

PAULA JACQUES

**RESISTÊNCIA ADESIVA DE UM SISTEMA AUTO-
CONDICIONANTE E UM CONVENCIONAL SIMPLIFICADO,
APLICADOS À DENTINA TRATADA COM DIFERENTES
CONDICIONADORES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Faculdade de Odontologia de Araraquara, como pré-requisito à obtenção do título de Mestre em Odontologia, Área de concentração: Odontopediatria.

Orientadora: Prof^ª Dr^ª Josimeri Hebling

ARARAQUARA

2002

Jacques, Paula

Resistência adesiva de um sistema auto-condicionante e um convencional simplificado, aplicados à dentina tratada com diferentes condicionadores / Paula Jacques -- Araraquara : [s.n.], 2002.

187 f. ; 30 cm

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia.

Orientador: Profa. Dra. Josimeri Hebling

1. Adesivos dentinários 2. Dentina 3. Resistência à tração
I. Título

Dados Curriculares

PAULA JACQUES

Nascimento	16 /06 / 1971, em Porto Alegre, RS.
Filiação	Sandra Borges Jacques e Paulo José Baltazar Jacques
1989 a 1993	Graduação em Odontologia pela Universidade Federal do Ceará – UFC
1995	Especialista em Odontopediatria pela Faculdade de Odontologia de Piracicaba – FOP, da Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP
1997 a 2002	Professora de Odontopediatria do Curso de Odontologia da Universidade de Fortaleza – UNIFOR
2000 a 2002	Curso de Pós Graduação em Odontopediatria, nível Mestrado, na Faculdade de Odontologia de Araraquara – FOAr / UNESP
Associações	• Grupo Brasileiro de Professores de Ortodontia e Odontopediatria - GRUPO • Associação Brasileira de Odontologia, secção Ceará • Sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica (SBPqO)

PAULA JACQUES

**RESISTÊNCIA ADESIVA DE UM SISTEMA AUTO-
CONDICIONANTE E UM CONVENCIONAL SIMPLIFICADO,
APLICADOS À DENTINA TRATADA COM DIFERENTES
CONDICIONADORES**

COMISSÃO JULGADORA

Dissertação para Obtenção do Título de Mestre

Presidente e orientador: Prof^ª Dr^ª Josimeri Hebling

2º Examinador: Prof. Dr. Ricardo Marins de Carvalho

3º Examinador: Prof^ª Dr^ª Elisa Maria Aparecida Giro

1º Suplente: Prof. Dr. Mário Alexandre Coelho Sinhoretti

2º Suplente: Prof^ª Dr^ª Ângela Cristina Cilense Zuanon

Agradecimentos Especiais

Agradeço....

À Deus,

Minha vida,

Por tanto amparo nas horas de angústia,

Por tanta força nos piores momentos,

Por tanta alegria e presença marcantes,

e por ter me permitido Louvar-vos...

À Prof^a Dra. **Josimeri Hebling**

“Ser mestre é ser um sonhador...
Crer, mais além, no espírito do homem.
Crer, que um dia, ao final do caminho,
Poderemos transferir esta tocha a um discípulo,
...Outro sonhador.”

Lídia Maria Riba

Aos professores da disciplina de Odontopediatria da Faculdade de Odontologia de
Araraquara, da Universidade Estadual Paulista:

Profª Dra. Lourdes Martins dos Santos Pinto

Profª Dra. Elisa Maria Aparecida Giro

Profª Dra. Rita de Cássia Loiola Cordeiro

Profª Dra. Ângela Cristina Cilense Zuanon

Prof. Dr. Cyneu Aguiar Pansani

Prof. Dr. Fábio César Braga de Abreu e Lima

...pelos preciosos ensinamentos transmitidos,
pela dedicação e paciência durante estes anos de convivência
e pela certeza de que se descortina à nossa frente um mundo de idéias...

Aos pacientes anônimos e desconhecidos,

que gentilmente doaram seus dentes,
fundamentais para minha pesquisa,
meu profundo respeito.

