, as cavidades foram lavadas, secas e submetidas à aplicação do ácido fosfórico a 35% em forma de gel, pelo tempo

de 20 segundos. As cavidades foram novamente lavadas e secas com breve jato de ar, deixando-as com aparência levemente úmida. Em seguida, um dos dois agentes de união foi utilizado, de acordo com as recomendações do fabricante. Após este procedimento, as cavidades foram restauradas de acordo com o sistema adesivo utilizado: para os dentes tratados com o sistema adesivo Prime & Bond, utilizou-se a resina composta TPH Spectrum, e para o grupo de dentes tratados com o sistema Permaquik, utilizou-se a resina Amelogen. As restaurações das cavidades contaram com auxílio de um cilindro do sistema Bencor Multi-T System, que serviu de matriz para inserção das resinas, através da técnica incremental. Os cilindros foram posicionados sobre os preparos e mantidos em posição sob compressão dos dedos, até o seu total preenchimento. Ao final, os cilindros foram removidos, determinando o aparecimento de pequenos cilindros de resina composta medindo 3,5mm de diâmetro por 3mm de altura. Dos 28 dentes que representaram o grupo *in vivo*, 14 deles foram tratados com o sistema adesivo Prime & Bond e os restantes, com Permaquik. O mesmo aconteceu com os 28 dentes do grupo *in vivo* – não vital. Assim, após período de 24 horas, os animais foram sacrificados e os dentes preparados para o teste de resistência de união ao cisalhamento. Como meio comparativo, 20 dentes extraídos foram divididos em 2 grupos, de acordo com os 2 sistemas adesivos utilizados (Prime & Bond e Permaquik), representando o grupo *in vitro*. O mesmo protocolo foi utilizado para o grupo *in vivo*. Os resultados não mostraram diferenças

estatisticamente significantes entre os dois materiais testados, bem como, a inexistência de diferenças estatisticamente significantes entre os valores de resistência de união ao cisalhamento obtidos nos espécimes dos grupos tratados *in vivo* e *in vitro*.

Swifty Jr. & Bayne⁷¹ em 1997, testaram a resistência de união do sistema adesivo Single Bond, aplicado sobre dentina com diferentes graus de umidade (pouco úmida, úmida e muito úmida). Para meios comparativos, foram utilizados dois outros sistemas adesivos de frasco único, Prime & Bond e One Step e um sistema de três passos, o Scotchbond Multi Purpose Plus. Este experimento contou com 120 dentes bovinos (incisivos) que foram incluídos individualmente em matriz de resina acrílica. As porções vestibulares dos dentes foram desgastadas até exposição superficial da dentina, realizadas na máquina politriz (Ecomet) com lixa de granulação 120, sob adequada refrigeração. A seguir, as superfícies passaram a ser lixadas manualmente com lixa 600, para maior controle e obtenção de superfícies padronizadas em dentina. Ao término deste procedimento, os dentes foram aleatoriamente divididos em 12 grupos experimentais. Para caracterizar a dentina pouco úmida, o excesso de água foi removido com auxílio de lenços de papel e rápido jato de ar, aplicado por 1 segundo, a uma distância de 4 a 5cm, com ângulo de 45°. A dentina neste caso não aparentava estar desidratada, porém, não havia água em sua superfície. O aspecto da

superfície úmida foi obtido removendo-se a água ao redor da resina acrílica, onde o dente estava incluído. Em seguida, o mesmo procedimento foi repetido, na própria superfície da dentina. Caso a superfície perdesse o aspecto de umidade, a dentina era novamente hidratada. Os sistemas adesivos foram aplicados, de acordo com protocolo descrito pelos autores. Somente após conseguir o padrão de umidade previamente estabelecido, é que se aplicava os diferentes sistemas adesivos. Em seguida, os dentes foram restaurados com resina composta Z100 e armazenados em água por 24 horas em temperatura ambiente. Para o teste de cisalhamento, utilizou-se uma máquina de teste universal, com velocidade de 0,5mm/min. Os valores de resistência de união ao cisalhamento apresentado pelo sistema adesivo Single Bond foram de 19.2, 23.2 e 20.3 para as superfícies de dentina pouco úmida, úmida e super úmida, respectivamente. Os valores de resistência de união apresentados pelos sistemas adesivos Prime & Bond e Scotchbond Multi Purpose Plus, foram semelhantes aos encontrados para o sistema Single Bond. Os menores valores de resistência de união foram atribuídos ao sistema adesivo One-Step, principalmente nas superfícies úmida e muito úmida. Os autores concluíram que o sistema adesivo Single Bond apresentou bom desempenho nos diferentes graus de umidade, com melhor desempenho em dentina úmida.

Milia et al.³⁰, em 1999, avaliaram *in vivo*, através de

microscopia eletrônica de transmissão (MET), os aspectos ultra-estruturais da dentina após tratamento com ácido fosfórico e primer auto-condicionante do sistema adesivo Clearfil Liner Bond 2. Vinte e quatro molares humanos íntegros foram submetidos ao preparo cavitário de classe I, com aproximadamente 2mm de profundidade, utilizando-se para isto, brocas cilíndricas diamantadas, sob adequada refrigeração. Para evitar a desidratação da dentina, a smear layer foi seca com leves jatos de ar por apenas 2 segundos. Os dentes foram divididos aleatoriamente em 3 grupos experimentais: grupo A, a dentina foi condicionada com ácido fosfórico a 34% por 15 segundos, lavada com água por 20 segundos e seca por 2 segundos com leves jatos de ar, deixando-a com aspecto ligeiramente úmido; grupo B, o primer do sistema Clearfil Liner Bond 2 foi aplicado por 30 segundos e gentilmente seco para remoção do solvente; grupo C, a smear layer criada sobre a superfície da dentina desses dentes não foi tratada e representou o grupo controle. Todas as cavidades foram restauradas pela técnica incremental com resina composta APX. Após 30 minutos, os dentes foram extraídos e os espécimes imediatamente preparados para serem avaliados em MET. Os autores observaram que quando o ácido fosfórico foi utilizado, toda a smear layer havia sido removida, permanecendo pequena camada residual de partículas de sílica provenientes do condicionador sob a superfície da dentina e na embocadura dos túbulos dentinários. As fibrilas de colágeno peritubulares encontravam-se desorganizadas e uma vez em contato com as

partículas de sílica, formavam pequenos plugs na entrada dos túbulos. As fibras peritubulares em dentina mais profunda permaneceram intactas, sem mudanças morfológicas. A aplicação do primer autocondicionante removeu ou apenas diminuiu a quantidade da smear layer e da smear plug. Comparada ao grupo controle (grupo C), a smear layer, quando presente, exibia-se mais porosa e fragmentada. As porosidades representavam áreas arredondadas de aspecto translúcido, provavelmente formadas através da absorção de partículas hidrofílicas da resina, entre os espaços úmidos encontrados na camada de smear layer. Quando a smear layer foi totalmente removida, as fibrilas de colágeno encontravam-se expostas. No grupo controle, a smear layer apresentava espessura média de 2,4µm e ocluía toda a superfície da dentina. Esta camada se tornou mais densa próximo à base da cavidade, penetrando de 2 a 4µm no interior dos túbulos dentinários. Os autores concluíram que o sistema adesivo Clearfil Liner Bond 2 não produziu alterações morfológicas significantes na dentina úmida, enquanto que o ácido fosfórico alterou, de forma mais severa, as fibrilas de colágeno.

Miyasaka & Nakabayashi³² em 1999, avaliaram a resistência de união à microtração de um novo sistema adesivo, combinando o tratamento prévio da dentina com EDTA. Superfícies dentinárias cobertas por smear layer foram obtidas após desgaste da face vestibular de dentes de bovinos, com lixa de granulação 180. Para padronizar a área de adesão,

foram acoplados anéis acrílicos sobre as superfícies lixadas, determinando áreas de 6.0mm de diâmetro. Sobre estas superfícies, foram aplicados, por 60 segundos, 20µl de EDTA pH 7.4, seguida de lavagem e secagem da superfície. Após este procedimento, aplicou-se sobre as superfícies tratadas, 20µl de um dos primers auto-condicionantes com diferentes concentrações de PhenyI-P (1%, 5% e 20%) em HEMA a 30%, por 10 segundos. Outros espécimes foram preparados de maneira semelhante e tratados com primer auto-condicionante PhenyI-P a 1% em HEMA a 30%, porém variando-se o tempo de aplicação: 10, 30 e 60 segundos. Para eliminar o excesso do primer, leve jato de ar foi aplicado sobre as superfícies, as quais receberam, em seguida, a aplicação de 20 µl de uma resina adesiva e então fotopolimerizadas por 60 segundos. Finalmente, as superfícies receberam camadas de resina composta EPIC – TMPT, as quais foram individualmente fotopolimerizadas por 60 segundos. Para avaliação da resistência de união, foram preparados espécimes com área de 3.0 x 2.0 mm² para serem submetidos ao ensaio mecânico de microtração, a uma velocidade de 1mm/min. A resistência de união diminuiu em função do aumento da concentração do PhenyI-P presente no primer. Os maiores valores de resistência de união foram observados para o grupo tratado com PhenyI-P a 1% (22.1 ± 3.4). Quando houve o aumento do tempo de aplicação do primer auto-condicionante PhenyI-P a 1% em HEMA a 30%, observou-se uma diminuição progressiva da resistência de união. Os autores concluíram que a

combinação da solução de EDTA e primer auto-condicionante Phenyl-P a 1% em HEMA a 30%, produziu hibridização de alta qualidade, com bons resultados de resistência de união.

Pereira et al.⁵⁷, em 1999, avaliaram a influência da umidade intrínseca da dentina sobre a efetividade dos sistemas adesivos Clearfil Liner Bond II e One-Step, aplicados sobre diferentes regiões do substrato dentinário. Foram utilizados, nesta pesquisa, terceiros molares humanos hígidos, indicados para extração por motivos ortodônticos. Os dentes foram divididos em 3 grupos experimentais, contendo 6 dentes em cada grupo: Grupo 1, sem ação da pressão intrapulpar; Grupo 2, pressão intrapulpar de 15cm de água e Grupo 3, dentina seca, com os espécimes mantidos em um dissecador por uma noite. As coroas e as raízes dos dentes foram cortadas na máquina de corte sob adequada refrigeração, com exceção do grupo 1, cujas raízes foram preservadas. As superfícies foram planificadas utilizando-se de lixa úmida de granulação 600. No grupo 2, os espécimes foram preparados para receberem as conexões do aparelho para simular a pressão intrapulpar. Todos os procedimentos clínicos de aplicação dos materiais foram realizados de acordo com as recomendações de cada fabricante. Metade dos espécimes de cada grupo foram tratados com o primer auto-condicionante do sistema adesivo Liner Bond II, sendo que a outra metade, foi tratada com ácido fosfórico (para o sistema One-Step). Após este procedimento os

espécimes receberam a camada do adesivo específico de cada grupo, o qual foi fotopolimerizado de acordo com as normas específicas de cada fabricante. Sobre a camada do adesivo fotopolimerizado, aplicou-se uma fina camada do material Clearfil Photo Posterior, o qual foi fotopolimerizado por 60 segundos. Sobre esta base, foi construído um bloco de resina Concise. Por fim, os espécimes foram armazenados em água a uma temperatura de 37°C, por 24 horas. Ao final deste período, os espécimes foram cortados em forma de “palitos”, com área de secção transversal de 0,7mm². Os “palitos” obtidos foram divididos em 3 sub-grupos em função do remanescente dentinário, que foi determinado, pela simples observação visual: regiões que se comunicavam com os cornos pulpares (ph); região central, localizada entre os cornos pulpares (central) e regiões periféricas superficiais (periferia). Assim, os espécimes foram submetidos ao teste de microtração, em uma máquina de teste universal. De acordo com resultados obtidos, não houve diferenças regionais estatisticamente significantes para os espécimes do grupo 1, Clearfil Liner Bond II e One-Step. Todavia, nas regiões próximas à polpa, a resistência de união do adesivo One-Step, se mostrou muito aquém, comparando-se as regiões central e periférica (superficial). Para os espécimes do grupo 2, os resultados foram bastante semelhantes ao do grupo anterior, com resistência de união mais baixa e com diferença estatisticamente significativa para os espécimes tratados com o sistema adesivo One-Step, nas regiões em contato com a polpa. Para o grupo 3

(espécimes com dentina seca), ambos os sistemas responderam da mesma forma, apresentando valores de resistência de união inferiores aos observados nos grupos anteriores. Todavia, não houve diferença estatisticamente significativa com relação aos valores obtidos nas diversas regiões. A partir dos resultados obtidos, os autores concluíram que a umidade presente no substrato dentinário e as diferenças regionais encontradas na dentina, estes fatores podem contribuir para a menor performance de alguns sistemas adesivos, determinando em consequência, a longevidade das restaurações.

Sano et al.⁶⁶, em 1999, avaliaram o desempenho dos sistemas adesivos Clearfil Liner Bond e Clearfil Photo Posterior, aplicados em dentes de primatas. Foram realizados preparos cavitários de classe V na face vestibular dos dentes (superiores e inferiores) medindo 3mm de largura, 4mm de comprimento e 1,5 mm de profundidade. Ao final deste procedimento clínico, todos os dentes foram restaurados com o sistema adesivo autocondicionante Clearfil Liner Bond II e com a resina composta Clearfil Photo Posterior, seguindo as recomendações do fabricante. As restaurações foram realizadas em um mesmo animal, respeitando os períodos de avaliação. Inicialmente, o animal foi anestesiado, para realização das 4 primeiras restaurações, que iriam ser extraídas após 360 dias. Passado o período de 180 dias, o animal foi novamente anestesiado, para a realização

de outras 4 restaurações que iriam ser extraídas após 180 dias. Cumprido o prazo de 180 dias, o animal foi mais uma vez anestesiado, para a realização das 4 últimas restaurações, cujos dentes foram extraídos, ao término das restaurações. Os outros dentes restantes e que já haviam sido preparados previamente a 180 e 360 dias, também foram extraídos seqüencialmente. As superfícies externas das restaurações foram preparadas para receber blocos de resina, para obtenção dos “palitos”, feitos em forma de ampulheta. Ao término desse procedimento, os espécimes foram submetidos ao teste mecânico de microtração. Em seguida, os “palitos” fraturados foram preparados para serem avaliados em MEV. De acordo com os resultados obtidos, os autores observaram porosidades no topo da camada híbrida e no interior da camada do adesivo, que aumentou com o passar do tempo. A formação de camada híbrida adequada foi constatada nos dentes que foram imediatamente extraídos. Porém, após período de seis meses, os autores observaram a remoção de minúsculas porções de resina polimerizada entre os espaços interfibrilares, que foram aumentando significativamente com o passar do tempo período de um ano. Segundo os autores, as mudanças morfológicas observadas aconteceram em função da degradação contínua da resina polimerizada pela presença da água, proveniente, provavelmente, da interface da restauração.

Tay et al. ⁷⁹, no ano de 2000, avaliaram o efeito da presença e

ausência da smear layer na resistência de união do sistema adesivo autocondicionante Clearfil SE Bond. Foram utilizados para este experimento doze terceiros molares humanos extraídos, os quais foram armazenados por período máximo de um mês em solução de cloramina T a 0,5%. Superfícies planas de dentina foram obtidas, a partir do corte das coroas em suas porções médias. Os espécimes foram divididos em 4 grupos experimentais, com 3 dentes para cada grupo. Com exceção do primeiro grupo, cujos espécimes apresentavam superfícies de dentina isentas de smear layer, nos demais grupos (2, 3, e 4), os autores induziram a deposição de smear layer através da utilização de lixas de diferentes granulações: 600, 180, 60, respectivamente. Superfícies sem smear layer foram obtidas após criofratura dos dentes. Em seguida, todas as superfícies foram tratadas com o sistema adesivo Clearfil SE Bond, seguindo recomendação do fabricante. Seqüencialmente, coroas de resina composta foram construídas sobre as superfícies de dentina tratadas, e os espécimes armazenados em água por 24 horas. Para o ensaio mecânico de microtração, foram realizados cortes para obtenção de palitos de 1mm^2 de área, acoplados na máquina de ensaios mecânicos e submetidos à força de tração, numa velocidade de $1,0\text{mm}/\text{min}$. O estudo fractográfico das superfícies fraturadas em MEV e MET foi realizado somente sobre o substrato dentinário. Os resultados mostraram que o sistema adesivo autocondicionante Clearfil SE Bond produziu altos valores de resistência de união, tanto na presença quanto na ausência da smear layer.

Porém, quando aplicada sobre a smear layer criada com lixa de granulação 60, a resistência de união foi estatisticamente inferior ($50,30 \pm 12,60$ MPa) quando comparada à resistência obtida para os demais grupos, com exceção do grupo controle ($54,83 \pm 11,64$ MPa). A análise das superfícies fraturadas em MEV demonstrou que as fraturas ocorreram predominantemente na superfície da smear layer hibridizada. Independentemente da espessura da smear layer produzida, o sistema adesivo foi capaz de alcançar a superfície da dentina subjacente e formar uma verdadeira camada híbrida, com e sem inclusão da smear layer.

Ainda no ano de 2000, Tay et al.⁸⁰, avaliaram a profundidade de desmineralização da dentina, produzida por diferentes sistemas adesivos auto-condicionantes: Clearfil Liner Bond II (LBII), Clearfil Liner Bond 2V (LB2V) e Clearfil SE Bond (SE). Discos de dentina foram confeccionados para realização deste experimento, obtidos a partir de dois cortes horizontais, paralelos entre si, feitos na porção média da coroa de 28 terceiros molares humanos hígidos. Toda superfície do esmalte foi eliminada com a realização do primeiro corte. Ao final deste procedimento, obtiveram-se discos de dentina com espessuras médias entre 1.0 a 1.5 mm. A superfície voltada para a face oclusal do dente foi selecionada para os procedimentos de adesão. As superfícies foram polidas com lixa de granulação 600 por 1 minuto, sob adequada refrigeração, para obtenção de smear layer padronizada.

Dezesseis espécimes foram aleatoriamente divididos em 4 grupos experimentais, para avaliação dos 3 sistemas adesivos previamente mencionados (LBII, LB2V e SE), somados ao All-Bond 2 (AB-NE), sistema adesivo que não requer condicionamento ácido prévio e que foi utilizado como grupo controle. Todos os sistemas foram aplicados de acordo com as recomendações dos fabricantes. Para avaliar a performance do sistema adesivo SE, lixas de diferentes granulações (600, 180 e 60) foram utilizadas para criar smear layer de diferente espessura. Como controle, os autores utilizaram 4 dentes imersos em nitrogênio líquido por 10 minutos, que foram criofraturados para obtenção de superfícies livres de smear layer. Após aplicação dos sistemas adesivos, todos os espécimes foram preparados para serem avaliados em TEM. Com relação aos efeitos produzidos pelos diferentes sistemas adesivos na ultra-estrutura da interface dentina-resina, os autores observaram que a ação do primer do sistema adesivo All Bond 2 foi efetiva apenas sobre camada de smear layer. Este agente adesivo não foi capaz de desmineralizar a dentina subjacente, produzindo conseqüentemente, camadas de smear layer hibridizadas entre 300 a 500nm de espessura. Por outro lado, entre os materiais experimentais avaliados, o sistema adesivo Clearfil Liner Bond II (pH 1.4), produziu camada híbrida mais espessa, com valor médio de 1.4 μ m. A espessura da camada híbrida produzida pelos sistemas adesivos Clearfil Liner Bond 2V e Clearfil SE Bond foi semelhante entre si, com valores médios de 0.5 μ m. Com relação a

performance do sistema Clearfil SE Bond frente a diferente espessura da smear layer, os autores verificaram que nos espécimes criofaturados (sem presença da smear layer), a espessura de dentina hibridizada variou entre 0.4 a 0.5 μ m. Os espécimes tratados com a lixa de granulação 600, a espessura da camada híbrida variou entre 0.8 a 1.2 μ m. Já para os espécimes tratados com lixa de granulação 180, a espessura da camada híbrida variou substancialmente, apresentando valores entre 1.2 e 3.8 μ m. Este fato se deu em função do arranjo irregular e frouxo da smear layer superficial, que contrastou com a porção basal mais compacta. No entanto, as camadas híbridas mais espessas foram produzidas pelos espécimes tratados com lixa de granulação 60, cujos valores variaram entre 3.2 e 4.6 μ m. Os autores concluíram que os sistemas adesivos autocondicionantes avaliados nesta pesquisa foram capazes de produzir camadas híbridas delgadas, com incorporação da smear layer. A suspeita de que diferente espessura de smear layer pudesse interferir na difusão dos primers auto condicionantes pelo interior da dentina subjacente, não pôde ser confirmada com a realização deste experimento.