Agradecimentos

A realização deste trabalho só foi possível graças à colaboração de valiosas Instituições e muitas pessoas. Respeitosamente agradecemos à todas e de maneira particular:

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;

à Universidade de Fortaleza – UNIFOR, representada pela professora **Fátima Maria Fernandes Veras**, Diretora do Centro de Ciências da Saúde;

ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pela concessão da bolsa de estudos;

ao Departamento de Clínica Infantil da Faculdade de Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista, representado pelos professores **Luís Gandini Junior e Ângela Cristina C. Zuanon**, e seus antecessores **Lourdes Aparecida dos Santos Pinto e Maurício Tatsuei Sakima**;

à Disciplina de Odontopediatria da Faculdade de Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista, representada pelos professores

Ângela Cristina Zuanon, Cyneu Aguiar Pansani, Elisa Maria Aparecida Giro, Fábio César Braga, Josimeri Hebling, Lourdes Martins dos Santos Pinto, Rita Loiola Cordeiro;

à Coordenação da Pós Graduação em Odontopediatria da Faculdade de Odontologia de Araraquara, representada pelas professoras **Rita de Cássia Loiola Cordeiro** e **Josimeri Hebling**, e ex-coordenadora **Elisa M. A. Giro**;

à Clínica Infantil do Curso de Odontologia da Universidade de Fortaleza, professores **Grace Teles, Isabel Ribeiro, Haroldo Albuquerque, Anastácia Ramalho, Morgana Gradvolh, Roberta Cavalcante, Cristiane Spanos, Cristiane Fonteles, Catarina Machado**;

ao prof. **Romeu Magnani**, pelos ensinamentos e colaboração na análise estatística deste trabalho;

ao prof. Dr. **Luís Geraldo Vaz**, pelo carinho, amizade e atenção dispensados durante os testes mecânicos;

ao prof. Dr. **Gelson Luís Adabo**, pela disponibilidade de participação em nossa banca de Qualificação e prontidão ao tirar dúvidas;

ao Departamento de Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia de Araraquara, representada pelos professores **Marcelo Ferrarezi**, atual chefe de departamento, e **Idomeu Bonetti Filho**, seu antecessor, pela autorização do uso dos laboratórios, indispensáveis para o experimento;

à professora Dra. **Elisa Giro**, por ter nos recebido com tanto carinho, por toda dedicação à Faculdade e ter nos auxiliado em todos os momentos necessários;

aos professores **Ary e Tuka**, por toda a atenção e amizade direcionada à minha família;

ao prof. Dr. **Carlos Alberto Souza Costa**, pela atenção, disponibilidade e paciência com que nos ajudou a realizar importantes etapas da fase experimental;

ao prof. Dr. **Ricardo Marins de Carvalho**, pela solícita atenção na identificação de algumas fotomicrografias;

à profa. Dra. **Denise Spolidório**, grande incentivadora, pelo carinho e amizade dedicados durante o desenvolvimento de outros projetos;

à todos os professores da Pós Graduação, por tudo que nos foi ensinado;

aos funcionários do Departamento de Clínica Infantil da Faculdade de Odontologia de Araraquara, **Toninho, Dulce, Soninha, Sílvia, Célia, Edson, Pedrinho, Regina, Tânia, Cris, Bel, Odete e Arnaldo** (*in memorian*), pela amizade com que sempre me receberam;

aos funcionários das disciplinas de Dentística Restauradora e Endodontia, da Faculdade de Odontologia de Araraquara, de modo particular ao **Marinho, Cláudio, Emília, Edson**, pela ajuda e carinho dispensados durante o experimento;

ao funcionário do Instituto de Química da Universidade Estadual Paulista – UNESP, **Sebastião Anésio Dametto**, pelo prestativo auxílio durante a análise em microscopia eletrônica de varredura;

ao Dr. **Paulo Beltrão**, pela valiosa ajuda na obtenção dos dentes utilizados nesta pesquisa;

aos funcionários da Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Araraquara, em especial, **Maria Helena Matsumoto Komasti Leves**, pela revisão da formatação do trabalho e correção das referências bibliográficas; **Marley Cristina**

Chiusoli Montagnoli, pela elaboração da ficha catalográfica; e carinhosamente, **Maria José, Odete, Inês, Sílvia, Adriano**, pela atenção e sorriso sempre aberto;

às funcionárias da Secretaria de Pós Graduação da Faculdade de Odontologia de Araraquara, em especial **Mara Cândida Munhoz do Amaral**, pela disponibilidade, atenção e carinho sempre presentes; e **Rosângela, Vera e Sylvia**, pela atenção sempre que precisávamos;

aos colegas do Curso de Mestrado em Odontopediatria da Faculdade de Odontologia de Araraquara, **Jucaíra, Cristiana e Paulo**, pela amizade, carinho e simpatia desenvolvidas durante nosso convívio;

aos colegas de Mestrado das áreas de Endodontia, Dentística, Ortodontia e Periodontia, pela camaradagem e alegria trocadas em todas as oportunidades;

ao amigo **Fabício Castro**, por ter nos ensinado tanto; aos amigos **Jeová, Emmanuel, Carol e Rodrigo Rego**, simplesmente “da família”; **Cris, Ju, Fernando Ahid, Liz, Fernandinho, Halissa, Patrícia**, ..., pela certeza de ter construído em Araraquara vínculos que vão procurar se reencontrar...

às meninas **Juliê, Juliana e Mariana**, pela atenção, amizade e convivência, e pela ajuda para a conclusão da estadia em Araraquara;

à **Jane Célia**, atendente e amiga, peça chave e indispensável para que eu pudesse sair de Fortaleza; e à **Tetê**, que manteve meu cantinho em ordem nesse tempo;

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

Dedicatória

Para Gabriela,

Minha jóia mais preciosa,
maior fonte de amor e felicidade...
Que pacientemente entendeu minha ausência,
Sabendo sorrir, incentivar e amar,
trocando de lugar, fazendo o papel de mãe e de amiga,
Sabendo ser forte e sutil, mostrando a importância de
continuar aprendendo e vencendo os desafios...
dedico minha vida e este trabalho...

Para meus pais,

Sandra e Paulo

Pelo carinho, educação e amor,

Pela constante inspiração e crença em sonhos,

E por tudo aquilo que representam...

Para minhas irmãs,

Patrícia e Priscylla,

Pela amizade e fraternidade com que me envolveram a vida toda,

Pelo carinho, respeito e amor que nos une...

Para Tia Eunice,

Que foi um guia objetivo e fonte de luz,

Minha saudade....

Para Haroldo,

Pela dedicação de toda nossa vida a um projeto,
E o homem não é outra coisa senão seu projeto...

Por me fazer acreditar sempre na intenção da semente...
E me ensinar que o horizonte não é tão longe assim....

Aos meus sogros,

Haroldo e Socorro,

Pelo carinho e incentivo constantes em mais esta caminhada.

"De tudo, ficaram três coisas:

A certeza de que estamos começando, a certeza de que é preciso continuar
e a certeza de que podemos ser interrompidos antes de terminar.

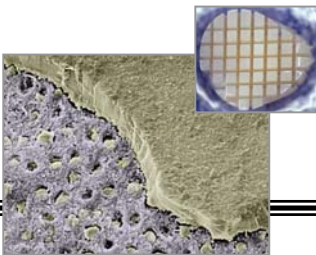
Fazer da interrupção um caminho novo;
fazer da queda um passo de dança,
do medo uma escada, do sonho uma ponte,
da procura um encontro.

Fica a promessa do reencontro...
Fica o desejo de boa sorte...
Fica a vontade que lutes e venças".