Koibuchi et al.,²⁷ em 2001, avaliaram o efeito do tipo de smear layer sobre a resistência de união de um sistema auto-condicionante. Foram utilizados neste experimento, 15 dentes recém extraídos, divididos em 2 grupos experimentais, de acordo com o tipo de smear layer produzida: grupo

1: nove dentes e smear layer produzida com lixa 180; grupo 2: seis dentes e smear layer produzida com lixa 600. Os autores consideraram a smear layer produzida com lixa 180 mais áspera (irregular), enquanto que aquela produzida com lixa 600, aparentou ser mais lisa. Sobre a superfície de dentina desgastada, para ambos os grupos, foram aplicados o sistema adesivo Clearfil Liner Bond II, por 30 segundos, seguido de suave secagem com ar, aplicação do adesivo seguido de fotopolimerização por 20 segundos e, finalmente, reconstrução da coroa com resina composta Clearfil Photo-Posterior. Para avaliação da resistência de união, os espécimes foram confeccionados em forma de halteres, com área de adesão de 3.0 x 2.0 mm². Após este procedimento, todos os espécimes foram armazenados em água a 37°C por 24 horas e somente então, submetidos ao teste de microtração em uma máquina de ensaio mecânico universal operada à velocidade de 1.0mm/min. Ambos os lados dos espécimes fraturados foram avaliados em MEV. O teste de resistência de união mostrou valores estatisticamente diferentes para os dois grupos: grupo 1 (10.0 ± 7.2) e grupo 2 (28.5 ± 5.2). As observações em MEV demonstraram a ocorrência de falhas entre o topo da dentina hibridizada e a base da smear layer hibridizada, bem como entre o topo e a base da smear layer hibridizada.

Miyasaka & Nakabayashi³³ avaliaram o efeito de um primer contendo Pheny-P/HEMA sobre superfícies de dentina úmidas, previamente

condicionadas com EDTA. Superfícies planas de dentina bovina foram preparadas com lixa 180 e condicionadas com EDTA 0,5M pH7,4, por 60 segundos. Após este procedimento as superfícies foram lavadas e secas. Primers contendo Phenyl/P em diferentes concentrações (1 a 20%) e HEMA a 30% foram aplicados sobre as superfícies previamente condicionadas com EDTA. Em seguida, coroas de resina foram construídas sobre cada superfície, e, os espécimes, armazenados em água por 24 horas e em seguida, cortados para obtenção dos espécimes em forma de halteres, com área de adesão de 6mm². O maior valor de resistência de união obtido foi de 27MPa, para os espécimes tratados com Phenyl-P a 12%. Os autores concluíram que determinadas concentrações de Phenyl-P geraram bons valores de resistência de união à dentina tratada com EDTA, produzindo camada híbrida de boa qualidade.

Ogata et al.³⁹, em 2001, investigaram a influência da direção dos túbulos dentinários sobre a resistência de união à dentina, utilizando-se de 4 sistemas adesivos para dentina: clearfil Liner bond 2V; Single Bond; Imperva Fluoro Bond e One-Step. Foram utilizados 18 dentes, que tiveram suas coroas removidas por meio de corte transversal, expondo uma superfície plana de dentina, determinando túbulos cortados perpendicularmente. Os adesivos foram aplicados sobre esta superfície. Outros 18 dentes foram cortados ao meio, no sentido do seu longo eixo, e os sistemas adesivos

aplicados lateralmente à dentina coronária, onde os túbulos estavam cortados longitudinalmente. Todas as superfícies foram polidas com lixa 600 para criação da smear layer, previamente à aplicação do adesivo, de acordo com a recomendação do fabricante. Após aplicação de cada adesivo, foi construída uma coroa de resina (Clearfil AP-X), numa altura de 3 a 5mm. Em seguida, os dentes foram armazenados em água a 37°C por 24 horas e então, seccionados paralelamente ao longo eixo, formando fatias de 0,7mm de espessura, as quais foram desgastadas na interface adesiva, até obtenção de áreas de 0,95 a 1,05mm². Os espécimes foram levados à máquina de ensaios mecânicos para o teste de microtração à velocidade de 1mm/min. Após a fratura, as superfícies foram inspecionadas visualmente e microscopicamente, para determinar o tipo de falha ocorrida. Os resultados demonstraram que os valores de resistência de união foram maiores quando os sistemas foram aplicados à superfície de dentina com os túbulos paralelos à interface adesiva, do que à superfície da dentina com os túbulos cortados perpendicularmente. Esta diferença foi estatisticamente significativa para os sistemas adesivos Single Bond e One-Step. Quando inspecionados visualmente, a maioria dos espécimes apresentou fratura adesiva, confirmada pela microscopia de luz em aumento de 20x. Os autores concluíram que a direção dos túbulos dentinários pode ser uma variável importante na resistência de união.

Ainda no ano de 2001, Ogata et al.,⁴⁰ avaliaram o efeito da utilização de diferentes tipos de brocas sobre a dentina, na resistência de união a microtração de três sistemas adesivos auto-condicionantes: Clearfil Liner bond 2, Clearfil Liner Bond 2V e Clearfil SE Bond. Trinta e seis terceiros molares humanos foram cortados na altura da coroa, para obtenção de superfícies planas de dentina, as quais foram lixadas com auxílio de lixa abrasiva de granulação 600. Os dentes foram divididos em diferentes grupos, de acordo com o tipo de tratamento realizado na superfície, que serviu como substrato de adesão: com broca de aço de 12 lâminas, broca de aço convencional e finalmente, com broca diamantada de granulação regular. Nove dentes foram utilizados como controle, com a smear layer preparada apenas com lixa de granulação 600. As superfícies receberam a aplicação de um dos três sistemas adesivos, de acordo com as recomendações dos fabricantes e sobre elas, uma coroa de resina composta foi confeccionada, utilizando-se da resina composta Clearfil AP-X. O teste de microtração foi realizado após a obtenção de espécimes em forma de ampulheta com área aderida de aproximadamente 1mm². Após o ensaio mecânico, os espécimes foram visualmente e microscopicamente avaliados, para determinação do tipo de fratura ocorrida. Os melhores resultados de resistência de união foram observados, no grupo cuja superfície da dentina foi preparada apenas com lixa de granulação 600. Os piores resultados foram determinados, para o grupo tratado com broca diamantada. Os autores concluíram que o tipo de

preparo da superfície da dentina influencia diretamente a resistência de união de sistemas auto-condicionantes.

Pioch et al.⁵⁹ em 2001, avaliaram a possível interferência da pressão intrapulpar simulada através de aparelho, durante a aplicação de adesivos dentinários para obtenção da camada híbrida. Foram utilizados neste experimento 180 dentes molares humanos recém extraídos, hígidos e 3 sistemas adesivos para dentina: Syntac Classic (dentina úmida - cetona), Gluma CPS (dentina seca - água), Prime & Bond NT (dentina úmida - cetona). O estudo da interface adesiva foi realizado através do teste de resistência ao cisalhamento (90 dentes), e também, pelo microscópio confocal a laser (CLSM – 90 dentes). Para obtenção da superfície dentinária, as coroas dos dentes foram seccionadas perpendicularmente ao seu longo eixo, na porção média formada entre a câmara pulpar e o esmalte dental. Em seguida as superfícies expostas foram desgastadas com lixa úmida de granulação 500, por 15 segundos. Para simular a pressão intrapulpar, uma via de acesso foi criada na porção lingual dos dentes para conexão do tubo que liga o aparelho ao interior da câmara pulpar. A coluna de água foi ajustada a uma altura de 34cm, a fim de gerar uma pressão equivalente a 25mm de mercúrio. Para o estudo em microscopia confocal a laser, foi incorporado dentro dos frascos dos agentes de união, o corante Rhodamin B fluorescente. Os espécimes foram divididos em 2 grupos experimentais: grupo A (90 dentes) e grupo B (90

dentes). A aplicação dos agentes de união para grupo A (30 dentes para cada material), foi realizada sem simulação da pressão intrapulpar. Para o grupo B (também 30 dentes para cada material), a aplicação do agente de união se deu sob ação da pressão intrapulpar. Um total de 45 espécimes de cada grupo foram avaliados através do teste de resistência de união ao cisalhamento e os outros 45 restantes espécimes de cada grupo, pelo CLSM. Todos os espécimes foram restaurados com resina composta de acordo com o protocolo fornecido pelos fabricantes. Através das avaliações realizadas, os autores observaram que após simulação da pressão intrapulpar, a resistência de união diminuiu significativamente para todos os grupos. Não houve diferença estatisticamente significativa entre a espessura da camada híbrida formada sob ação ou não da pressão intrapulpar. A formação dos tags de resina foi menos evidente sob ação da pressão intrapulpar, principalmente nas regiões próximas à câmara pulpar, onde a intensidade da fluorescência diminuiu.

Blomlöf et al.³ em 2001, compararam o condicionamento ácido da dentina com EDTA e com o ácido fosfórico, na resistência de união de dois sistemas adesivos, All Bond (Bisco, Inc.) e Prime & Bond NT (Dentsply). Vinte e nove pares de superfícies planas de dentina (mesial/distal e vestibular/lingual) foram obtidas de 21 terceiros molares humanos, de tal forma que em um mesmo dente, uma das superfícies foi condicionada com

ácido fosfórico a 32% por 15 segundos e a outra, com EDTA gel a 24% por 3 minutos. Os sistemas adesivos foram aplicados a seguir de acordo com as recomendações dos fabricantes. A superfície de adesão foi limitada em $5,24 \pm 0,05$ mm com a utilização de um anel de cobre. A seguir, o anel foi preenchido com resina composta Tetric Flow (Ivoclar/Vivadent) e fotopolimerizada por 60 s. Os dentes foram mantidos em água a 37°C por 24 horas, previamente serem submetidos ao teste de resistência de união ao cisalhamento, a uma velocidade de 1mm/min. Os valores médios de resistência de união para o sistema adesivo All Bond 2 foram de $13,1 \pm 4,5$ e $8,2 \pm 3,5$ MPa, para os tratamentos com EDTA e ácido fosfórico respectivamente. Para o sistema adesivo Primer & Bond NT, o valor médio de resistência de união para os espécimes tratados com EDTA foi de $6,1 \pm 2,1$ MPa e com o ácido fosfórico, o valor encontrado foi de $5,9 \pm 2,6$ MPa. Os autores concluíram que o condicionamento da dentina com EDTA gel a 24% previamente à utilização do sistema All Bond 2, potencializou os resultados de resistência de união em dentina, na ordem de 61%. O mesmo não ocorreu com o sistema adesivo Prime & Bond NT, que não mostrou aumento da resistência de união em dentina, quando associado ao EDTA.

Ogata et al.⁴¹ em 2002, avaliaram através de testes de resistência de união à microtração, os efeitos produzidos por dois tipos de condicionadores para dentina (Mac-Bond II, sistema auto-condionante e

Single Bond, associado ao ácido fosfórico) aplicados sobre superfícies preparadas com diferentes tipos de brocas. Vinte e quatro dentes foram utilizados neste experimento, os quais tiveram as coroas seccionadas em suas porções médias, para exposição das superfícies de dentina. Após regularização dessas superfícies com lixa abrasiva de granulação 600, os espécimes foram divididos aleatoriamente em três grupos experimentais e um grupo controle, de acordo com o tipo de tratamento determinado em cada superfície: com lixa de granulação 600 (grupo controle); com broca de aço laminada, com broca de aço picotada e finalmente, com broca diamantada de granulação média. Posteriormente, as superfícies dentinárias foram tratadas com um dos dois sistemas adesivos previamente descritos. Em seguida, blocos de resina foram confeccionados em todos os dentes com resina composta Clearfil AP-X, e os dentes, armazenados em água a 37°C, por 24 horas. Ao término deste período, os espécimes foram seccionados para obtenção de “palitos” em forma de ampulheta, para serem avaliados através do teste de microtração. Para os espécimes tratados com o sistema Mac-Bond II, os piores resultados de resistência de união foram observados no grupo tratado com broca diamantada, provavelmente, em função do agente condicionador não conseguir remover totalmente a smear layer e smear plug da superfície avaliada. Já para os dois outros grupos tratados com broca de aço, não houve diferenças estatisticamente significantes entre os mesmos e o grupo controle. Para os espécimes tratados com Single Bond, os melhores

resultados foram observados no grupo tratado com broca de aço picotada, sem haver diferenças estatisticamente significantes entre os dois outros grupos e o grupo controle. O ácido fosfórico foi capaz de remover toda a smear layer e a smear plug dos espécimes de todos os grupos. Os autores concluíram que, os valores de resistência de união obtidos em superfícies de dentina submetidas a diferentes tipos de tratamento, os mesmos variaram em função do tipo de sistema adesivo utilizado, e que, embora diferentes sistemas adesivos possam influenciar nas respostas de resistência de união da dentina, submetidas a diferentes tipos de tratamento, para potencializar os resultados de adesão, a smear layer deve ser totalmente removida.

Sengun et al.⁶⁸ em 2003, avaliaram comparativamente o desempenho do sistema adesivo auto-condicionante Clearfil Liner Bond II aplicado na dentina e no esmalte dental, sob ação positiva ou não da pressão intrapulpar simulada por aparelho. Quarenta e dois molares humanos, recém extraídos e livres de cárie foram utilizados para realização desta pesquisa. Os autores dividiram os dentes em dois grupos experimentais, vinte e um dentes para cada grupo, de acordo com o tipo de tratamento recebido, ou seja, sob a ação ou não da pressão intrapulpar. Para os dentes tratados sob ação da pressão intrapulpar, as raízes dos dentes foram cortadas 2 a 3 mm abaixo do limite da junção amelocementária, com auxílio da máquina de corte Isomet, para remoção da câmara pulpar e inserção do tubo de conexão, interligado à

máquina de pressão intrapulpar. Após os autores medirem a distância entre a parede externa da câmara pulpar e a superfície externa vestibular de cada dente, superfícies planas e paralelas à superfície vestibular foram criadas em cada dente, determinando remanescente de $1,12 \pm 0,57$ mm. O mesmo procedimento foi realizado na superfície lingual oposta, porém, com desgaste de menor profundidade para exposição apenas do esmalte dental. Após este procedimento, os dentes foram mantidos sob ação da pressão intrapulpar de 15cm de H₂O, por 24 horas e sob temperatura ambiente. Em seguida, a pressão foi mantida e as superfícies do esmalte e da dentina foram tratados com o adesivo Clearfil Liner Bond II, de acordo com as recomendações do fabricante. Posteriormente, cilindros transparentes medindo 3mm de altura e 2,5mm de diâmetro foram adaptados às respectivas superfícies, para confecção de coroas de resina composta (resina híbrida Clearfil AP-X). Seqüencialmente, os espécimes foram armazenados em água destilada por 24 horas, sob ação da pressão intrapulpar, previamente a realização do teste de cisalhamento. Para os dentes do outro grupo (controle), os mesmos procedimentos foram realizados, porém, sem ação da pressão intrapulpar. Os espécimes foram submetidos ao teste de cisalhamento, com auxílio de uma máquina de teste universal, Testometric Micro 500, a uma velocidade de $1,0\text{mm min}^{-1}$. De acordo com os resultados apresentados, a pressão intrapulpar potencializou os valores de resistência de união observados no esmalte dental, porém, para os espécimes tratados em dentina, a pressão

intrapulpar reduziu significativamente os valores de resistência de união.

Proposição

O objetivo da presente pesquisa foi avaliar, de maneira comparativa, a resistência de união entre um sistema adesivo auto-condicionante e o substrato dentinário, através de duas condições de tratamento da dentina: *in vivo* e *in vitro*, realizando-se ou não a remoção da smear layer.

Material e Método

1.1. Seleção e distribuição dos dentes

Após aprovação do presente projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP (anexo A), foi encaminhado ofício para o professor responsável da Disciplina de Ortodontia da mesma instituição, para autorização e início da avaliação do número de pacientes necessários para o desenvolvimento desta pesquisa (anexo B).

Para a realização deste estudo experimental, foram utilizados 20 dentes pré-molares superiores (primeiros e segundos pré-molares), de ambos os lados, de pacientes que necessitavam extrair seus dentes por finalidade ortodôntica. Todos os voluntários eram pacientes do Curso de Especialização em Ortodontia Corretiva oferecido pela FAEPO – Fundação Araraquarense de Ensino e Pesquisa em Odontologia (Curso de especialização em Ortodontia realizado entre 05 de março de 2001 à 15 de agosto de 2003).

Com o objetivo de se obter uma padronização dos dentes,

cada paciente, com idade entre 12 e 20 anos, independente do sexo, cor e raça foi submetido a um exame clínico e radiográfico inicial, para comprovar se os mesmos se adequavam ao estudo. Foram selecionados dentes com coroa de morfologia normal, livres de cárie dental, traumatismos ou qualquer outra patologia que pudesse interferir nos resultados da pesquisa (figuras 1a e 1b).

Após os devidos esclarecimentos aos pais e pacientes quanto aos propósitos da pesquisa, e, imediatamente após a concordância em participar espontaneamente da mesma, foi agendado um horário para a realização dos procedimentos clínicos/cirúrgicos e ou cirúrgicos, correspondendo aos grupos *in vivo* e *in vitro*, respectivamente, num total de 10 dentes para cada grupo. Resumidamente, traduz-se por procedimento *in vivo*, a confecção de preparo cavitário de classe I nos dentes indicados para extração e imediata restauração dos mesmos com resina composta, previamente ao ato cirúrgico. Já para o procedimento denominado *in vitro*, a etapa inicial correspondeu à extração do elemento dental, com repetição dos mesmos procedimentos realizados nos grupos *in vivo*, porém em laboratório.

Com a intenção de avaliar a possível interferência da manutenção da smear layer entre o substrato dentinário e o sistema adesivo experimental, os dois grupos iniciais, denominados *in vivo* e *in vitro*, foram subdivididos, criando-se dois novos grupos, caracterizados pelo tipo de tratamento dentinário realizado: com ou sem remoção da smear layer através

da aplicação, por 30 segundos, do ácido etileno diamino tetra acético (EDTA) na concentração de 17%, 0,5M e pH 7,2.

Para padronização dos dentes, determinou-se através de sorteio, que o dente esquerdo de cada paciente seria tratado *in vivo*, e que o seu correspondente do lado direito, *in vitro*. Assim, à medida que os pacientes foram encaminhados para o pesquisador responsável, os mesmos foram distribuídos aleatoriamente em um dos quatro grupos experimentais, totalizando cinco dentes por grupo, de acordo com o tipo de preparo cavitário (*in vivo* ou *in vitro*) e o tipo de tratamento da superfície de dentina recebido (com ou sem aplicação do EDTA).

Por ocasião deste momento, o paciente e seu responsável legal assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, cujo modelo foi elaborado de acordo com especificações fornecidas pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP (anexo C).

O número de dentes e a identificação de cada grupo experimental estão descritos na tabela 1.

Imediatamente após as extrações dos dentes, os mesmos foram limpos com auxílio de curetas periodontais para remoção dos restos teciduais, escovados com água, imersos em solução de glutaraldeído a 2,5% e armazenados em geladeira a uma temperatura média de 4°C, por período máximo de 05 dias.

Tabela 1 – Relação entre o número de dentes e identificação dos grupos, segundo as variáveis técnica de preparo e tipo de tratamento da dentina.