Fernando Sabino

Sumário

1. Introdução	22
2. Revisão da Literatura	30
3. Proposição	92
4. Material e Método	94
4.1. Seleção e distribuição dos dentes	94
4.2. Preparo dos corpos de prova	97
4.3. Ciclagem térmica	104
4.4. Ensaio mecânico de microtração	104
4.5. Análise das fraturas (Fractografia)	111
4.6. Planejamento estatístico	112
5. Resultado	116
6. Discussão	141
7. Conclusão	164
8. Referências Bibliográficas	167
Resumo	177
Abstract	180
Anexos	183
Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa	184
Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo A)	185
Dados Clearfil SE Bond (Anexo B)	186
Dados Single Bond (Anexo C)	187



1 - Introdução

1-Introdução

Uma das metas da odontologia restauradora adesiva tem sido assegurar uma íntima adaptação entre o material restaurador e as paredes cavitárias, para minimizar a microinfiltração, caracterizada como sendo o influxo de patógenos orais e/ou seus produtos, que pode levar à sensibilidade pós-operatória e cárie secundária, e como consequência ampliar a longevidade das restaurações.

Os bons resultados observados quando da aplicação do ácido fosfórico ao esmalte encorajaram as primeiras tentativas de condicionamento ácido da dentina⁵⁶. Entretanto, enquanto a adesão ao esmalte é confiável e predizível, a adesão à dentina representa um desafio muito maior.

A dentina é um tecido orgânico intrinsecamente úmido, penetrado por um labirinto de túbulos contendo prolongamentos celulares e fluido plasmático em seu interior, ambos provenientes do tecido pulpar. A sua dinâmica, quando utilizada como substrato no processo adesivo, é a principal responsável pela falha da adesão e consequente infiltração marginal observada em todos os adesivos resinosos⁵².

O fluido no interior dos túbulos está sob pequena, porém constante, pressão proveniente do tecido pulpar e movimenta-se dinamicamente no sentido da polpa para a junção amelo-dentinária, o que confere à dentina sua característica úmida e determina que os sistemas adesivos devam ser compatíveis com a presença desta umidade. Estima-se que a pressão intrapulpar seja de 15 cm H₂O (11mm Hg)¹⁹.

Quando sistemas adesivos são utilizados sobre a dentina, a força de união resultante depende não apenas do material, mas também de vários fatores relativos ao substrato, como a profundidade dentinária, concentração de cálcio, idade, umidade superficial e presença de esclerose⁴¹.

A área relativa de dentina ocupada por túbulos diminui à medida em que ocorre sua divergência a partir da polpa. Os túbulos podem ocupar até 22% da área da dentina em um corte transversal quando realizado próximo à polpa, e apenas 1% quando realizado próximo ao esmalte⁴³, ou seja, a dentina profunda apresenta mais túbulos por unidade de área, cerca de 45.000 por mm², enquanto a dentina próxima a junção amelo-dentinária apresenta por volta de 20.000 túbulos por mm².

Além dos aspectos de composição química e variabilidade morfológica, outro obstáculo ao contato íntimo entre o material resinoso e a dentina é a presença da *smear layer*. Esta camada recobre toda a superfície de dentina exposta, bloqueando a entrada dos túbulos dentinários (*smear plug*) e consiste de fibras colágenas e cristais de hidroxiapatita destruídos como resultado da ação mecânica de corte quando da realização do preparo cavitário e/ou remoção de tecido cariado²⁵. Sua espessura varia entre 0,5 a 5,0µm, assim como sua constituição, de acordo com o tipo de substrato e de instrumento cortante utilizado²⁴.

A formação da *smear layer* sobre a superfície de dentina durante os procedimentos restauradores assegura uma barreira protetora à difusão de bactérias e saída do fluido pulpar, sendo que sua remoção aumenta a permeabilidade dentinária⁴⁸. Porém, embora atue como barreira protetora, a *smear layer* também pode ser considerada como indesejável, uma vez que

impede o íntimo contato do material adesivo, além de poder abrigar bactérias provenientes da remoção de tecido cariado, que podem multiplicar na interface sob a restauração⁶.

A resistência coesiva da *smear layer* é bastante pequena, aproximadamente 5MPa, fator este responsável pelas falhas apresentadas pelos sistemas adesivos denominados de segunda geração, que eram aplicados diretamente sobre ela⁴³.