GRUPOS	Tratamento do Substrato Dentinário
Grupo 1 – experimental (<i>in vivo</i> – 05 dentes)	Sim (EDTA 0,5M – pH 7,2 aplicado por 30 segundos).
Grupo 2 – controle (<i>in vivo</i> – 05 dentes)	Não
Grupo 3 – experimental (<i>in vitro</i> – 05 dentes)	Sim (EDTA 0,5M – pH 7,2 aplicado por 30 segundos).
Grupo 4 – controle (<i>in vitro</i> – 5 dentes)	Não

Foi utilizado nesta pesquisa, o sistema adesivo auto-condicionante Clearfil SE Bond (Kuraray Co. Ltda, Osaka, Japão), resina composta restauradora Z 250 na cor A3 (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) e o ácido etileno diamino tetra acético – EDTA 17%, 0,5M, pH 7,2 (Solução manipulada no laboratório do Departamento de Patologia e Fisiologia da Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP). A descrição dos materiais, bem como o nome dos fabricantes e os respectivos lotes estão demonstrados na tabela 2.

Tabela 2 – Apresentação dos materiais.

Nome comercial	Fabricante	Composição	Lote
Clearfil SE Bond	Kuraray CO., Ltda – Osaka Japan	PRIMER: MDP, HEMA, dimetacrilato hidrofílico, canforoquinona, N, N – dietanol toluidina e água	00185 A
		BOND: MDP, Bis-GMA, HEMA, dimetacrilato hidrofóbico, canforoquinona, N, N-dietanol-p-toluidina, sílica coloidal sinalizada.	00176 A
Resina composta fotopolimerizável Z 250 (cor A3)	3M Espe, St. Paul – EUA	Resinas BIS-GMA, UDMA, Bis-HEMA, Zircônia e Sílica.	2WX 2005-06
EDTA 0,5M	Labsynth Ltda., Diadema, S.P. - Brasil	C ₁₀ H ₁₄ N ₂ O ₈ Na ₂ ·2H ₂ O ----- 18,71g Tampão fosfato ----- 100ml NaO ----- pH 7,2	21912

1.2. PREPARO DOS CORPOS DE PROVA

1.2.1. Abertura cavitária

O protocolo clínico para preparação cavitária foi o mesmo para todos os grupos experimentais. Todavia como descrito anteriormente, para os grupos *in vivo*, os procedimentos foram realizados diretamente na cavidade bucal do paciente (clínica do departamento de Dentística Restauradora da Faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP) e para os grupos *in vitro*, os mesmos foram realizados no laboratório do referido

departamento.

1.2.2. Etapas clínica e laboratorial

Excluindo os dois primeiros itens abaixo, restritos para os grupos *in vivo* (grupos 1 e 2), os itens subseqüentes foram comuns a todos os grupos, ou seja:

1. Anestesia local sem vaso constritor (Mepivacaína 3%, 1,8ml DFL, lote 0205A05 – validade: 05/2005, Rio de Janeiro, R.J., Brasil) do dente a ser submetido aos procedimentos operatórios (figura 1c);
2. Isolamento absoluto do campo operatório com dique de borracha (figura 2);
3. Profilaxia do dente a ser extraído com água e pedra-pomes, aplicado com escova de Robson (figura 3a/b);
4. Lavagem com água, secagem e anti-sepsia do campo operatório com álcool 70% (figura 4a/b);
5. Confecção das cavidades: todos os preparos cavitários foram realizados utilizando-se uma turbina de alta velocidade (MRS 400 Torque, Dabi Atlante, Ribeirão Preto, S.P., Brasil), com adequada refrigeração por spray água/ar. Iniciou-se a abertura cavitária com ponta diamantada esférica número 1014 (KG Sorensen Ind. Com. Ltda, Barueri, S.P., Brasil), delimitando as extensões do preparo, respeitando a conformação de um preparo de classe I, porém, de forma sobre-

estendida (figura 5a/b). A ampla conformação cavitária final teve como objetivo, conseguir maior área de superfície de dentina para obtenção dos “palitos”;

6. Extensão méso-distal e vestibulo-palatino (figura 6a/b) do preparo cavitário com ponta diamantada 1094 (KG Sorensen Ind. Com. Ltda, Barueri, S.P., Brasil);
7. Padronização da profundidade de todas as cavidades em 2,5mm, utilizando-se de uma sonda periodontal milimetrada (Doctor Smile, Neumar, Pirituba, S.P., Brasil), tendo como referência a margem proximal mesial do dente (figura 7);
8. Uma vez confirmada a profundidade da cavidade, suave regularização da parede pulpar com ponta diamantada CA 35 (KG Sorensen Ind. Com. Ltda, Barueri, S.P., Brasil), preservando a profundidade inicial do preparo (figura 8);
9. Concluída esta etapa, lavagem da cavidade com spray água/ar da seringa tríplex por 5 segundos, a uma distância aproximada de 10 centímetros da superfície dental (figura 9). Remoção do excesso de água acumulada no interior da cavidade, com bolinhas de algodão estéril (figura 10).

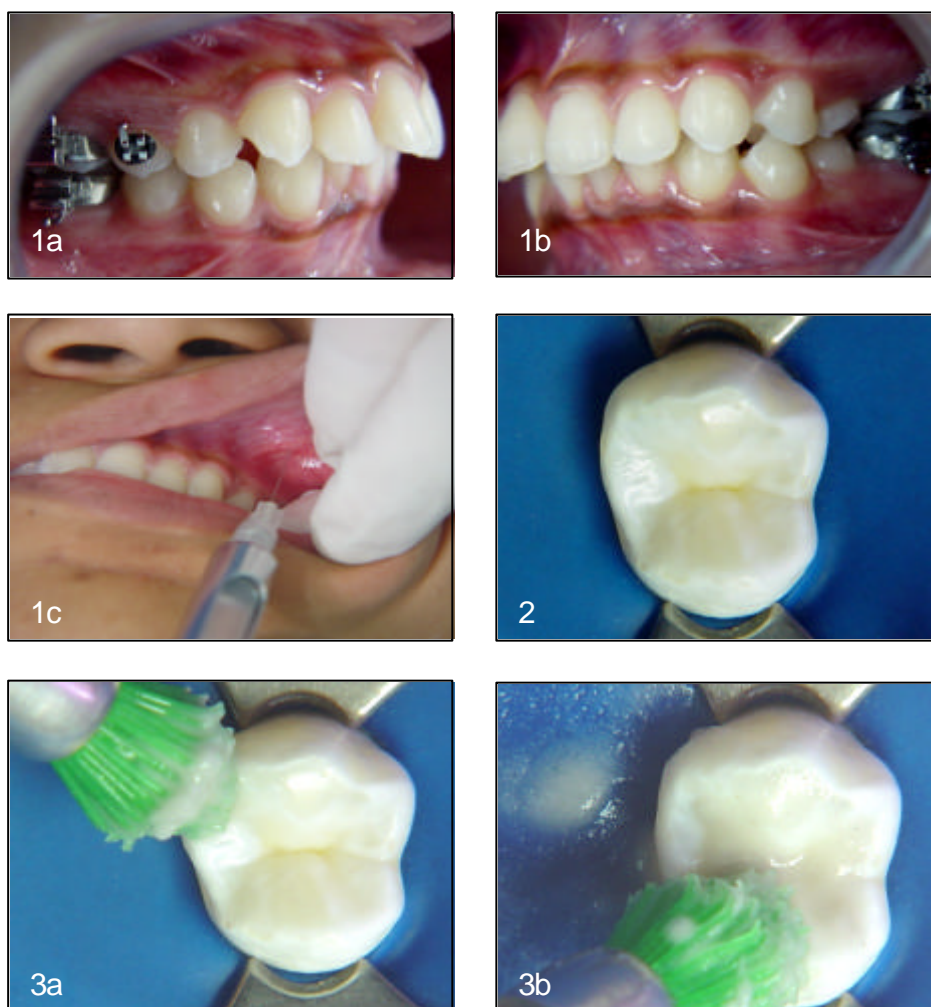


Figura 1a/b – Vista lateral dos dentes pré-molares superiores íntegros que serão submetidos aos procedimentos operatórios.

Figura 1c – Anestesia infiltrativa, com anestésico sem vaso constritor.

Figura 2 – Vista oclusal do pré-molar superior.

Figura 3a/b – Profilaxia do dente com água e pedra-pomes.

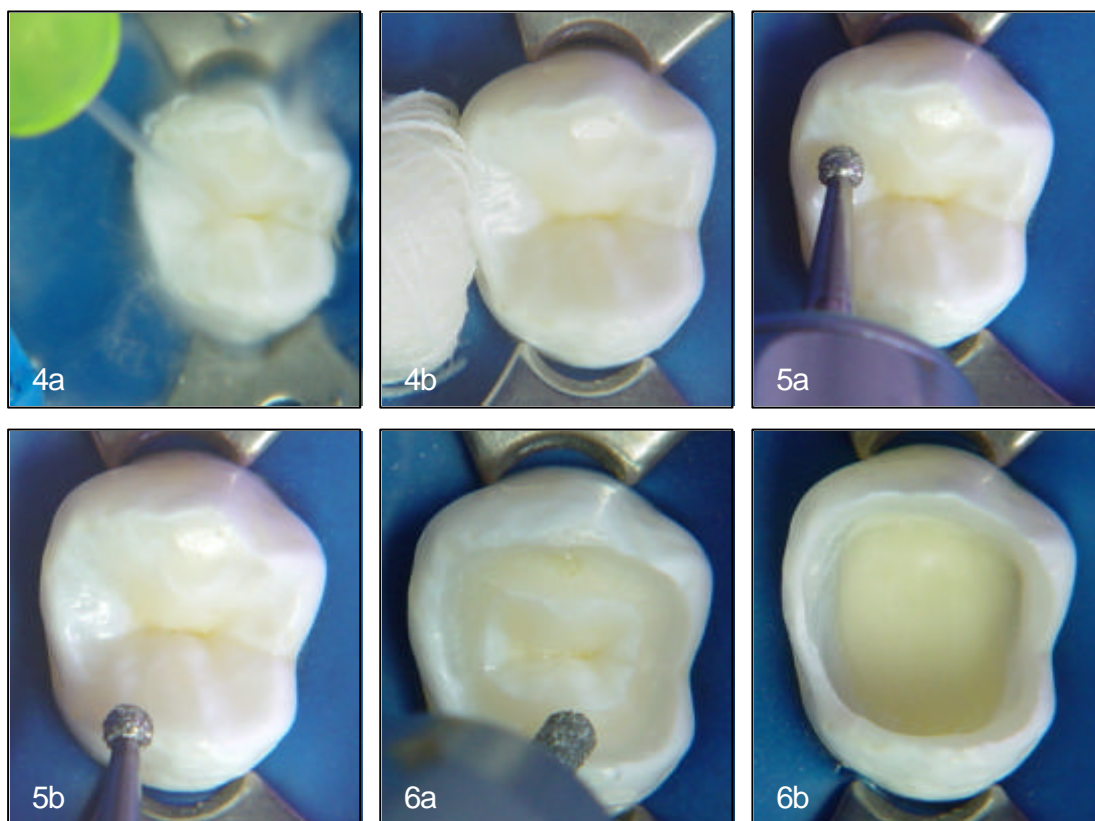


Figura 4a/b – Lavagem da cavidade com água e anti-sepsia do campo operatório com álcool 70%.

Figura 5a/b – Início da abertura cavitária (demarcação do limite externo do preparo com ponta diamantada 1014).

Figura 6a/b – Extensão méso-distal e vestibulo-palatino do preparo com ponta diamantada 1094.

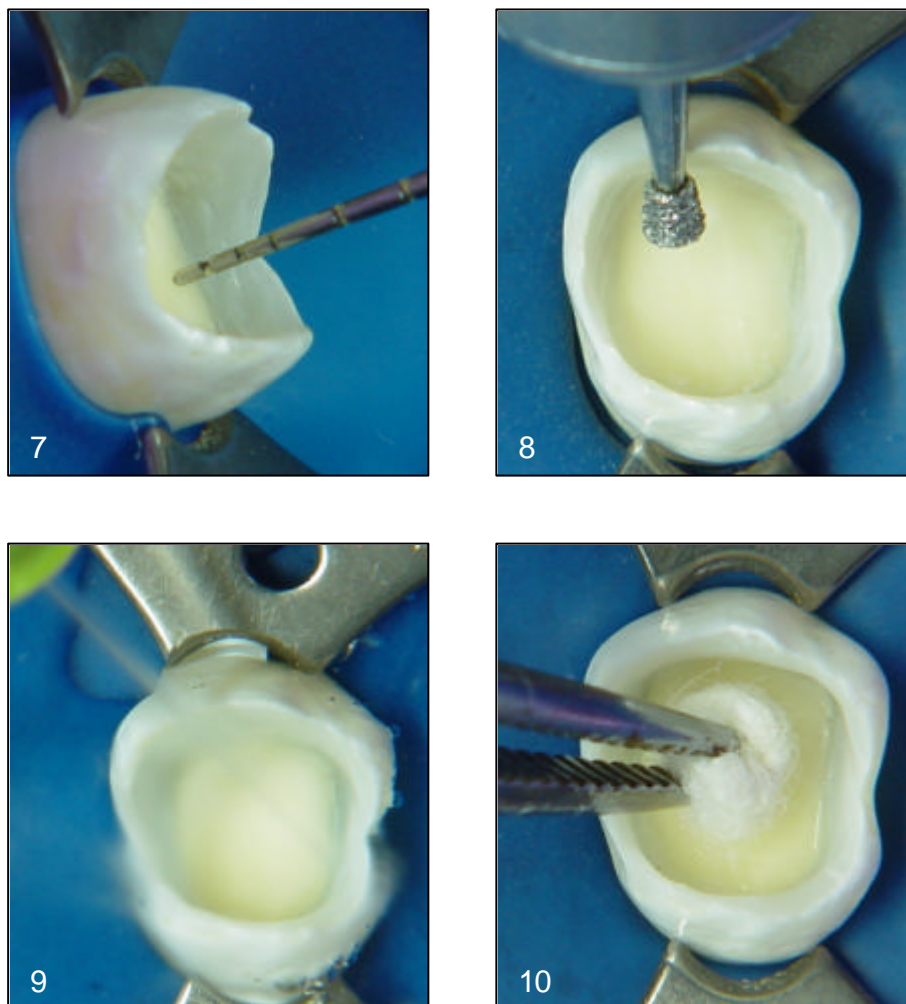


Figura 7 – Padronização da profundidade da cavidade, com auxílio de uma sonda periodontal.

Figura 8 – Regularização da parede pulpar com ponta diamantada CA35.

Figura 9 – Lavagem da cavidade com spray água/ar da seringa tríplice.

Figura 10 – Remoção do excesso de água com bolinha de algodão estéril.

1.2.3. Protocolo de aplicação do sistema adesivo Clearfil SE Bond e restauração dos elementos dentais

Após abertura cavitária, os componentes do sistema adesivo Clearfil SE Bond foram aplicados sobre as superfícies de dentina, respeitando as recomendações do fabricante, bem como o protocolo determinado para cada grupo:

Grupo 1: experimental (*in vivo*, com remoção da smear layer—05 dentes).

1. Tratamento da superfície de dentina com aplicação do agente condicionador EDTA 0,5M / pH 7,2, na concentração de 17%, embebido em bolinha de algodão estéril, agitando-a vigorosamente sobre a superfície de dentina por 30 segundos (figura 11);
2. Lavagem da cavidade por 5 segundos com spray água/ar da seringa tríplice, a uma distância aproximada de 10 centímetros (figura 12). Posterior remoção do excesso de água do interior da cavidade, com bolinhas de algodão estéril (figura 13);
3. Aplicação do primer auto-condicionante em todas as superfícies da cavidade (esmalte e dentina), com o auxílio de um pincel descartável do tipo “microbrush”, deixando-o agir por 20 segundos (figura 14);
4. Suave jato de ar da seringa tríplice sobre a cavidade, a uma distância de 10 centímetros, por 5 segundos, a fim de promover a evaporação dos componentes voláteis do primer;

5. Aplicação da resina adesiva do sistema Clearfil SE Bond com o auxílio de um pincel “microbrush”, em todas as superfícies da cavidade (figura 15);
6. Suave jato de ar sobre a cavidade, com a intenção de promover a formação de uma película uniforme do adesivo (figura 16);
7. Fotopolimerização do adesivo por 10 segundos, com aparelho fotopolimerizador devidamente calibrado (Curing Light XL 3000 – 3M Dental Products – Sedbauer – Germany), com intensidade de luz de $450\text{mW}/\text{cm}^2$ (figura 17);
8. Restauração da cavidade com resina composta Z 250 – cor A3, em incrementos, com espessura máxima de 1,5mm (figura 18a/b/c) até o seu completo preenchimento (figura 18d). Fotopolimerização de cada incremento por 40 segundos, através da técnica “soft-start polymerization”;
9. Extração dos dentes (figura 19a/b), remoção dos restos teciduais e armazenagem dos mesmos em solução de glutaraldeído a 2,5%, mantidos em geladeira a uma temperatura de 4°C , pelo período máximo de 5 dias (figura 20a/b). As extrações dos dentes foram realizadas após injeção de um anestésico local com vaso constritor (Lidocaina e Fenilefrina 1.8 ml – SSWhite, Lote 0 PA – validade 03/2005, Rio de Janeiro, R.J., Brasil).

Grupo 2: controle (*in vivo*, sem remoção da smear layer – 05 dentes)

1. Aplicação do primer autocondicionante em todas as superfícies da cavidade (esmalte e dentina), com o auxílio de um pincel descartável do tipo “microbrush”, deixando-o agir por 20 segundos;
2. Suave jato de ar da seringa tríplice, a uma distância de 10 centímetros, por 5 segundos, a fim de promover a evaporação dos componentes voláteis do primer;
3. Aplicação da resina adesiva do sistema Clearfil SE Bond com o auxílio de um pincel “microbrush”, em todas as superfícies da cavidade;
4. Suave jato de ar sobre a cavidade, com a intenção de promover a formação de uma película uniforme do adesivo;
5. Fotopolimerização do adesivo com o mesmo aparelho fotopolimerizador utilizado para o grupo 1.
6. Restauração das cavidades com resina composta Z 250 – cor A3, em incrementos, com espessura máxima de 1,5mm, até o seu completo preenchimento. Cada incremento foi fotopolimerizado por 40 segundos, pela técnica de “soft-start polymerization”;
7. Imediatamente após a restauração dos dentes, os mesmos foram extraídos como descrito para o grupo 1.

Grupo 3: experimental (*in vitro*, com remoção da smear layer – 05 dentes)

O protocolo clínico de aplicação do EDTA para tratamento da superfície de dentina e posterior aplicação do sistema adesivo Clearfil SE Bond, foi igual ao descrito para o grupo 1. Todavia, para este grupo experimental, os procedimentos foram realizados em laboratório, após extração dos pré-molares.

Grupo 4: controle (*in vitro*, sem remoção da smear layer – 05 dentes)

O protocolo clínico para este grupo foi o mesmo ao descrito para o grupo 2. Porém, todos os procedimentos foram realizados no laboratório, após extração dos dentes.

A descrição resumida para cada grupo experimental está demonstrada na tabela 3.

Tabela 3 – Apresentação dos passos técnicos para os grupos experimentais:

GRUPO	PROCEDIMENTOS CLÍNICOS
<p style="text-align: center;">G1 – <i>in vivo</i> (com remoção da smear layer)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. abertura cavitária de classe I - lavagem e secagem; 2. tratamento da superfície de dentina com EDTA por 30 s; 3. lavagem e secagem da cavidade; 4. aplicação do CSE primer (sobre dentina úmida) / aguardar 20s/ leve jato de ar; 5. aplicação do CSE bond/ breve jato de ar; 6. fotopolimerização por 10 s; 7. restauração da cavidade com resina composta.
<p style="text-align: center;">G2 – <i>in vivo</i> (sem remoção da smear layer)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. abertura cavitária de classe I – lavagem e secagem; 2. aplicação do CSE primer (sobre dentina úmida) / aguardar 20s/ leve jato de ar; 3. aplicação do CSE bond/ breve jato de ar; 4. fotopolimerização por 10 s; 5. restauração da cavidade com resina composta.
<p style="text-align: center;">G3 – <i>in vitro</i> (com remoção da smear layer)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. abertura cavitária de classe I - lavagem e secagem; 2. tratamento da superfície de dentina com EDTA por 30 s; 3. lavagem e secagem da cavidade; 4. aplicação do CSE primer (sobre dentina úmida) / aguardar 20s/ leve jato de ar; 5. aplicação do CSE bond/ breve jato de ar; 6. fotopolimerização por 10 s; 7. restauração da cavidade com resina composta.
<p style="text-align: center;">G4 – <i>in vitro</i> (sem remoção da smear layer)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. abertura cavitária de classe I - lavagem e secagem; 2. aplicação do CSE primer (sobre dentina úmida) / aguardar 20s/ leve jato de ar; 3. aplicação do CSE bond/ breve jato de ar; 4. fotopolimerização por 10 s; 5. restauração da cavidade com resina composta.