A manutenção da *smear layer* é importante para o vedamento dos túbulos dentinários e a manutenção do equilíbrio hidrostático deste tecido, por diminuir sua permeabilidade, principalmente se a dentina não estiver completamente selada pelo adesivo dentinário, o que facilitaria a movimentação de fluidos pelos túbulos dentinários resultando em aumento de sensibilidade⁴⁵. Devido à sua fraca adesão à dentina, possibilidade de dissolução posterior à confecção da restauração e possibilidade de abrigar bactérias e restos contaminados de dentina⁶, esta deveria ser totalmente removida. Outra possibilidade seria sua remoção parcial, permitindo apenas a manutenção da *smear plug*.

A partir da comprovação científica da importância da *smear layer*, começou-se a desenvolver os condicionadores para a dentina, na intenção de superar os efeitos indesejáveis de sua presença⁴². A solução de hipoclorito de sódio a 5% foi um dos primeiros produtos utilizados para solubilizar o colágeno desnaturado acumulado na superfície da *smear layer*⁴⁵. Como a possibilidade da presença de bactérias havia sido sugerida por Brännström⁶, também foi desenvolvido um produto contendo ácido diamino tetraacético (EDTA) a 0,2% em pH 7,4 e cloreto de benzalcônio a 0,1%. Este produto foi comercialmente denominado de Tubulicid (Dental Therapeutics AB, Nacka, Sweden)⁴².

A remoção total da *smear layer*, incluindo a *smear plug*, utilizando-se ácido fosfórico, foi preconizada pela primeira vez por Fusayama et al.²² em 1979. Atualmente, sistemas adesivos que requerem o condicionamento prévio da dentina com este ácido, representam a categoria de adesivos dentinários que geram os maiores valores de resistência adesiva ao esmalte e à dentina⁵⁰.

Além de remover completamente a *smear layer*, a aplicação de ácido fosfórico sobre a dentina promove alterações importantes em sua estrutura morfológica. Ocorre a dissolução da dentina peritubular com conseqüente alargamento da entrada dos túbulos dentinários e desmineralização da dentina intertubular com dissolução dos cristais de hidroxiapatita e exposição de fibras colágenas dispostas em forma de rede⁹.

Estas alterações estruturais limitam-se aos primeiros 4 a 7µm da superfície, porém, possibilitam a penetração de monômeros hidrofílicos presentes no primer, entre as fibras de colágeno expostas, assim como no interior dos túbulos ampliados, formando uma camada de fibras colágenas impregnadas por resina, denominada de zona reforçada por resina, camada infiltrada por resina ou camada híbrida. A formação da camada híbrida representa o principal mecanismo de adesão da maioria dos sistemas adesivos atuais.⁷¹

Embora o condicionamento ácido da dentina favoreça a obtenção de altos valores de resistência adesiva, existem algumas desvantagens quanto à sua utilização, que vêm sendo extensamente discutidas clínica e cientificamente. As principais desvantagens da remoção total da *smear layer* são o aumento da permeabilidade dentinária e conseqüente aumento da umidade da dentina, aumento da possibilidade de irritação pulpar, possibilidade de desnaturação de

fibras colágenas e discrepância entre a profundidade de desmineralização e penetração da resina ⁴⁷.

Esta última, por favorecer a nanoinfiltração⁶⁰, irritação pulpar e movimentos flexurais da restauração, levaram ao desenvolvimento dos sistemas adesivos do tipo auto-condicionante ou *self-etching*^{18,34}, representados inicialmente por soluções aquosas de *Phenyl-P* a 20% e HEMA a 30% ⁷².

A simplificação da técnica adesiva foi recentemente estabelecida com o desenvolvimento de agentes condicionantes, primers e adesivos, que não requerem lavagem da superfície e atuam simultaneamente como condicionadores e primers ou como condicionadores e primers/adesivos. A utilização destes agentes visa a promoção de uma continuidade entre a superfície dentária e o material adesivo, a qual é estabelecida pela desmineralização e penetração concomitante da resina na superfície de esmalte e dentina⁵², prevenindo desta forma, a formação de uma camada não impregnada por monômeros entre a camada híbrida e a dentina subjacente³⁴.