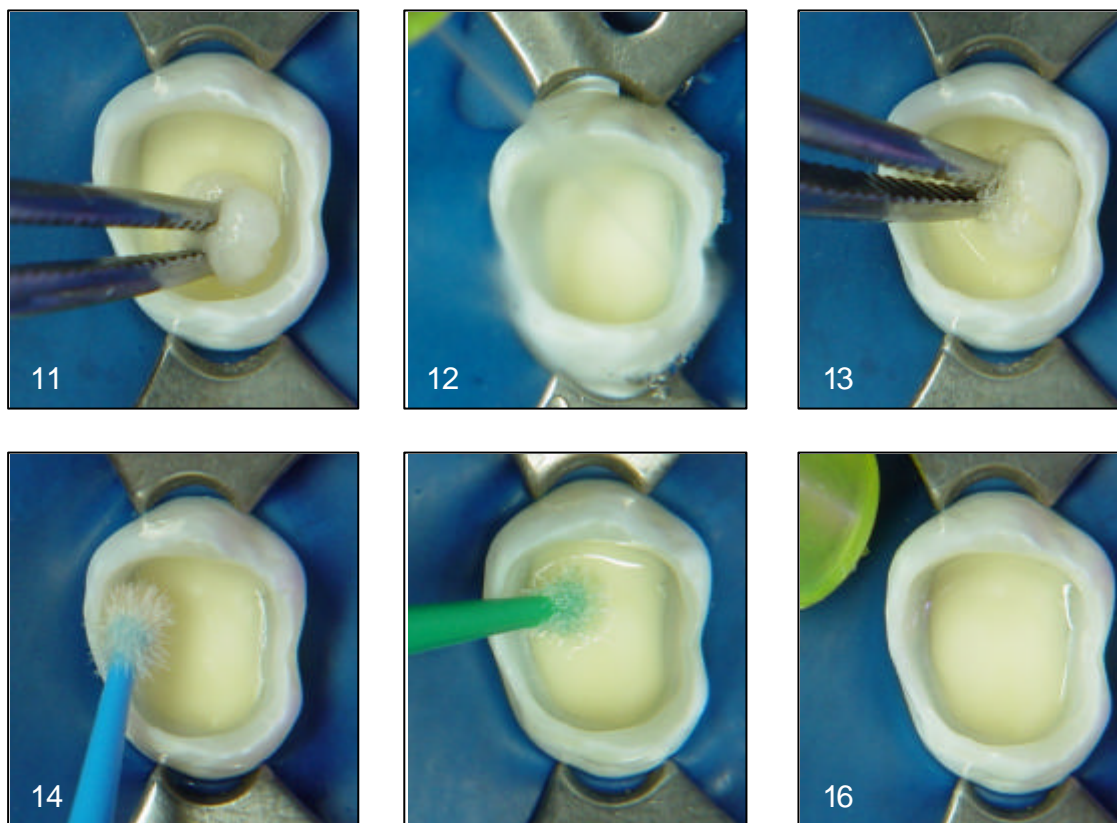


Figura 11 – Aplicação do agente condicionador EDTA.

Figura 12 – Lavagem da cavidade com spray água/ar da seringa tríplice.

Figura 13 – Remoção do excesso de água, com bolinha de algodão estéril.

Figura 14 – Aplicação do primer do sistema adesivo Clearfil SE Bond.

Figura 15 – Aplicação do agente adesivo do sistema Clearfil SE Bond.

Figura 16 – Suave jato de ar, com intenção de obter película uniforme do adesivo.

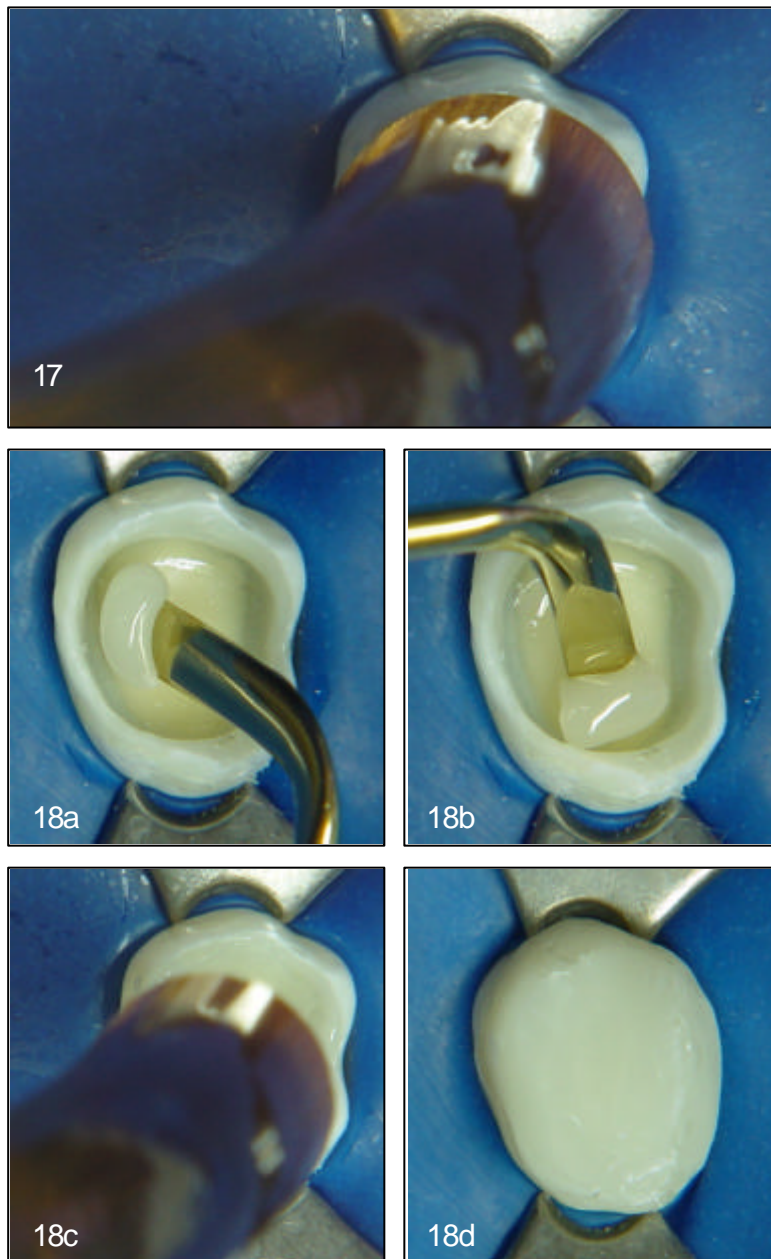


Figura 17 – Fotopolimerização do adesivo.

Figura 18 a/b – Restauração da cavidade com resina composta em incrementos.

Figura 18 c – Fotopolimerização de cada incremento.

Figura 18 d – Aspecto final do dente restaurado.

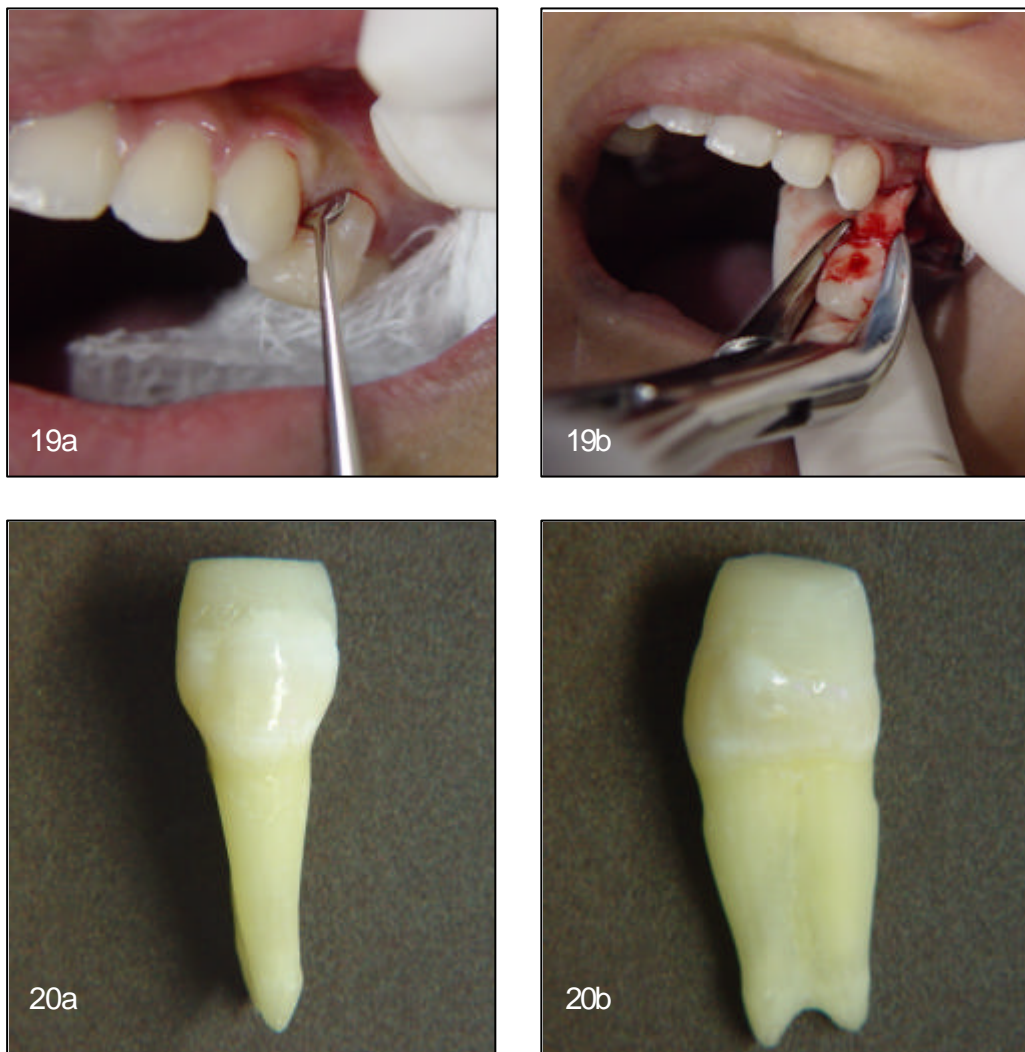


Figura 19 a/b – Sindesmotomia para extração do pré-molar, a qual foi realizada com fórceps.

Figura 20 a/b – Dente extraído, onde se realizou a remoção dos restos periodontais. Observe a sobre extensão da restauração de resina composta, com objetivo de obter “palitos” de tamanhos adequados.

1.2.4. Obtenção dos espécimes para o mecânico de tração

Decorrido o período máximo de 5 dias em que os corpos de prova permaneceram armazenados em solução de glutaraldeído a 2,5%, os mesmos foram seccionados para obtenção dos espécimes em forma de “palitos”, com área de superfície aderida medindo em torno de 0.49 mm^2 ($0,7 \times 0,7\text{mm}$).

Cada corpo de prova foi fixado em uma base de madeira com auxílio de godiva de baixa fusão e levado ao aparelho para cortes seriados (ISOMET 1000, Buehler Ltd, Lake Bluf, IL, EUA), para que fossem seccionados sob constante irrigação (figura 21).



Figura 21 – Vista frontal do aparelho de corte ISOMET 1000.

Inicialmente, realizou-se o corte das raízes dos dentes, a fim de se alcançar uma certa proporção entre a estrutura dental e a restauração de resina (figura 22a/b). A velocidade do disco de diamante (11 - 4254, 4"x0,012"/ Série 15LC - Diamond Wafering Blade, Buehler Ltd, Lake Bluf, IL, EUA) utilizado em todo experimento para secção dos dentes foi de 400 rpm, com peso do braço articulado de 150 gramas.

O primeiro corte envolvendo, a coroa do dente propriamente dito, foi realizado paralelamente ao seu longo eixo, no sentido vestibulo – palatino, iniciando-se junto a uma das superfícies proximais (figura 23a), até alcançar a superfície proximal oposta (figura 23b).

Ao término deste procedimento, cada fatia obtida foi novamente fixada em base de madeira (figura 24a/b), individualmente, com auxílio da godiva de baixa fusão, para a realização de novos cortes, desta vez, perpendicular aos primeiros (figura 24c). Desta maneira, foram obtidas amostras em forma de paralelepípedos, denominadas de “palitos” (figura 24d). As amostras da periferia (palitos), foram descartadas por apresentarem esmalte dental.

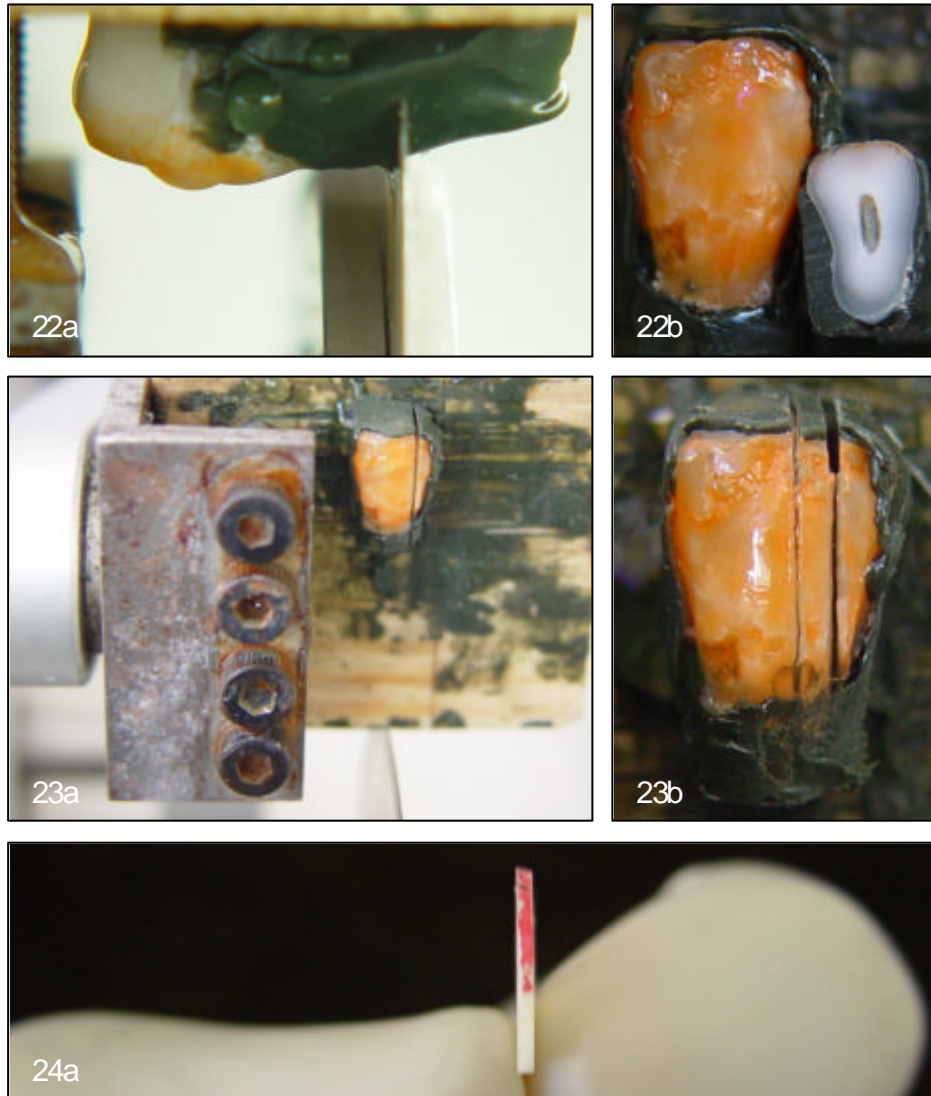


Figura 22 a/b – Dente fixado com godiva, sendo submetido ao corte da raiz.

Figura 23 a/b – Corte realizado na coroa do dente no sentido vestibulo-palatino, com início em uma das faces proximais.

Figura 24 a – Vista frontal da fatia do dente, com espessura de 0,7mm.

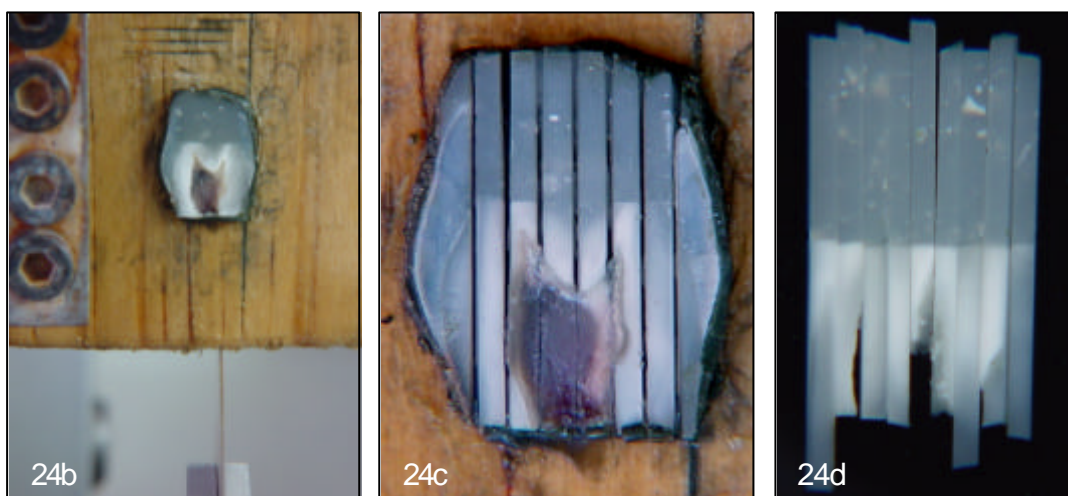


Figura 24 b – Fatia do dente fixada com godiva, a qual será submetida a cortes para obtenção de “palitos”.

Figura 24 c – Observe os 8 “palitos” obtidos da fatia sendo que as laterais foram excluídas.

Figura 24d – “Palitos” obtidos após corte de fatias dos dentes. Note o limite entre a resina composta e a estrutura dental.

Foram obtidos, em média, 8 palitos por dente, cuja variação dependeu do tamanho e forma do dente. A área transversal de cada palito foi aferida com auxílio de um paquímetro universal com leitura eletrônica (Digimatic Caliper, São Paulo, S.P., Brasil), devendo apresentar valor aproximado de $0,49\text{mm}^2$.

Dos 40 palitos obtidos por grupo, 21 deles foram selecionados. Foram eliminados os palitos que não atendiam os pré-requisitos determinados pela pesquisa: área de adesão diferente da estipulada, inclinação excessiva da área de adesão, espécimes fraturados durante o corte e presença de

bolhas na resina composta.

Os palitos selecionados foram armazenados em recipientes contendo solução de glutaraldeído a 2,5%, a uma temperatura de 4°C, pelo período máximo de 24 horas. Decorrido este prazo, os espécimes foram submetidos ao teste mecânico de microtração, para serem avaliados quanto à resistência de união.

1.3. Teste Mecânico de Microtração

O teste mecânico de microtração foi realizado em uma máquina de testes mecânicos (MTS 810, Material Test System, Minneapolis, MN, EUA) devidamente ajustada para as forças de tração, apresentando célula de carga com capacidade máxima de 1kN e velocidade do atuador de 0,5mm/minuto (figura 25).

Cada palito, individualmente, foi fixado através de suas extremidades num dispositivo específico para teste de microtração (figura 26a/b), o qual apresentava garras próprias para tal função (figura 27). A fixação dos palitos ocorreu através do uso de um adesivo instantâneo (Super Bonder Gel, Henkel Loctite Ltda, S.P., São Paulo, Brasil), associado a um acelerador à base de cianocrilato (Zapit Accelerator, Dental Ventures of América Inc., Corona, EUA - figura 28) . Uma vez em posição, iniciou-se o movimento de tração, sendo que através de um programa computadorizado específico (Test Works, Star IV, MTS Systems Corporation, Minneapolis, MN,

EUA) todos os valores foram armazenados, até o momento da fratura (figura 29a/b/c), quando o movimento era cessado, e os valores de resistência de união a microtração expressos em MPa. Estes valores foram obtidos através de divisão da carga máxima fornecida em Newton (N) pela área de cada espécime medida em mm^2 .

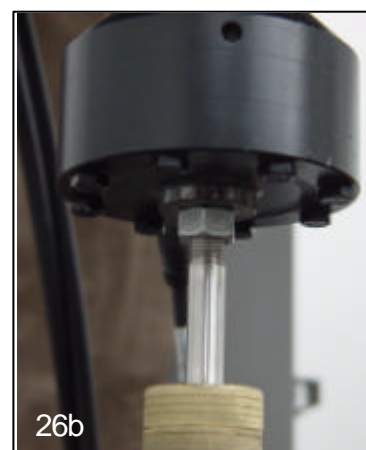


Figura 25 – Vista frontal da máquina de testes mecânicos MTS 810.

Figura 26 a/b – Aspecto do dispositivo utilizado para teste de microtração, acoplado à máquina de testes mecânicos MTS 810.

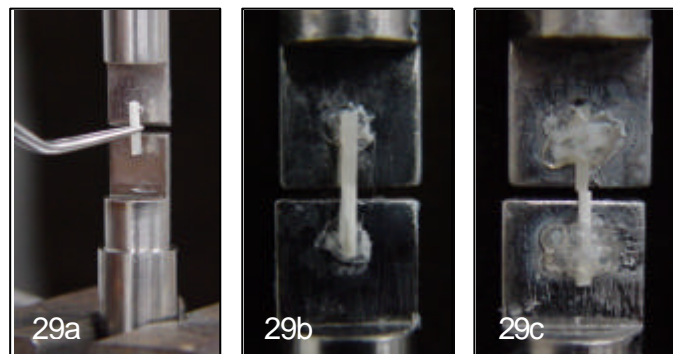
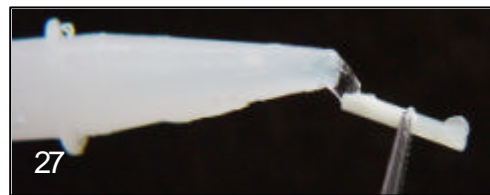


Figura 27 – Aplicação do adesivo nas extremidades do “palito” a fim de fixá-lo no dispositivo de microtração.

Figura 28 a/b – Adesivo instantâneo e acelerador de presa utilizado para fixar cada “palito” no dispositivo de microtração.

Figura 29 a/b/c – “Palito” posicionado no dispositivo de microtração até o momento de sua fratura.

Análise estatística

Para a análise comparativa das médias de resistência de união dos quatro grupos experimentais deste trabalho, empregou-se a análise de variância (ANOVA) de dois fatores. Um fator foi a condição de aplicação do sistema adesivo (*in vivo* ou *in vitro*), e o outro, o tratamento do substrato dentinário (com ou sem remoção da smear layer). Utilizou-se o nível de 5% de significância como regra de decisão para aceitar a existência de diferença significativa entre médias de resistência de união.

A validade da análise de variância dependeu de serem satisfeitas algumas condições, sendo que as principais foram: independência dos dados experimentais, homogeneidade de variância, isto é, as variâncias das resistências dos grupos experimentais deveriam ser equivalentes, e deveria haver normalidade dos erros experimentais. A independência ficou garantida pela forma com que o trabalho foi desenvolvido, enquanto que a homogeneidade de variância e a normalidade dos erros foram avaliadas, respectivamente, pelos testes de Levene e de Kolmogorov-Smirnov, ambos ao nível de 5% de significância. Testes de correlação de Pearson foram aplicados as variáveis resistência de união e espessura de dentina remanescente, para cada um dos grupos experimentais e controle.

Resultado

Antes da avaliação estatística dos valores de resistência de união segundo os fatores condição de aplicação (*in vivo* ou *in vitro*) e tratamento do substrato dentinário (com ou sem remoção da *smear layer*), foram comparadas as médias das áreas adesivas para a interação dos dois fatores, apresentadas na tabela 1.

Tabela 1 – Análise descritiva das variáveis áreas adesiva e espessura do remanescente dentinário (ERD)

Grupo	Área Adesiva		Espessura do Remanescente Dentinário	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
G1	0,52a*	0,05	2,83b	0,48
G2	0,52a	0,03	2,84b	0,44
G3	0,50a	0,04	2,79b	0,41
G4	0,53a	0,05	2,88b	0,43

* médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente entre si ($p > 0,05$)

Como os dados desta variável apresentaram distribuição

normal ($p=0,154$), verificada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov, foi aplicado o teste paramétrico de análise de variância (ANOVA) a um critério fixo. As variâncias também foram analisadas, e embora não tenham apresentado homogeneidade ($p=0,24$), o maior valor observado não chegou a ser 4 vezes superior ao menor valor.

O resultado do teste de ANOVA para as áreas, apresentado na Tabela 2 mostrou não haver diferença significativa ao nível de 5% entre as médias dos grupos comparados, ou seja, aplicação *in vivo* sem remoção da smear layer (G1), aplicação *in vivo* com remoção da smear layer (G2) e aplicação *in vitro* sem (G3) e com remoção da smear layer (G4).

Tabela 2. ANOVA aplicada aos dados da área adesiva.

	Soma dos Quadrados	gl	Quadrado Médio	F	p
Entre grupos	1,225E-02	3	4,084E-03	2,207	0,094
Dentro grupos	0,148	80	1,851E-03		
Total	0,160	83			

Também os valores médios da espessura da dentina remanescente (EDR) (Tabela 1) foram comparados, porém em seu conjunto, estes não apresentaram distribuição normal, portanto o teste estatístico de Kruskal-Wallis foi aplicado, não sendo encontradas diferenças ($p=0,830$).

Desta forma, podemos afirmar que a análise dos valores de

resistência de união foi realizada entre grupos que apresentaram médias de área adesiva e espessura de dentina remanescente estatisticamente não diferentes, descartando a possibilidade de tais variáveis terem atuado como fatores de confusão.

Oitenta e quatro espécimes foram avaliados quanto à resistência de união do sistema Clearfil SE Bond aplicado à dentina segundo as condições experimentais *in vivo* e *in vitro*, com ou sem a remoção da *smear layer*. O conjunto de dados obtidos, incluindo os valores de resistência de união (MPa), área transversal adesiva (mm²) e espessura do remanescente dentinário (mm) estão integralmente apresentados no anexo D. A análise descritiva dos valores em MPa das resistências de união, segundo os grupos experimentais, está apresentada na Tabela 3.

Tabela 3. Análise descritiva da variável resistência de união (MPa)

Grupo	N	Média	Desvio Padrão	Valor Mínimo	Valor Máximo	Coefficiente de Variação (%)
G1	21	43,38	15,28	19,01	74,88	35,22
G2	21	32,58	10,95	15,12	62,34	33,60
G3	21	50,28	12,51	25,31	72,62	24,88
G4	21	36,27	11,50	16,60	58,54	31,70

G1 = *In vivo* com remoção da *smear layer*

G2 = *In vivo* sem remoção da *smear layer*

G3 = *In vitro* com remoção da *smear layer*

G4 = *In vitro* sem remoção da *smear layer*

Os resultados dos testes de normalidade (Kolmogorov-Smirnov) e homogeneidade de variância (Levene), apresentados na Tabela 4, associados à independência dos dados experimentais, possibilitou a aplicação da análise de variância (ANOVA) a dois fatores fixos, representados pela condição de aplicação do sistema (*in vivo* e *in vitro*) e pelo tratamento do substrato dentinário (com e sem remoção da smear layer). A distribuição dos resíduos dos valores de resistência de união (MPa) tem distribuição normal e está visualmente apresentada na figura 30.

Tabela 4. Testes de normalidade e homogeneidade de variâncias para a variável resistência de união.

Normalidade (Kolmogorov-Smirnov)			Homogeneidade de Variâncias (Levene)			
Estatística	gl	p	Estatística	gl1	gl2	p
0,084	84	0,200	1,036	3	80	0,381

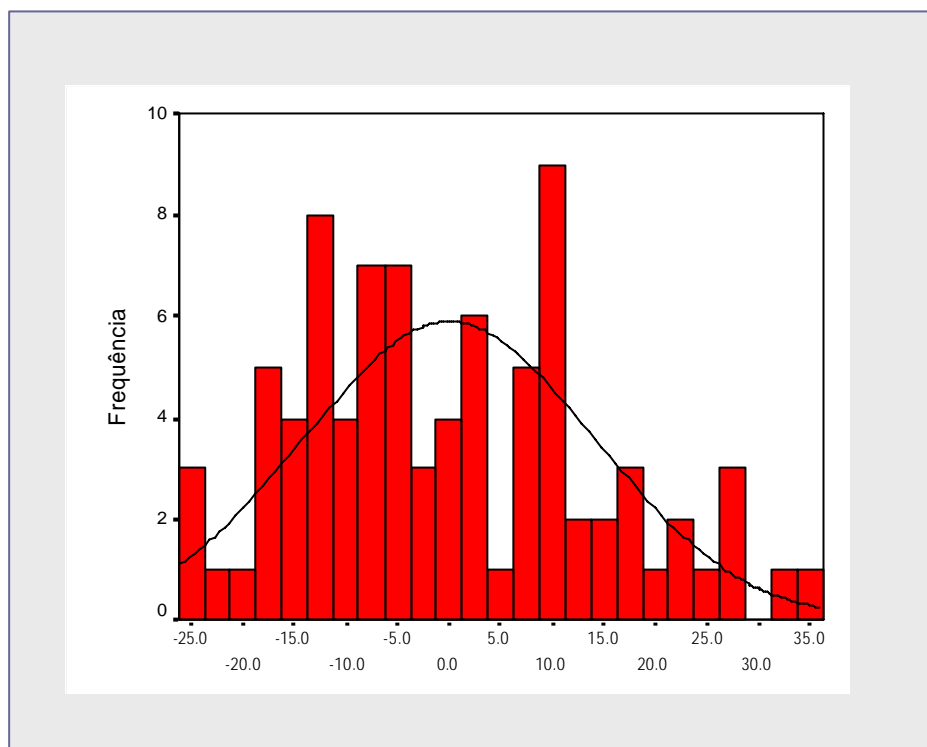


Figura 30 – Histograma dos resíduos dos valores de resistência de união (MPa).

Tabela 5. Análise de variância a dois fatores fixos aplicada aos dados de resistência de união

Fonte	Soma dos Quadrados	gl	Quadrado Médio	F	p
APLICAÇÃO	589,148	1	589,148	3,670	,059
TRATAMENTO	3233,426	1	3233,426	20,144	,000
APLICAÇÃO*TRATAMENTO	54,241	1	54,241	,338	,563
Erro	12841,070	80	160,513		
Total	155362,073	84			
Total corrigido	16717,885	83			

$R^2 = 0,232$ (R^2 Ajustado= 0,203)

Na Tabela 5, estão apresentados os resultados do teste de análise de variância referentes à variável resistência de união. Podemos observar que dos fatores avaliados, apenas o tratamento exerceu influência significativa sobre esta variável ($p=0,001$). Porém, embora o valor de p obtido para o fator aplicação tenha sido superior ao nível de significância inicialmente estabelecido neste estudo ($p>0,05$), este foi considerado limítrofe, possibilitando afirmar que houve uma tendência de influência deste fator sobre os resultados adesivos. A interação entre os fatores foi estatisticamente não significativa. Os resultados estatísticos apresentados na Tabela 5, podem ser visualmente apreciados na figura 31.

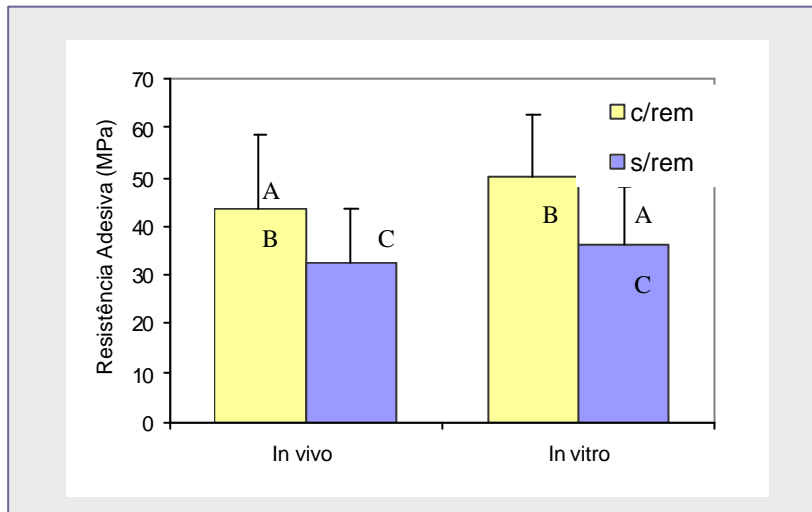


Figura 31 – Representação gráfica das médias de resistência de união em MPa, obtidos através do ensaio mecânico de microtração, utilizando um sistema adesivo auto-condicionante, aplicado *in vivo* e *in vitro*, com ou sem remoção prévia da smear layer. A barra de erro representa o desvio padrão. Barras com letras iguais denotam que as médias são estatisticamente não diferentes (5%).

Desta forma, há evidência de que a remoção da smear layer aumenta significativamente, em média, a resistência de união, tanto *in vivo* como *in vitro*. Ao nível de significância adotado, não foi possível afirmar que a aplicação *in vitro* aumente a resistência de união, existindo apenas uma tendência para que isso ocorra. Se o nível de significância adotado nesse estudo fosse de 6%, por exemplo, existiria evidência estatística para se afirmar que valores de resistência de união maiores foram obtidos quando da aplicação do sistema adesivo *in vitro*, independentemente da remoção prévia ou não da smear layer.

A análise de correlação de Pearson aplicada às variáveis espessura de remanescente dentinário e resistência de união, individualizada para cada interação, não mostrou haver significância estatística para nenhuma delas (Tabela 6).

Tabela 6. Correlação de Pearson entre as variáveis espessura de remanescente dentinário (EDR) e resistência de união, segundo as interações entre a condição de aplicação (*in vivo* e *in vitro*) e o tratamento do substrato dentinário (com e sem remoção da smear layer).

Interações	Resistência de união (MPa)	
	r	p
<i>In vivo</i> com remoção	0,15	0,510
<i>In vivo</i> sem remoção	0,47	0,032*
<i>In vitro</i> com remoção	0,39	0,083
<i>In vitro</i> sem remoção	0,42	0,056

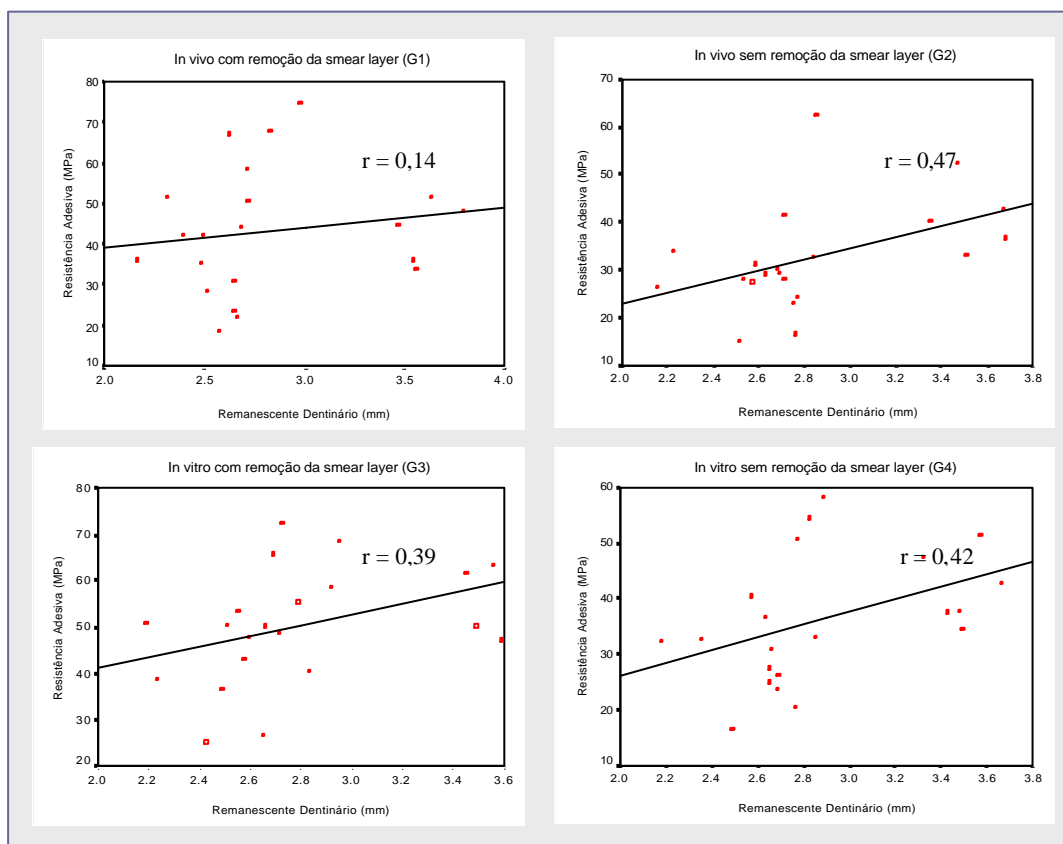
* significante ao nível de 5%

Embora para a interação *in vitro* sem remoção da smear layer

(G2), a correlação entre espessura de dentina remanescente e resistência de união tenha sido moderada, esta foi a única estatisticamente significante ($p=0,032$).

A figura 32 contém os diagramas de dispersão referentes a estas duas variáveis, onde também são apresentados os coeficientes de correlação (r), todos menores do que 0,50, demonstrando não haver correlação forte entre as variáveis avaliadas.

Figura 32 – Diagramas de dispersão referentes as variáveis resistência de união e remanescente dentinário



Discussão

A. Smear layer

Atualmente, os sistemas adesivos para dentina encontram-se agrupados em duas categorias principais, de acordo com a forma com que os mesmos interagem com a smear layer⁵⁶. Para o grupo de sistemas adesivos que emprega a técnica do condicionamento ácido total, a remoção da smear layer é absolutamente necessária para que o primer e o agente resinoso possam interpenetrar adequadamente na dentina intertubular e peritubular. A utilização de ácidos fortes, usualmente o ácido fosfórico numa concentração entre 30-40%, promove a remoção da smear layer e da smear plug, além de causar importantes alterações morfológicas no substrato dentinário, tais como: aumento da embocadura dos túbulos, remoção da dentina peritubular e desmineralização da dentina intertubular, através da dissolução dos cristais de hidroxiapatita e conseqüente exposição das fibrilas de colágeno⁶.