Apesar da adesão que estes sistemas promovem ao esmalte intacto ainda ser motivo de discussão, valores altos de resistência adesiva são obtidos quando da sua utilização sobre o esmalte desgastado e sobre a dentina coberta por *smear layer* ^{68, 31}. Quando aplicados à dentina, promovem a dissolução da *smear layer* e se difundem superficialmente na dentina subjacente, resultando em uma camada híbrida pouco espessa, porém completamente infiltrada por monômeros resinosos ⁶⁸.

A incorporação da *smear layer* à camada híbrida tem sido discutida por vários pesquisadores^{34, 69}. Trabalhos experimentais têm demonstrado uma potencial desvantagem dos sistemas autocondicionantes representada pela

incorporação da *smear layer* à interface adesiva, embora reforçada pela impregnação de monômeros, resultando em uma área mais sujeita a defeitos na adesão ³⁴.

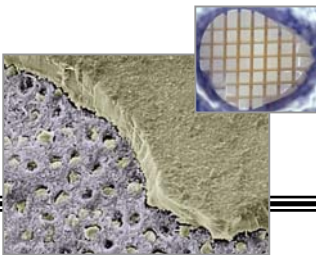
A utilização do ácido diamino tetraacético (EDTA) para remoção apenas da *smear layer*, sem que ocorra desmineralização superficial da dentina, tem sido recomendada previamente à utilização deste tipo de sistema adesivo ^{3, 4, 6, 6, 34, 70}.

A resistência adesiva é uma das propriedades mais estudadas entre as propriedades físicas de um material adesivo. Entre os testes utilizados para sua avaliação estão a resistência ao cisalhamento e a resistência à tração. Estes testes requerem uma grande área de superfície para adesão, o que torna difícil avaliar as diferenças na força adesiva ⁴⁹.

O ensaio mecânico de microtração foi proposto por Sano et al.^{57, 58} em 1994, apresentando como principal vantagem, a possibilidade de medir a resistência adesiva em pequenas áreas. Outras vantagens do método são: possibilidade de medição de resistências adesivas mais altas, possibilidade de avaliação regional da resistência adesiva, médias e variâncias podem ser calculadas para um único dente, possibilidade de avaliar áreas irregulares, possibilidade de se testar áreas bastante pequenas, observação de um maior número de falhas realmente adesivas ao invés de falhas coesivas e por fim, facilidade de avaliação das fraturas em microscópio eletrônico de varredura, uma vez que a área é bastante pequena ⁴⁹.

Como desvantagens deste ensaio mecânico são apontadas: técnica mais elaborada e demorada, dificuldade de se avaliar resistências adesivas inferiores a 5MPa, necessidade de equipamento especial e maior possibilidade de desidratação dos espécimes uma vez que estes são muito pequenos ⁴⁹.

Assim sendo, pelo constante desenvolvimento de novos materiais e aprimoramento das técnicas para avaliação de suas propriedades, estudos são sempre necessários para consolidar novos conceitos e avaliar seu provável desempenho clínico, assim como estudar possíveis alternativas para melhorá-lo.



2 –Revisão da literatura

2 - Revisão da literatura

Fusayama et al.²² (1979) avaliaram a força de união ao esmalte e à dentina de uma nova resina adesiva, Clearfil Bond System-F (Kuraray Co., Ltd., Osaka, Japan) e o efeito do tempo de armazenagem dos espécimes em água a 37° C, realizando testes de tração 10 minutos, 7 dias, 1 ou 3 meses após a aplicação dos materiais. Dentes humanos, molares e incisivos, foram desgastados de forma a se obter superfícies planas em esmalte ou dentina. Alguns dentes foram condicionados com ácido fosfórico a 40% por 60 segundos, lavados e secos antes da aplicação do sistema adesivo. Os resultados mostraram que os valores de adesão, tanto ao esmalte como à dentina, foram maiores quando os tecidos foram condicionados com ácido fosfórico a 40%. A resistência adesiva ao esmalte aumentou com o aumento do tempo de armazenagem enquanto a resistência adesiva à dentina não foi alterada. Em relação ao condicionamento ácido total, os autores concluíram que a utilização do ácido fosfórico aumentou consideravelmente a resistência adesiva ao esmalte e à dentina.