Uma outra categoria de sistemas adesivos, denominada de auto-condicionantes, trata as superfícies do esmalte e dentina, a partir do

emprego de um primer acidificado, capaz de penetrar nos espaços existentes entre os componentes da smear layer, ampliando esses espaços, a fim de alcançar e atuar diretamente na dentina subjacente⁸⁷. A utilização desta técnica visa, sobretudo, estabelecer um processo de continuidade entre a superfície dental e o agente resinoso, através da desmineralização e difusão simultânea da resina na superfície do esmalte e dentina⁸⁷. Algumas vantagens associadas ao uso dos sistemas adesivos auto-condicionantes têm sido descritas na literatura, entre elas, a não necessidade de se remover a solução ácida após sua aplicação, o que resulta certamente na diminuição das etapas clínicas, facilitando sua manipulação. Além disso, a utilização desta técnica permite evitar, de forma concreta, os problemas inerentes à técnica que emprega ácidos fortes^{19,52,53,69,70}. Outro ponto positivo levantado por alguns pesquisadores, é que, para o uso desta técnica, não é necessário umedecer a dentina, ou o que parece ser mais difícil, determinar o ponto ideal de umidade⁷⁸. Esta categoria de sistemas adesivos é considerada a mais recente dentro do mercado odontológico e por esse motivo, decidiu-se por utilizá-la na presente pesquisa. Apesar de todas as vantagens descritas anteriormente, alguns pesquisadores têm questionado a capacidade dos primers acidificados de penetrar camadas mais espessas da smear layer e atuar efetivamente na camada da dentina subjacente^{23,32}. Os resultados do trabalho apresentado por Koibuchi et al.²⁷, não deixam dúvidas com relação a essas especulações. Utilizando-se de um sistema adesivo auto-

condicionante, os autores observaram que a smear layer produzida por lixa de granulação 600, apresentou-se mais lisa superficialmente e favoreceu a obtenção de maiores valores de resistência de união. Por outro lado, quando se utilizou a lixa de granulação 180, a smear layer criada, de aspecto mais irregular e áspera, não permitiu a obtenção de valores tão expressivos. Em seu artigo, os autores também relataram, que os sistemas adesivos auto-condicionantes penetram pouco na dentina mineralizada. Porém, os testes foram realizados em dentes bovinos, que, de acordo com Tagami et al.⁷², os mesmos são menos permeáveis e úmidos, quando comparados aos dentes humanos, podendo determinar, conseqüentemente, valores de resistência de união comparativamente inferiores aos observados em dentes humanos⁸⁸. Por outro lado, os resultados das pesquisas apresentados por Akimoto et al.¹ e Tay et al.⁷⁹, comprovaram que os valores de resistência de união em dentina, utilizando-se de sistemas adesivos auto-condicionantes, não foram afetados pelas condições da superfície da dentina. De acordo com os resultados apresentados por Tay et al.⁷⁹, não foi possível confirmar a hipótese de que a espessura da smear layer possa interferir na habilidade dos sistemas adesivos auto-condicionantes em atuar sobre a superfície da dentina e criar camada híbrida de boa qualidade. Em seu estudo, o sistema adesivo Clearfil SE Bond foi capaz de interagir com a dentina subjacente, formar camada híbrida de espessuras semelhantes, independente do tipo de smear produzida.

Na presente pesquisa, o sistema adesivo auto-condicionante Clearfil SE Bond foi aplicado sobre o substrato dentinário, onde a smear layer foi mantida ou então removida pela ação do EDTA. Assim, tanto para o grupo 1, como para o grupo 3, os resultados de resistência de união foram superiores aos apresentados nos grupos 2 e 4, onde não houve remoção da smear layer. Este dado científico obtido tanto *in vivo*, como *in vitro*, confirma os resultados de pesquisas anteriores, nos quais os autores comprovaram a interferência da smear layer no processo de adesão⁴¹.

Convencionalmente, o substrato preparado para realização de testes de microtração, é desgastado com auxílio de lixas para sua planificação e criação da smear layer. Clinicamente, esta situação passa a ser diferente, desde que os preparos cavitários são realizados com uso de brocas, tal como ocorreu na presente pesquisa. Ao término do preparo cavitário, freqüentemente realizado com auxílio de brocas do tipo carbide ou diamantada, a superfície dentinária resultante se apresenta irregular, sendo que a quantidade e qualidade da smear layer produzida durante este procedimento, é heterogênea. Segundo Ogata et al.⁴⁰, a quantidade e qualidade da smear layer criada por brocas difere daquela produzida por lixas de papel abrasivo. Em seu experimento, as superfícies de dentina cortadas e tratadas com lixas de papel, produziram maiores valores de resistência de união, independente dos sistemas adesivos auto-condicionantes avaliados. Para as superfícies tratadas com brocas, houve uma queda nos valores de

resistência de união, com menores valores observados para os grupos tratados com broca diamantada. Na presente pesquisa, não foram avaliados diferentes condições de preparo do substrato dentinário, pois, para todos os grupos experimentais e controle, as cavidades foram totalmente confeccionadas com brocas diamantadas. Apesar de se compreender que uma série de fatores pode influenciar nos valores finais de resistência de união, uma avaliação comparativa pode ser feita entre os dados numéricos de resistência de união demonstrados na presente pesquisa (*in vivo* e *in vitro*), com os resultados da pesquisa elaborados por Tay et al.⁷⁹, na qual se aplicou o sistema adesivo Clearfil SE Bond sobre superfícies de dentina cortadas e tratadas com lixas de papel. Nesta análise comparativa, foi possível detectar importantes diferenças entre os valores obtidos. Assim, observou-se que os valores de resistência de união obtidos na presente pesquisa foram inferiores àqueles descritos na literatura. De acordo com Wahle & Wendt,⁸⁵ o tratamento da dentina realizada com lixa de granulação 60, corresponde ao preparo produzido clinicamente com broca diamantada, em alta velocidade e sob abundante refrigeração. Considerando-se esses dados, o grupo 4 da pesquisa realizada por Tay et al.⁷⁹, cujo preparo da dentina foi realizado com lixa de granulação 60, corresponderia ao grupo 4 da presente pesquisa, cujos preparos foram realizados com brocas diamantadas, em alta velocidade e sob abundante refrigeração. Uma vez que se utilizou o mesmo sistema adesivo em ambas pesquisas, esperava-se que os valores médios de resistência de

união apresentados pelas mesmas fossem semelhantes entre si. Todavia, este fato não ocorreu. O valor médio encontrado por Tay foi de $50,30 \pm 12,60$, sendo que o valor médio determinado na presente pesquisa foi de $36,27 \pm 11,50$. Este achado confirma o fato de que vários fatores, além da técnica de corte para preparo do substrato dentinário, tais como profundidade da cavidade e características intrínsecas da dentina (idade e condição clínica), parecem ser fatores importantes, e que podem interferir no processo de adesão do substrato dentinário⁶⁹.

A literatura contemporânea mostra uma variabilidade de resultados quanto à resposta adesiva dos agentes de união à dentina, provavelmente pela grande quantidade de materiais e técnicas existentes, as quais se multiplicam naturalmente pelo cruzamento de informações obtidas através das pesquisas existentes. Todavia, a falta de padronização dos espécimes, devido à utilização de dentes de diferentes espécies, dentes de cronologias distintas, variabilidade de soluções e técnicas, além de distintos períodos adotados para armazenamento dos espécimes, estes entre outros fatores têm sido alvo de questionamento por parte de alguns pesquisadores⁸⁸. A adoção de critérios definidos durante a elaboração deste projeto, possibilitou obter dados científicos confiáveis, desde que os espécimes foram sujeitos a baixa interferência de alguns fatores, tais como a área de adesão e remanescente dentinário. Estes fatos puderam ser comprovados através dos resultados estatísticos referentes aos valores médios das áreas de adesão,

bem como os valores dos remanescentes dentinários, os quais não mostraram diferenças estatisticamente significantes para os 4 grupos avaliados. A consideração desses fatores parece ser muito importante, uma vez que a técnica adesiva para dentina, já é por si só, altamente sensível.

Tay & Pashley⁷⁷ observaram que diferentes sistemas auto-condicionantes podem apresentar potenciais distintos de penetração e solubilização da smear layer e desmineralização superficial da dentina subjacente. Sistemas mais agressivos podem dissolver completamente a smear layer e formar camada híbrida mais espessa, semelhante àquela produzida quando da utilização do ácido fosfórico (2,5 a 5,0 μ m). Por outro lado, a utilização de sistemas considerados menos agressivos, permitem a formação de camada híbrida delgada (0,4 a 0,5 μ m de espessura)⁷⁹. Esta diferença de agressividade dos sistemas adesivos auto-condicionantes, como denominada pelos autores, entre outras particularidades, depende da composição do material, bem como do valor de seu pH. Todavia, de acordo com relatos de Nakabayashi & Sami³⁶, não é necessário formação de camada híbrida espessa para obtenção de altos valores de resistência de união em dentina, desde que a camada de dentina desmineralizada seja homogênea e adequadamente infiltrada por resina. Na presente pesquisa, não se avaliou a espessura da camada híbrida formada ou se a smear layer estaria ou não incorporada a esta estrutura. Por outro lado, foram obtidos excelentes valores de resistência de união quando o material resinoso experimental foi aplicado

de acordo com as recomendações do fabricante, ou seja, sem remoção prévia da smear layer (grupos 2 e 4). Assim, possivelmente tenha ocorrido a formação de uma camada híbrida delgada, como descrito em prévios estudos^{77,79}, onde valores numéricos de resistência de união também foram elevados. Porém, quando a smear layer foi removida pela ação do EDTA (grupos 1 e 3), ocorreu aumento nos valores de resistência de união avaliada em MPa. Este resultado corrobora com os relatos da pesquisa publicada por Ogata et al.⁴¹, onde os autores observaram maiores valores de resistência de união, quando a smear layer foi completamente removida. Este fato nos leva a especular, que a remoção prévia da smear layer pode resultar em camada híbrida mais homogênea e talvez, ligeiramente mais espessa, o que poderia ser responsável, pela obtenção de maiores valores de resistência de união, observados nos grupos *in vivo* e *in vitro*, quando a dentina foi tratada com EDTA, previamente à aplicação do sistema adesivo Clearfil SE Bond. Outro dado importante e recentemente relatado por Sano et al.⁶⁶, se refere à formação de microporosidades no interior da camada híbrida, formada após a utilização de um sistema adesivo auto-condicionante. Estas falhas na camada híbrida parecem estar associadas à perda de minúsculas porções de resina polimerizada, entre os espaços interfibrilares. Neste estudo longitudinal desenvolvido em primatas, foi demonstrada a formação de pequenas microporosidades, as quais aumentaram com o passar do tempo. Estas observações conduziram ao questionamento sobre a possibilidade dos

componentes orgânicos da smear layer, incorporados junto à camada híbrida, permanecerem estáveis em seu interior, ou se os mesmos também participam ativamente do processo de degradação da camada híbrida, potencializando ainda mais sua ação. Todavia, outras pesquisas longitudinais são necessárias para avaliação dessas suposições.

Ogata et al.⁴¹, avaliaram os efeitos produzidos por dois tipos de condicionadores dentinários (um deles utilizado na técnica do condicionamento ácido total, e o outro, proveniente de um sistema adesivo auto-condicionante) variando-se a forma de preparo do substrato de adesão, através do uso de 2 brocas do tipo carbide, 1 broca diamantada e lixa de granulação 600 (grupo controle). Os resultados demonstraram que o ácido fosfórico foi capaz de remover smear layer e smear plug de todos os espécimes avaliados, e, independentemente do sistema adesivo utilizado, os valores de resistência de união foram semelhantes para todos os espécimes. Para os grupos tratados com o sistema adesivo auto-condicionante, remanescentes de smear layer e smear plug foram encontrados sobre as superfícies de dentina preparadas com broca diamantada. Os valores de resistência de união obtidos nestes grupos foram inferiores, comparados aos demais grupos, porém, sem diferença estatisticamente significativa com o grupo controle. Possivelmente, os menores valores de resistência de união observados no grupo tratado com broca diamantada, sejam decorrentes do inadequado condicionamento produzido pelo sistema adesivo auto-

condicionante. Por este motivo, a área correspondente à dentina subjacente, onde a smear layer não foi removida, provavelmente não tenha recebido o mesmo padrão de condicionamento relativo às áreas onde a smear layer foi totalmente removida. A permanência da smear layer em determinados pontos da dentina, provavelmente contribuiu com a formação de camada híbrida heterogênea, condição esta, que determinou menores valores de resistência de união observados neste grupo. A partir desses dados, sugere-se que a smear layer deva ser completamente removida, previamente à aplicação dos sistemas adesivos auto-condicionantes, para otimizar os resultados de adesão ao substrato dentinário, normalmente estabelecidos, quando da existência de formação de camada híbrida contínua e uniforme. Todavia, outras pesquisas com longos períodos de avaliação devem ser realizadas para observar a estabilidade desta camada híbrida formada, quando da remoção da smear layer.

Outro tema polêmico, discutido por alguns pesquisadores, diz respeito à incorporação da smear layer junto da camada híbrida^{33,79} após utilização de sistemas adesivos auto-condicionantes. Trabalhos experimentais indicam que a incorporação da smear layer na interface adesiva resulta em uma área mais sujeita a defeitos na adesão³³. Como já mencionado anteriormente, não existe relato na literatura que comprove que os componentes orgânicos da smear permaneçam estáveis por longos períodos de tempo. A utilização do ácido diamino tetraacético (EDTA) para remoção da

smear layer, sem, contudo desmineralizar o substrato dentinário de adesão, tem sido preconizada previamente à utilização dos sistemas adesivos auto-condicionantes^{32,33}. Especula-se que a adoção deste procedimento, previamente a aplicação do sistema adesivo auto-condicionante, permita a formação de camada híbrida contínua e homogênea, trazendo como conseqüência, o aumento dos valores de resistência de união.

Soluções de EDTA quando aplicadas sobre dentina, mantêm e preservam as fibrilas de colágeno mais adequadamente quando comparadas ao ácido fosfórico³⁰, isto porque, soluções de EDTA são caracterizadas como ácidos orgânicos, que apresentam propriedade desmineralizante mais suave. Enquanto o ácido fosfórico a 32% apresenta pKa de 2,12 e pH próximo de 1,0, o que lhe confere característica de um ácido forte, o EDTA, que é considerado um quelante suave, apresenta pKa de 6,1³. Na presente pesquisa, o pH desta solução foi ajustada para 7,2, o que fez com que o mesmo tivesse baixo teor agressivo sobre o colágeno do substrato dentinário. Resultados superiores de resistência de união, obtidos após tratamento da dentina com o mesmo ácido utilizado na presente pesquisa foi demonstrado recentemente por Jacques & Hebling²⁴. De acordo com os resultados obtidos por Miyasaka & Nakabayashi³², a utilização do EDTA, previamente a aplicação da solução de 1% de Fenil-P a 30% em HEMA, melhorou a qualidade da camada híbrida, bem como determinou o aumento dos valores de resistência de união em dentina. Este resultado

corroborar com os valores obtidos na presente pesquisa, que demonstrou aumento da resistência de união em dentina, tanto *in vivo*, como *in vitro*, quando o sistema adesivo Clearfil SE Bond foi aplicado após remoção da smear layer, com solução de EDTA 0,5M, pH 7,2. Por outro lado, Tay et al.⁷⁹, demonstraram valores superiores aos determinados pela presente pesquisa, quando o sistema adesivo Clearfil SE Bond foi aplicado sobre superfícies de dentina criofraturadas, ou seja, isentas de smear layer. Os autores observaram valor médio de resistência de união de 54,83±11,63 MPa, enquanto que na presente pesquisa, o valor médio encontrado para o grupo 4, *in vitro* com remoção da smear layer, foi de 36,27±11,50. Estes dados parecem confirmar o fato de que a smear layer interfere negativamente no processo de adesão, e quanto menos alterada for a superfície dentinária por componentes químicos, melhor são suas características para receber uma restauração adesiva.

Vários estudos têm comprovado a capacidade das soluções de EDTA em remover a smear layer, especialmente quando apresentadas em concentrações que variam entre 1,5% a 24%^{2,4}. Blömlöf et al.² observaram que o EDTA a uma concentração de 1,5% e ou de 5%, aplicada por 2 minutos, não foi capaz de dissolver a smear layer. O aumento da concentração para 24% determinou a dissolução quase completa da smear layer, com exposição das fibrilas de colágeno por toda a superfície.

O condicionador dentinário do sistema Gluma é composto por

EDTA 0,5M, pH 7,0 e segundo recomendações do fabricante, este produto deve ser aplicado sobre dentina por 30 segundos. No presente estudo, a utilização do EDTA à 17% (0,5M pH 7,2), também aplicado pelo período de 30 segundos, previamente à utilização do sistema adesivo auto-condicionante Clearfil SE Bond, teve como objetivo apenas remover a smear layer, sem provocar desmineralização da dentina subjacente. Esta propriedade da solução de EDTA foi previamente demonstrada por Jacques & Hebling²⁴.

A associação do agente condicionador EDTA com o sistema adesivo Clearfil SE Bond na presente pesquisa, determinou o aumento nos resultados de resistência de união, tanto *in vivo* como *in vitro*. A busca por uma técnica ou material adesivo que assegure a íntima adaptação do material com as paredes cavitárias, há muito vem sendo uma das principais metas da Odontologia Adesiva. A associação de materiais ou técnicas normalmente ocorre, quando se deseja potencializar as qualidades já comprovadas de um determinado material ou técnica. Embora essas combinações possam trazer bons resultados de imediato, como observado na presente pesquisa, a longo prazo, esta situação pode não ocorrer. Por esse motivo, é muito importante a realização de pesquisa *in vitro* e também, de estudos clínicos longitudinais para confirmação dos resultados obtidos inicialmente.

B. Pressão intrapulpar

Ainda que a adesão em dentina tenha experimentado uma grande evolução a partir da introdução do conceito de hibridização³⁷, a complexidade estrutural e de composição encontrados no substrato dentinário, confere a este tecido, particularidades que dificultam a obtenção de uma camada híbrida estável¹⁰, capaz de cumprir efetivamente sua função protetora, seladora e de união entre o material restaurador e a estrutura dental⁷. Trabalhos na literatura não deixam dúvidas em relação à interferência das condições do substrato dentinário na resistência de união⁴¹.

A remoção da smear layer e da smear plug através da utilização de soluções ácidas¹², aumenta a permeabilidade da dentina^{51,52}, propiciando o deslocamento do fluido dentinário, presente no interior dos túbulos, da polpa em direção à superfície de dentina exposta⁵³. Os efeitos que a umidade exerce sobre um determinado adesivo dentinário tem sido amplamente divulgado na literatura científica^{31,57,61,74,75}. Segundo Pashley⁴⁸, a umidade em excesso pode prejudicar não só a polimerização dos monômeros em profundidade, mas também, sua união com as paredes internas dos túbulos dentinários. Baseado nestas informações, algumas pesquisas⁹ têm utilizado aparelhos para simular a pressão intrapulpar em dentes extraídos^{31,57,61,75}, recurso considerado particularmente importante, quando se

deseja avaliar a interface adesiva das restaurações em dentina. As primeiras pesquisas desenvolvidas para este fim, basicamente avaliavam o desempenho dos materiais adesivos³¹ e a região dentinária trabalhada^{73,75}. Os resultados destas investigações quase sempre mostravam uma variabilidade nos valores de resistência de união, indicando que a pressão intrapulpal não influenciava de maneira semelhante todos os materiais adesivos disponíveis na época. Por outro lado, a medida em que os fabricantes melhoraram as propriedades dos sistemas adesivos, incorporando maior quantidade de componentes hidrofílicos em sua composição, os resultados de resistência de união passaram a ser progressivamente maiores, determinando uma nítida tendência dos agentes adesivos atuais se tornarem cada vez mais compatíveis à umidade, e conseqüentemente, menos sensíveis com a presença de água na superfície dentinária. O trabalho de Prati et al.⁶¹ mostra claramente este aprimoramento técnico. Por outro lado, embora a adesão úmida favoreça a obtenção de altas forças de união para alguns sistemas adesivos, esta condição não é facilmente definida clinicamente e pode resultar em respostas de resistência de união inferiores, caso a dentina se apresente extremamente úmida. Este fato foi comprovado por Swift Jr. & Bayne⁷¹, os quais avaliaram o sistema adesivo One-Step aplicado em superfícies de dentina úmidas e muito úmidas. Os resultados mostraram significativa redução nos valores da resistência de união, particularmente nos espécimes cujas superfícies dentinárias foram mantidas

mais úmidas. Os resultados desta pesquisa poderiam ser piores, caso a mesma fosse realizada *in vivo* ou através da simulação de aparelhos, devido à presença de exsudação de fluídos através dos túbulos dentinários, a qual é ativa e constante, e se torna mais significativa a medida em que cavidade se aprofunda em direção à polpa.