A capacidade de remoção da *smear layer* de várias soluções contendo diferentes concentrações de ácido diamino tetra acético (EDTA) foi avaliada *in vivo*, por Brännström et al.⁷, em 1980. Soluções contendo EDTA a 0,20%, 0,15% e 0,10%, com ou sem a associação de agentes antibacterianos, foram comparadas entre si e com uma solução contendo digluconato de clorexidina em

sua composição, Tubulicid Blue Label (Dental Therapeutics AB, Nacka, Sweden). Todas as soluções foram esfregadas por 5 segundos sobre a superfície de dentina, deixadas agir por 60 segundos e novamente esfregadas por mais 5 segundos, após os quais, foram secas com jatos de ar. Em seguida os dentes foram extraídos e imediatamente imersos em solução contendo formalina a 10%. As superfícies foram preparadas para análise em microscopia eletrônica de varredura (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 grande abertura dos túbulos e sem remoção da dentina peritubular. A limpeza superficial promovida foi melhor quando da utilização das soluções de EDTA em combinação com agentes antibacterianos. Os autores concluíram que as soluções de EDTA a 0,15 e 0,20% associadas a agentes antimicrobianos foram mais efetivas na remoção da *smear layer* do que a solução a 0,10%. Os melhores resultados foram observados com a solução contendo 0,20% de EDTA.

O efeito da pressão intra-pulpar na resistência adesiva ao cisalhamento dos sistemas adesivos Gluma (Bayer/Columbus Dental, south Bend, IN, USA) e Superbond C & B (Sun Medical Co., Kyoto, Japan/Parkell, NY, USA), foi avaliado por Tao et al.⁶⁷ (1991). Foram utilizados dentes humanos inicialmente armazenados em solução de azida sódica a 0,2% a temperatura de 4°C. As raízes foram removidas e por meio de cortes transversais na coroa, superfícies planas de dentina superficial e profunda foram obtidas. A pressão intra-pulpar foi simulada *in vitro*, considerando-se uma coluna de 32cm de água. Dez superfícies dentinárias 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). Dez dentes receberam a aplicação do sistema adesivo Gluma, após o tratamento da superfície com EDTA 0,5M por 30s. Para todas as superfícies, após a aplicação do sistema adesivo, foi construído um cilindro de resina composta Clearfil FII (Kuraray Co. Ltd., Osaka, Japan). A resistência ao cisalhamento foi avaliada, após 24h de armazenamento em água a 37°C, em uma máquina de testes Instron, operada a velocidade de 1mm/min. Os resultados encontrados neste estudo mostraram que o sistema Superbond apresentou variação dos valores de resistência adesiva entre 16,3 e 19,1MPa, resistência esta não afetada pela presença da pressão pulpar, independente da profundidade da dentina. Os valores de resistência adesiva observados para o sistema Gluma quando aplicado à dentina profunda foram significativamente menores quando da presença de pressão intra-pulpar, $8,1 \pm 1,1$ MPa e $5,4 \pm 1,0$ MPa respectivamente para sem pressão e com pressão. O mesmo não foi observado para a dentina superficial.