Pameijer & Louw⁴⁴ avaliaram os efeitos causados pela pressão intrapulpar sobre a resistência de união de dois sistemas adesivos para dentina, aplicados *in vivo*, sob duas condições: 1. com ação da pressão intrapulpar – preparo cavitário realizado em dentes vitais de primatas, diretamente na cavidade bucal dos animais; 2. sem ação da pressão intrapulpar – preparo cavitário realizado em dentes de primatas, tratados endodonticamente, diretamente na cavidade bucal dos animais. Também, alguns dentes foram submetidos à técnica adesiva após terem sido extraídos. Através dos valores numéricos de resistência de união obtidos, não foi possível afirmar que a pressão intrapulpar influenciou negativamente o mecanismo de adesão dos dois sistemas adesivos avaliados. Tem sido descrito que a utilização do ácido fosfórico gel, para remoção da smear layer e smear plug, também provoca alterações morfológicas da dentina, e somada a sua propriedade hipertônica, o conjunto desses fatores, favorece o aumento da saída dos fluídos, dos túbulos em direção à superfície da dentina tratada⁶⁹. Apesar deste aumento de umidade, no trabalho de Pameijer & Louw⁴⁴, esta permeabilidade não foi capaz de interferir nos procedimentos de adesão, do

grupo tratado *in vivo*, sob ação da pressão intrapulpar. Uma vez que os agentes de união eram hidrofílicos, portanto, menos sensíveis a presença de umidade, talvez este dado tenha colaborado com os resultados finais da pesquisa. A opção pela utilização de agentes de união hidrofóbicos para este caso específico, possivelmente traria resultados insatisfatórios, particularmente devido à presença do fluido dentinário. Para eliminar a hipótese da ação dos anestésicos sobre a pressão intrapulpar, diminuindo a presença dos fluidos dentinários no substrato de adesão, os autores realizaram todos os procedimentos clínicos, sob anestesia geral. Embora os resultados de resistência de união não indiquem diferenças estatisticamente significantes entre os grupos avaliados, tanto *in vivo* como *in vitro*, os autores não divulgaram os valores dos remanescentes dentinários dos dentes tratados, dado este que pode ser considerado de fundamental importância para análise dos resultados. O trabalho de Pereira et al.⁵⁷ não deixa dúvida com relação a essa consideração. Quando o sistema adesivo One-Step foi aplicado em dentina profunda, onde a permeabilidade da dentina é maior, os resultados de resistência de união foram consideravelmente menores, comparados a outras regiões da dentina, tanto na presença como na ausência da pressão intrapulpar.

No presente estudo, os preparos cavitários confeccionados nos dentes pertencentes aos dois grupos *in vivo*, foram realizados após aplicação de anestésico sem vaso constritor⁶⁰ (Mepivacaína a 3%), com a

intenção de manter as condições fisiológicas da polpa as mais próximas da normalidade. Sob esta condição, ocorre manutenção da permeabilidade fisiológica da dentina devido à ação constante da pressão intrapulpar. Assim, foi possível avaliar a influência que a umidade intrínseca da dentina exerce sobre o sistema adesivo auto-condicionante Clearfil SE Bond. Sabe-se, que a utilização de anestésicos contendo vasoconstritor, provoca uma drástica diminuição da pressão intrapulpar⁴², condição esta, muito semelhante à encontrada em um dente extraído. Infelizmente, não existem dados comparativos na literatura que comprovem que a realização de preparos cavitários, após aplicação de anestésico contendo vasoconstritor, venha determinar melhores resultados de resistência de união em dentina, em decorrência da diminuição da pressão intrapulpar e conseqüente redução da quantidade de fluido dentinário nas paredes cavitárias. Na presente pesquisa, a aplicação do sistema adesivo Clearfil SE Bond, *in vivo* e *in vitro*, não determinou diferenças estatisticamente significantes nos valores de resistência de união entre os grupos. A opção pelo uso de um sistema adesivo auto-condicionante, possivelmente tenha colaborado com os resultados finais da pesquisa, desde que existem relatos na literatura, que afirmam que estes sistemas adesivos são menos sensíveis à interferência da pressão intrapulpar⁵⁴. Por outro lado, até mesmo quando se realizou a remoção da smear layer, através da aplicação do EDTA, os valores de resistência de união não foram estatisticamente diferentes entre si, tanto *in*

vivo, como *in vitro*. Apesar de, na presente pesquisa, não ter sido avaliado morfologicamente o efeito do EDTA na limpeza da superfície da dentina, podemos sugerir que esta solução possa ter removido a smear layer, porém, mantendo os smear plugs no interior dos túbulos. Este fato pode ter limitado a saída do fluido dentinário para a superfície de adesão, a qual não mostrou notável diferença no processo de hibridização. Também, a menor sensibilidade do Clearfil SE Bond a umidade, pode ter resultado em baixa interferência na adesão, quando da presença ou não do fluido dentinário na área de adesão em dentina. Resultado semelhante foi observado na pesquisa realizada por Mason et al.²⁹, onde os autores não observaram diferenças estatisticamente significantes quando o sistema adesivo auto-condicionante Clearfil Liner Bond foi aplicado *in vivo* e *in vitro*.

Pereira et al.⁵⁷ comprovaram menores valores de resistência de união apenas quando o sistema adesivo One-Step foi aplicado em dentina profunda, próxima a região ao corno pulpar, sob presença ou ausência da pressão intrapulpar. Quando o mesmo agente de união foi avaliado em outras regiões da dentina, superficial e periférica ao corno pulpar, os valores de resistência de união aumentaram significativamente, sob ação ou não da pressão intrapulpar. Embora os sistemas adesivos atuais apresentem afinidade com umidade, em parte pela presença de componentes hidrofílicos na sua composição, o limite de tolerância desses adesivos com a água, varia de acordo com suas características, como descrito por Swifty Jr. & Bayne⁷¹.

Ainda neste mesmo experimento, Pereira et al.⁵⁷ avaliaram o comportamento de um sistema adesivo auto-condicionante, aplicado sob as mesmas condições a que foi submetido o sistema adesivo One Step (com relação às diferentes profundidades da dentina e, também, sob a ação ou não da pressão intrapulpar). Através dos resultados obtidos, observou-se que os valores de resistência de união não mostraram diferenças estatisticamente significantes entre si, independentemente da profundidade da dentina trabalhada e, também, sob a ação ou não da pressão intrapulpar. Os autores sugeriram que a utilização de sistemas adesivos auto-condicionantes modifica a smear layer e preserva a smear plug, que se mantém parcialmente dissolvida no interior dos túbulos de dentina. A presença deste smear plug residual, possivelmente reduz a permeabilidade da dentina, diminuindo a participação do fluido durante o procedimento de adesão⁵⁷. Por esse motivo, os adesivos auto-condicionantes parecem ser menos sensíveis a presença da umidade, mesmo em regiões mais profundas da dentina. Por outro lado, a utilização de sistemas adesivos que requerem o condicionamento da dentina previamente a aplicação do agente adesivo, como é o caso do sistema One-Step, particularmente sobre dentina profunda, onde a permeabilidade da dentina é maior, as modificações morfológicas produzidas pela ação do ácido fosfórico no substrato dentinário, potencializam a exsudação do fluido dentinário da polpa em direção à parede cavitária. O excesso de umidade na superfície adesiva pode determinar a redução da infiltração do monômero

resinoso para o interior da dentina desmineralizada³⁵. Este fato parece interferir negativamente no processo de adesão, além de prejudicar a polimerização do primer e/ou da resina adesiva, a qual, sob condição normal, a conversão de monômeros em polímeros é de apenas 55–60%⁶³. Esta situação é mais grave em dentina profunda, onde, durante o aquecimento gerado pela ação da luz do fotopolimerizador durante a cura do agente de união e ou da resina composta, ocorre estímulos para a movimentação do fluido dentinário em direção ao tecido pulpar. Durante este processo, é possível que partículas de resina que não foram totalmente polimerizadas, se misturem aos fluidos dentinários aí existentes, caminhando conjuntamente com o mesmo, para o interior da câmara pulpar¹⁹. De acordo com Gwinnett & Tay¹⁴, a presença de partículas de resina na intimidade do tecido pulpar, desencadeia resposta inflamatória persistente da polpa, com presença de macrófagos e células gigantes, determinando uma resposta inflamatória crônica desse tecido. Por esse motivo, muitos pesquisadores têm recomendado o forramento ou aplicação de uma base protetora, previamente ao uso de sistemas adesivos sobre dentina profunda^{14,19,69,70}. Todavia, atualmente há evidências que os sistemas adesivos auto-condicionantes, tal como o Clearfil SE Bond, mesmo aplicado em dentina profunda, não libera partículas de resina, evitando a difusão das mesmas para o tecido pulpar⁶⁹. Neste caso, é possível associar a aplicação de sistemas adesivos auto-condicionantes para a realização de restaurações adesivas com a

manutenção da vitalidade pulpar (Souza Costa – informação pessoal).

Pioch et al.⁵⁹, avaliaram a influência da pressão intrapulpar na formação da camada híbrida, utilizando-se do microscópio confocal a laser. Foram avaliados 3 sistemas adesivos para dentina. Através dos resultados obtidos, os autores observaram que a simulação da pressão intrapulpar diminuiu significativamente a resistência de união para todos os grupos avaliados. Segundo os autores, não houve diferença estatisticamente significativa entre a espessura da camada híbrida formada sob ação ou não da pressão intrapulpar. A formação de tags de resina foi menos evidente sob ação da pressão intrapulpar, principalmente nas regiões próximas à câmara pulpar, onde a intensidade da fluorescência diminuiu. Estes resultados comprovam que o fluído dentinário, fisiologicamente presente no interior dos túbulos de dentina, interfere de maneira significativa no processo de adesão à dentina, impedindo ou mesmo diluindo os componentes monoméricos presentes nos adesivos, tornando-os menos ativos para alcançar porções mais profundas da camada da dentina desmineralizada. Estas falhas se tornam mais evidentes, quando os sistemas adesivos são aplicados em dentina profunda, onde a presença do fluído dentinário é maior.

Segun et al.⁶⁸, avaliaram comparativamente, através do teste mecânico de cisalhamento, o desempenho de um sistema adesivo auto-condicionante, aplicado na dentina e no esmalte dental, sob ação ou não da pressão intrapulpar. De acordo com os resultados obtidos pelos autores, a

pressão intrapulpar não influenciou negativamente nos valores de resistência de união observados para o esmalte dental. Porém, para a dentina, sob a mesma condição, os valores de resistência de união diminuíram significativamente. Na presente pesquisa, especificamente nos grupos 1 e 2, onde as cavidades foram preparadas *in vivo*, os valores de resistência de união foram sempre inferiores àqueles obtidos para os grupos 3 e 4, onde as cavidades foram preparadas no laboratório (*in vitro*). Todavia, através da análise estatística empregada, os valores obtidos não caracterizaram diferenças significantes entre os grupos *in vivo* e *in vitro*. Como descrito anteriormente, talvez a não remoção da smear layer (grupo 2) ou mesmo a sua remoção, porém, com a manutenção da smear plugs (grupo 1), tenha resultado em baixa permeabilidade no assoalho da cavidade, o que não interferiu no processo de adesão do agente resinoso experimental com o substrato dentinário. Também, pode-se sugerir que a menor sensibilidade dos agentes adesivos auto-condicionantes talvez tenha contribuído para o fato de não ter ocorrido diferença estatisticamente significativa entre os grupos *in vivo* e *in vitro*.

Conclusão

De acordo com as condições experimentais e com os resultados estatísticos obtidos, a partir da metodologia científica empregada, foi possível concluir que:

❖ As condições intrínsecas da dentina, ao término do preparo cavitário realizado *in vivo*, onde havia pressão intrapulpar fisiológica, não influenciaram diretamente nos valores de resistência de união, visto que não houve diferença estatisticamente significativa quando se comparou os grupos *in vivo* e *in vitro*;

❖ O tratamento da smear layer, através da aplicação do agente condicionador EDTA 17% (0,5M pH 7,2) por 30 segundos sobre o substrato dentinário, previamente à utilização do sistema adesivo auto-condicionante Clearfil SE Bond, aumentou significativamente os valores de resistência de união da dentina, para ambos grupos *in vivo* e *in vitro*.

Referências

1. AKIMOTO, N.; Yokoyama, G.; Kohno, A.; Suzuki, S.; Cox, C.F. Bonding to dentin with self-etching primer systems. **J.Dent. Res.**, Washington, v.78, sp.iss, p.481, 1999. Abstract 3004.
2. BLOMLÖF, J.; Blomlöf, S.L.; Lindskog, S. Effect of different concentrations of EDTA on smear layer removal and collagen exposure in periodontitis-affect root surfaces. **J. Clin. Periodontol.**, Copenhagen, v.24, n.8, p.534-537, Aug. 1997.
3. BLOMLÖF, J.; Cederlund, A.; Jonsson, B.; Ohlson, N.G. Acid conditioning combined with single-component and two-component bonding agents. **Quintessence Int.**, Illinois, v.32, n.9, p.711-715, Oct. 2001.
4. BRÄNNSTRÖM, M.; Nordenvall, K.J.; Glantz, P.O. The effect of EDTA containing surface-active solutions on the morphology of prepared dentin: an *in vivo* study. **J.Dent.Res.**, Washington, v.59, n.7, p.1127-1131, July 1980.

* ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.

NBR 6023: informação e documentação: referências: elaboração.

Rio de Janeiro, 2002. 24p.

5. BUONOCORE, M.G. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. **J. Dent. Res.**, v.34, n.6, p.849-853, Dec. 1955.
6. BURKE, F.J.T.; McCaughey, A.D. The four generation of dentin bonding. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.8, n.2, p.88-92, Apr. 1995.
7. CARVALHO, R.M.; Yoshiyama, M.; Pashley, E. L.; Pashley, D.H. *In vitro* study on the dimensional changes of human dentine after demineralization. **Arch. Oral Biol.**, Oxford, v.41, n.4, p.369-377, Apr. 1996.
8. CIUCCHI, B.; Bouillaguet, S.; Holz, J.; Pashley, D.H. Dentinal fluid dynamics in human teeth, *in vivo*. **J. Endod.**, Baltimore, v. 21, n.4, p.191-194, Apr. 1995.
9. ELHABAYASHY, A.; Swift Jr., E.J.; Boyer, D.B.; Denehy, G.E. Effects of dentin permeability and hydration on the bond strengths of dentin bonding systems. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.6, n. 3, p. 123-126, June 1993.
10. ERICKSON, R.L. Surface interactions of dentin adhesive materials. **Oper. Dent.**, Seattle, suppl.5, p.81-94, 1992.
11. FINGER, W.J. Dentin bonding agents. Relevance of *in vitro* investigations. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.1, sp.iss., p.184-188, Sep. 1988.
12. FUSAYAMA, T. J.; Nakamura, M.; Kurosaki, N.; Iwaku, M. Non-pressure adhesion of a new adhesive restorative resin. **Dent. Res.**, Wasghinton, v.58, n.4, p.1364-1370, Apr. 1979.

13. GORDAN, V.V.; Vargas, M.A.; Cobb, D.S. Evaluation of adhesives systems using acidic primers. **Am.J. Dent.**, San Antonio, v. 10, n.5, p. 219-223, Oct. 1997.
14. GWINNETT, A.J.; Tay, F. Early and intermediate time response of dental pulp to an acid technique *in vivo*. **Am.J. Dent.**, San Antonio, v.11, sp.iss. P.35-44, Jan. 1988.
15. HALLER, B. Recent developments in dentin bonding. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 13, n. 1, p. 44-50, Feb. 2000.
16. HANNIG, M.; Friedrichs, C. Comparative *in vivo* and *in vitro* investigation of interfacial bond variability. **Oper. Dent.**, Seattle, v.26, n.1, p.3-11, Jan./Feb. 2001.
17. HASHIMOTO, M. J., Ohno, H.; Kaga, M.; Endo, K.; Sano, H.; Oguchi, H. *In vivo* degradation of resin-dentin bonds in humans over 1 to 3 years. **J. Dent. Res.**, Washington, v.6, n.79, p.1385-1391, June 2000.
18. HAYAKAWA, T.; Kikutake, K.; Nemoto, K. Influence of self-etching primer treatment on the adhesion of resin composite to polished dentin and enamel. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v.14, n. 2 , p.99-105, Mar. 1998.
19. HEBLING, J.; Giro, E.M.A.; Costa, C.A.S. Human Pulp response after an adhesive system application in deep cavities. **J.Dent.**, Guildford, v.27, n.8, p.557-564, November 1999.
20. HEYMANN, H.O.; Bayne, S.C. Current concepts in dentin bonding: focusing on dentinal adhesion factors. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago,

- v.124, n.5, p.26-36, May 1993.
21. HILTON, T. Can modern restorative procedures and materials reliably seal cavities? *In vitro* investigations. Part 1. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.15, n.3, p.198-210, June 2002.
22. INAI, N.; Kanemura, N.; Tagami, J.; Larry, G.; Marshall, S.J.; Marshall, G.W. Adhesion between collagen depleted dentin and dentin adhesives. **Am.J. Dent.**, San Antonio, v.11, n.3, p.123-127, June 1998.
23. ITOU, K.; Torii, Y.; Suzuki, K.; Makai, H.; Inoue, K. J. Adhesion of restorative resin to tooth – Adhesion promoted by Liner Bond II. **J.Adhesive Dent.**, New Maldin, v. 12, n.1, p. 174-181, 1994.
24. JACQUES, P.; Hebling, J. Effect of dentin treatment on the microtensile bond strength of a conventional and a self-etching primer adhesive system. **Dent. Mater.**, Copenhagen, 2004 (in press).
25. KANCA III, J. Wet bonding: Effect of drying time and distance. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.9, n.6, p.273-276, Dec. 1996.
26. KERNS, D.G.; Scheidt, M. J.; Pashley, D. H.; Horner, J. A.; Strong, S. L.; Van Dyre, T.E. Dentinal tubule occlusion and root hypersensitivity. **J. Periodontol.**, Munksgaard, v.62, n.7, p.421-428, July 1991.
27. KOIBUCHI, H.; Yasuda, N.; Nakabayashi, N. Bonding to dentin with a self-etching primer: the effect of smear layers. **Dent Mater.**, Copenhagen, v. 17, n.2, p.122-126, Mar. 2001.
28. LOPES, G.C., Baratieri, L.N., Caldeira de Andrada, M.A., Vieira, L.C.

- Dental adhesion: present state of the art and future perspectives.
Quintessence Int., Illinois, v.33, n.3, p.213-224, Mar. 2002.
29. MASON, P.N.; Ferrari, M.; Cagidiaco, M.C.; Davidson, C.L. Shear bond strength of four dentinal adhesives applied *in vivo* e *in vitro*. **J. Dent.**, Guildford, v. 24, n.3, p.217-222, 1996.
30. MILIA, E.; Lallai, M.R.; Garcia-Godoi, F. *In vivo* effect a self-etching primer on dentin. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 12, n.4, p. 167-171, Aug. 1999.
31. MITCHEM J. C.; Terkla, L.G.; Gronas, D.G. Adhesion to dentin under with and without smear layer under varying degrees of wetness. **J.Prosthet.Dent.**, St. Louis, v.66, n.5, p. 619-622, Nov. 1991.
32. MIYASAKA, K.; Nakabayashi, N. Combination of EDTA conditioner and Phenyl-P/HEMA self etching-primer for bonding to dentin. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v. 15, n. 3, p. 153-157, May 1999.
33. MIYASAKA, K.; Nakabayashi, N. Effect of Phenyl-P/HEMA acetone primer on wet bonding to EDTA-conditioned dentin. **Dent. Mater.**, Copenhagen,v.17,n.6,p.499-503, Nov. 2001.
34. MJÖR, I. A.; Odont, D. Pulp-dentin biology in restorative dentistry. Part 2: initial reactions to preparation of teeth for restorative procedures. **Quintessence Int.**, Illinois, v.32, n.7, p.537-551, July/Aug. 2001.
35. MOLL, K.; Haller, B. Effect of intrinsic and extrinsic moisture on bond strength to dentine. **J. Oral Rehabil.**, Oxford, v. 2, n.27, p. 149-164, Feb. 2000.

36. NAKABAYASHI, N. ; Saimi, Y., J. Bonding to intact dentin. **J. Dent. Res.**, Washington, v.75, n.9, p.1706-1715, Sep. 1996.
37. NAKABAYASHI, N.; Kajima, K.; Masuhara,K. The promotion of adhesion by infiltration of monomers into tooth substrates. **J. Biomed. Mater. Res.**, New York, v. 16, n.3, p. 265-273, May 1982.
38. NIKAIDO, T. Shear bond strengths of a single-step bonding system to enamel and dentin. **Dent. Mater.J.**, Tokyo, v.16, n.1, p.40-47, June 1997.
39. OGATA, M.; Okuda, M.; Nakajima, M.; Pereira, P.N.R.; Sano, H.; Tagami, J. Influence of the direction of tubules on bond strength to dentin. **Oper Dent.**, Seattle, v. 26, n.1, p. 27-35, Jan. /Feb. 2001.
40. OGATA, M.; Harada, N.; Yamaguchi, S.; Nakajima, M.; Pereira, P.N.R.; Tagami,J. Effects of different burs on dentin bond strengths of self-etching primer bonding systems. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 26, n.4, p.375-382, July/Aug. 2001.
41. OGATA, M., Harada, N.; Yamaguchi, S.; Nakajima, M.; Tagami, J. Effect of self-etching primer vs phosphoric acid etching on bonding to bur-prepared dentin. **Oper Dent.**, Seattle, v. 27, n.5, p. 447-454, Sept. /Oct. 2002.
42. OLGART, L.; Gazelius, B. Effects of adrenalin and felypressin octapressin on blood flow and sensory nerve activity in the tooth. **Acta Odontol. Scand.**,Oslo, v. 35,n.2, p. 69-75, May 1977.
43. OPDAM, N.J.M. Marginal integrity and postoperative sensitivity in Class 2

- resin composite restorations *in vivo* **J. Dent.**, Guildford, v.26, n.7, p.555-562, Sept. 1998.
44. PAMEIJER, C.H. & Louw, N.P. Significance of pulpal pressure during clinical bonding procedures. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.10, n.5, p.214-218, Oct. 1997.
45. PASHLEY, D. H. Smear layer: physiological considerations. **Oper. Dent.**, Seattle, v.9, suppl.3, p.13-29, 1984.
46. PASHLEY, D.H. *In vitro* simulations of *in vivo* bonding conditions. **Am J. Dent.**, San Antonio, v.4, n.5, p.237-240, Oct. 1991.
47. PASHLEY, D.H. Clinical correlations of dentin structure and function. **J.Prosth. Dent.**, St. Louis, v.66, n.6, p. 777-781, Dec.1991.
48. PASHLEY, D.H. The effects of acid etching on pulpodentin complex. **Oper. Dent.**, Seattle, v.17, n.6, p.224-242, Nov. /Dec. 1992.
49. PASHLEY, D. H. Smear layer: overview of structure and function.**Proc. Finn. Dent. Soc.**, Helsinki, v.88, suppl.1, p.215-224, 1992.
50. PASHLEY, D. H.; Galloway, S.E. The effects of oxalate treatment on the smear layer of ground surfaces of human dentine. **Arch. Oral Biol.**, Oxford, v.30, n.10, p.731-737, 1985.
51. PASHLEY, D. H.; Michelich,V.; Kehl,T. Dentin permeability: Effects of smear layer removal. **J. Prosthet. Dent.**, St.Louis, v.46, n.5, p.531-537, Nov. 1981.
52. PASHLEY, D. H.; Keppler, E.E.; Williams, E.C.; Okabe, A. The effects of

- acid etching on the *in vivo* permeability of dentine in the dog. **Arch. Oral Biol.**, Oxford, v.28, n.7, p.555-559, 1983.
53. PASHLEY, D. H.; Horner, J.A.; Brewer, P.D. Interactions of conditioners on the dentin surface. **Oper Dent.**, Seattle, suppl.5, p.137-150, 1992.
54. PASHLEY, D. H.; Pashley, E.L.; Carvalho, R.M.; Tay, F. R. The effects of dentin permeability on restorative dentistry. **Dent. Clin. North Am.**, Philadelphia, v.46, n.2, p. 211-245, Apr. 2002.
55. PERDIGÃO, J. Dentin bonding as a function of dentin structure. **Dent. Clin. North Am.**, Philadelphia, v.46, n.2, p.277-301, Apr. 2002.
56. PERDIGÃO, J.; Mavy, K. N. Jr.; Lopes, M. The effect of depth of dentin demineralization on bond strengths and morphology of the hybrid layer. **Oper. Dent.**, Wasghinton, v.25 n.3, p.186-194, May/June 2000.
57. PEREIRA, P.N.R.; Okuda, M.; Sano,H.; Yoshikawa, T.; Burrow, M.F.; Tagami, J. Effect of intrinsic wetness and regional difference on dentin bond strength. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v.15, n.1, p. 46-53, Jan. 1999.
58. PHRUKKANON, S.; Burrow, M.F.; Tyas, M.J. The effect of dentine location and tubule orientation on the bond strengths between resin and dentine **J. Dent.**, Guildford, v.27, n.4, p.265-274, May 1999.
59. PIOCH, T.; Staehle, H.J.; Duschner, H.; Dorfer, C.E. Effect of intrapulpal pressure simulation *in vitro* on shear bond strengths and hybrid layer formation. **Am.J. Dent.**, San Antonio, v. 14, n.5, p. 319-323, Oct. 2001.
60. PITT-FORD, T.R.; Seare, M.A.; McDonald, F. Action of adrenalin on the

- effect of local anesthetic solutions. **Endod. Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v.9, n.1, p. 31-35, Feb. 1993.
61. PRATI, C.; Ferrieri, P.; Galloni, C.; Mongiorgi, R.; Davidson, C.L. Dentine permeability and bond quality as affected by new bonding systems. **J. Dent.**, Guildford, v. 3, n.4, p. 217-226, Aug. 1995.
62. RITTER, A.V. Posterior resin-based composite restorations: clinical recommendations for optimal success. **J. Esthet. Rest. Dent.**, Ontario, v.13, n.2, p.88-99, 1992.
63. RUEGGEBERG, R.A.; Margeson,D.H. The effect of oxygen inhibition on an unfilled/filled composite system. **J.Dent.Res.**, Washington, v.69, n.10, p.1652-1658, Oct. 1990.
64. SANO H.; Takatsu,T.; Ciucchi, B.; Horner, J.A.; Matthews,W.G., Pashley, D.H. Nanoleakage: leakage within the hybrid layer., **Oper. Dent.**, Seattle, v.20, n.1, p.18-25, Jan. /Feb. 1995.
65. SANO, H.; Yoshiyama, M.; Ebisu, S.; Burrow, M.F.; Takatsu,T.; Ciucchi, B. Comparative SEM and TEM observations of nanoleakage within the hybrid layer. **Oper. Dent.**, Seattle, v.20, n.4, p.160-167, July/Aug., 1995.
66. SANO, H.; Yoshikawa, T.; Pereira, P.N.R.; Kanemura, N.; Morigami, M.; Tagami, J.; Pashley, D.H. Long-term durability of dentin bonds made with a self-etching primer, *in vivo*. **J.Dent. Res.**, Washington, v.78, n.4, p. 906-911, Apr. 1999.
67. SANTINI, A.; Plasschaert, A.J.M.; Mitchell, S. Effect of wet and dry

- bonding techniques on marginal leakage. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.11, n.2, p. 219-224, Apr. 1998.
68. SEGUN, A; Ozturk,B.; Ozer,F. The effect of simulated intrapulpal pressure on bond strength to enamel and dentine. **J.Oral Rehabil.**, Oxford, v.30, n.5, p.550-555, May 2003.
69. SOUZA COSTA, C.A., Hebling, J., Hanks, C.T. Current status of pulp capping with dentin adhesive systems: a review. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v. 16, n.3, p. 188-197, May 2000.
70. SOUZA COSTA, C.A., Hebling, J., Hanks, C.T. Effects of light-curing time on the cytotoxicity of a restorative resin composite applied to an immortalized odontoblast-cell line. **Oper. Dent.**, Seattle, v.28, n.4, p.365-370, July/Aug. 2003.
71. SWIFT Jr., E.J.; Bayne, S.C. Shear bond strength of a new bottle adhesive. **Am.J.Dent.**, San Antonio, v.10, n.4, p.184-188, Aug., 1997.
72. TAGAMI, J.; Tao, L.; Pashley, D.H.; Horner, J.A. The permeability of dentine from bovine incisors, *in vitro*. **Arch. Oral. Biol.**, Oxford, v.34, n.10, p.773-777, 1989.
73. TAGAMI, J.; Tao, L.; Pashley, D.H. Correlation among dentin depth, permeability and bond strength of adhesives resins. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v.6, n.1, p. 45-50, Jan. 1990.
74. TAO, L.; Pashley, D.H.; Boyd, L. The effect of different types of smear layers on dentin and enamel bond strengths. **Dent. Mater.**, Conpenhagen,

- v. 4, n.4, p. 208-216, Aug. 1988.
75. TAO, L.; Tagami, J.; Pashley, D.H. Pulpal pressure and bond strengths of Superbond and Gluma. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.4, n.2, p.73-76, Apr. 1991.
76. TAY, F.R. Resin permeation into acid-conditioned, moist, and dry dentin: a paradigm using water-free adhesive primers. **J. Dent. Res.**, Washington, v.75, n.4, p.1034-1044, Apr.1996.
77. TAY, F.R.; Pashley, D. Aggressiveness of contemporary self-etching systems. I: Depth of penetration beyond dentin smear layers. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v.17, n.4, p.296-308, July 2001.
78. TAY, F.R.; Gwinnett, A.J.; Wei, S.H.Y. Micromorphological spectrum from over-wetting acid-conditioned dentin in water-free, acetone-based, single-bottle primer/adhesives. **Dent. Mater**, Copenhagen, v.12, n.4, p.236-244, July 1996.
79. TAY, F.R.; Carvalho, R.M.; Sano, H.; Pashley, D.H. Effect of smear layers on the bonding of a self-etching primer to dentin. **J. Adhesive Dent.**, New Maldin, v.2, n.2, p. 99-116, Summer 2000.
80. TAY, F.R.; Carvalho, R.M.; Sano, H.; Pashley, E. L.; Pashley, D.H. An ultrastructural study of the influence of acidity of self-etching primers and smear layer thickness on bonding to intact dentin. **J. Adhesive Dent.**, New Maldin, v.2, n.2, p. 83-98, Summer 2000.
81. VAN MEERBEEK, B.; Perdigão, J.; Lambrechts, P.; Vanherle, G. The

- clinical performance of adhesives. **J. Dent.**, Guildford, v. 26, n. 1, p. 1-20, Jan. 1998.
82. VAN MEERBEEK, B.; Lambrechts, P.; Inokoshi, S.; Braem, M.; Vanherle, G. Factors affecting adhesion to mineralized tissues. **Oper. Dent.**, Seattle, suppl.5, p.111-124, 1992.
83. VAN MEERBEEK, B.; Vargas, M.; Inoue, S.; Yoshida, Y.; Peumans, M.; Lambrechts, P.; Vanherle, G. Adhesives and cements to promote preservation dentistry. **Oper. Dent.**, Seattle, supp. 6, Suppl. 6, p. 119-144, 2001.
84. VAN MEERBEEK, B.; De Munck, J.; Yoshida, Y.; Inoue, S.; Vargas, M.; Vijay, P.; Van Landuyt, K.; Lambrechts, P.; Vanherle, G. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 28, n.3, p.215-235, May-June 2003.
85. WAHLE, J.J.; Wendt S.L., Jr. Dentinal surface roughness: a comparison of tooth preparation techniques. **J.Prosthet. Dent.**, St.Louis, v.69,n.2, p.160-164, July 1993.
86. WANG, Y.; Spencer, P. Analysis of acid-treated dentin smear debris and smear layers using confocal Raman microspectroscopy. **J. Biomed. Mater.Res.**, New York, v.60, n.2, p. 300-308, May 2002.
87. WATANABE, I.; Nakabayashi, N.; Pashley, D.H. Bonding to ground dentin by a Phenyl-P self-etching primer. **J.Dent. Res.**, Washington, v.73, n.6, p.1212-1220, June 1994.

88. WERNER, J.F. Dentin bonding agents. Relevance of *in vitro* investigations. **Am.J.Dent.**, San Antonio,v.1, sp.iss.,p.184-188, Sept. 1988.

9. ANEXOS



Conjunto de dados									
I N V E S T I M E N T O	SP*	C O M R E M O Ç Ã O S M E A R L A Y E R	ÁREA	EDR	MPa	S E M R E M O Ç Ã O S M E A R L A Y E R	ÁREA	EDR	MPa
	1		,60	3,55	36,36		,54	2,23	34,07
2	,54	2,98	74,88	,53	2,53	27,94			
3	,49	2,71	58,55	,49	2,71	41,46			
4	,58	2,83	67,89	,52	2,85	62,34			
5	,53	3,56	34,09	,57	2,76	16,59			
6	,53	2,39	42,33	,59	3,67	42,86			
7	,55	2,65	31,10	,51	3,47	52,33			
8	,48	2,49	42,27	,50	2,57	27,48			
9	,46	2,62	67,32	,57	2,75	23,07			
10	,53	2,48	35,67	,53	2,77	24,15			
11	,46	3,47	45,00	,52	2,63	29,01			
12	,51	2,66	22,03	,54	3,51	33,07			
13	,51	2,51	28,41	,51	2,71	28,03			
14	,56	2,72	50,48	,48	2,68	30,10			
15	,61	2,68	44,16	,49	2,51	15,12			
16	,49	3,63	51,44	,51	3,68	36,60			
17	,39	2,65	23,79	,50	3,35	40,28			
18	,46	2,16	30,06	,54	2,69	29,35			
19	,56	2,57	19,01	,52	2,58	31,38			
20	,49	3,79	48,51	,50	2,16	26,32			
21	,54	2,31	51,61	,49	2,84	32,58			

Conjunto de dados									
I N V E S T I M E N T O	SP*	C O M R E M O Ç Ã O S M E A R L A Y E R	ÁREA	EDR	MPa	S E M R E M O Ç Ã O S M E A R L A Y E R	ÁREA	EDR	MPa
	1		,52	3,59	47,30		,51	2,18	32,33
2	,46	2,92	58,63	,56	3,32	47,66			
3	,50	2,19	50,76	,59	3,43	37,64			
4	,44	2,95	68,47	,57	2,85	33,03			
5	,56	2,58	43,14	,57	2,63	36,63			
6	,51	2,51	50,47	,60	3,48	37,85			
7	,53	2,79	55,45	,56	2,76	20,58			
8	,47	3,45	61,65	,51	2,57	40,54			
9	,48	2,71	48,50	,59	2,88	58,54			
10	,47	3,49	50,25	,51	3,66	42,72			
11	,44	2,60	47,72	,48	2,49	16,60			
12	,54	2,83	40,50	,46	2,35	32,69			
13	,51	2,69	65,72	,49	2,68	23,58			
14	,48	2,73	72,62	,48	2,65	27,39			
15	,52	2,65	26,88	,47	3,57	51,51			
16	,45	2,23	38,71	,58	2,82	54,72			
17	,50	3,56	63,40	,50	2,65	25,02			
18	,58	2,43	25,31	,59	2,77	50,83			
19	,46	2,55	53,41	,52	3,49	34,53			
20	,56	2,66	50,30	,57	2,69	26,21			
21	,53	2,49	36,75	,51	2,66	31,01			

RESUMO

O objetivo da presente pesquisa foi avaliar comparativamente, a influência da smear layer e da condição de tratamento da dentina (*in vivo* e *in vitro*), sobre a resistência de união entre um sistema adesivo auto-condicionante e o substrato dentinário. Para isto, foram realizados preparos cavitários de classe I em 20 primeiros pré-molares superiores humanos, com profundidade média de 2,5mm. Todos os dentes foram restaurados com resina composta Z250, cor A3 (3M ESPE), utilizando-se do sistema adesivo auto-condicionante Clearfil SE Bond (Kuraray Co. Ltda). As amostras foram divididas em 4 grupos experimentais: G1 – *in vivo*, com remoção da smear layer; G2 – *in vivo*, sem remoção da smear layer; G3 – *in vitro*, com remoção da smear layer e G4 – *in vitro*, sem remoção da smear layer. Para os grupos 1 e 2 (*in vivo*), os procedimentos operatórios foram realizados com o dente na cavidade bucal dos pacientes, sendo que para os grupos 3 e 4 (*in vitro*), estes procedimentos foram realizados após extração dos dentes, em laboratório. O agente condicionador EDTA 0,5M pH 7,2, foi utilizado para remoção da smear layer. Os dentes foram mantidos em solução de glutaraldeído a 2,5% por período máximo de 5 dias, sendo posteriormente cortados de tal forma a obter, em média, 8 “palitos” por dente (21 “palitos” para cada grupo

experimental e controle). Cada espécime (“palito”) foi individualmente submetido ao teste de microtração e os valores de resistência de união expressos em MPa. A análise estatística de ANOVA, complementada pelos testes de Levene, Kolmogorov-Smirnov e Pearson, foi aplicada aos dados numéricos obtidos. Os resultados mostraram que tanto *in vivo* como *in vitro*, a resistência de união média foi estatisticamente maior, quando se realizou a remoção da smear layer. Porém, apesar dos grupos *in vitro* apresentarem valores de resistência de união superiores aos grupos *in vivo*, esta diferença não foi estatisticamente significativa. Não houve correlação entre a resistência de união e a espessura da dentina remanescente ($p=0,830$). De acordo com as condições experimentais, foi possível concluir que os grupos *in vivo* e *in vitro* apresentaram valores de resistência de união semelhantes, os quais foram particularmente superiores, quando a smear layer foi removida.

ABSTRACT

The aim of this investigation was to evaluate and to compare the influence of the smear layer and the dentin treatment (*in vivo* and *in vitro*) on bond strength of a self etching bonding system to dentin. Class I cavities with 2,5mm depth were performed in 20 sound human premolars. Following application of the self etching adhesive system Clearfil SE Bond (Kuraray Co.Ltd.), all teeth were restored using Z 250 composite resin (3M ESPE). The teeth were randomly assigned to 4 experimental groups: G1 – *in vivo*, with smear layer removal; G2 – *in vivo*, with maintenance of smear layer; G3 – *in vitro*, with smear layer removal and G4 – *in vitro*, with maintenance of smear layer. In groups 1 and 2 (*in vivo*), the clinical procedures were performed before surgical extraction. On the other hand, in groups 3 and 4 (*in vitro*), the clinical procedures were performed after extraction, in the laboratory. The 17% EDTA conditioning agent (0,5M / pH7.2) was used to remove smear layer. The samples were stored in 2.5% glutaraldehyde solution for about 5 days, then sectioned into 0,7mm thick slabs. Each slab was finally trimmed for the micro-tensile bond test. It was obtained 8 trimmed specimens by every tooth (21 trimmed specimens for each experimental and control groups). The data of

micro-tensile bond test (MPa) were submitted to the statistical analysis of ANOVA complemented by Levene, Kolmogorov-Smirnov, and Pearson tests. It was not demonstrated statistical differences when the mean values of the tensile bond strength (MPa) were compared between the both *in vivo* and *in vitro* groups. However, even when better results were observed for *in vitro* groups the differences were not statistically significant of those determined for *in vivo* groups. In addition, no correlation between bond strength and dentin thickness ($p=0,830$) was observed. In conclusion, the results of this investigation demonstrated no difference concerning the bond strength values for both *in vivo* and *in vitro* groups. However, these values were highest for those groups in which the smear layer was removed.