Sano et al., em 1994⁵⁹, avaliaram a possível contribuição da matriz de dentina desmineralizada (colágeno) sobre a resistência coesiva da dentina sadia (mineralizada). Dentes humanos e bovinos foram armazenados em solução de azida sódica a 0,2% em temperatura de 4°C. Terceiros molares humanos foram seccionados transversalmente em seu terço médio coronário, formando discos de dentina de aproximadamente 0,5mm de espessura. Da porção central de cada disco de dentina, foi obtido um espécime recortado na forma de ampulheta (*hour-glass shape*). Os dentes bovinos do grupo dos incisivos foram seccionados longitudinalmente, obtendo-se secções de 0,5mm de espessura. Estas secções também foram desgastadas à semelhança dos dentes humanos. Para a obtenção

das amostras de dentina desmineralizada, os espécimes foram colocados em solução de EDTA a 0,5M pH7,4 por 4 a 5 dias. Ensaio mecânicos de tração foram realizados em máquina Instron. Para a dentina sadia (mineralizada) os resultados encontrados foram em média 93,8MPa para dentina humana e de 90,6MPa para dentina bovina, enquanto que quando a dentina foi desmineralizada em EDTA, a média de resistência coesiva foi de 32MPa e 26MPa para a dentina humana e a bovina, respectivamente. Os autores concluíram que o colágeno contribui com aproximadamente 30% da resistência coesiva da dentina sadia.

Ainda em 1994, Sano et al.⁵⁷ objetivando avaliar a influência da área de dentina utilizada para adesão na resistência de materiais adesivos à tração, desenvolveram um novo teste mecânico que permitiu analisar pequenas áreas de união, o qual é atualmente denominado de ensaio mecânico de microtração. Foram utilizados 20 terceiros molares humanos, armazenados em solução de azida sódica a 0,2% a temperatura de 4°C. O esmalte recobrindo a superfície oclusal e as faces proximais foi removido. A superfície de dentina oclusal exposta foi polida com lixa de granulação 600 e tratada com um dos materiais adesivos testados: Scotchbond Multi-Purpose (3M Dental Products, St. Paul, MN, USA), Clearfil Liner Bond 2 (Kuraray Co., Ltd., Osaka, Japan) e Vitremer (3M Dental Products, St. Paul, MN, USA). Todos os materiais foram aplicados seguindo-se as recomendações dos fabricantes. Sobre os sistemas adesivos construiu-se uma coroa de resina composta Z100 (3M Dental Products, St. Paul, MN, USA) e Photo Clearfil (Kuraray Co., Ltd., Osaka, Japan), respectivamente, para os sistemas Scotchbond MP e Clearfil Liner Bond 2, e de ionômero para o Vitremer,

e os espécimes foram armazenados em água a 37°C por 24h. Após remoção das raízes, foram realizados vários cortes na coroa na direção do longo eixo do dente, da resina composta para a dentina. Estes cortes permitiram a obtenção de fatias com espessura variando de 0,5 a 3mm. Em cada fatia, foram realizados desgastes na linha da interface adesiva, com auxílio de finas brocas diamantadas, conferindo ao espécime a forma de ampulheta. A espessura da dentina remanescente foi medida para cada espécime da interface adesiva até a superfície do corno pulpar mais próximo e a área adesiva foi calculada, variando de 0,25mm² à 9mm². Estes espécimes foram acoplados a um dispositivo de tração (Bencor Multi T) com cola adesiva de cianoacrilato e então, sujeitos à forças de tração a velocidade de 1mm/min. Após o teste, os modos de fratura foram avaliados em lupa estereoscópica em aumento de 10x. Os resultados mostraram que houve relação inversa entre a resistência à tração e a área aderida para os três tipos de materiais adesivos testados. Maiores valores de resistência adesiva foram encontrados para o sistema Clearfil Liner Bond 2, seguido pelo sistema Scotchbond Multi-Purpose e pelo Vitremer. Os autores concluíram que existe uma relação inversa entre a área de adesão e a resistência adesiva, sendo que áreas entre 1,6-1,8mm² deveriam ser utilizadas por permitirem uma menor variação dos valores de resistência adesiva. Também concluíram que o novo ensaio mecânico avaliado neste trabalho, devido a utilização de pequenas áreas adesivas, mostrou uma maior frequência de falhas adesivas.

A resistência de união à dentina do sistema Scotchbond Multi-Purpose (3M Dental Products, St. Paul, MN, USA) foi avaliada por Carvalho et al.¹³ (1994),

utilizando o ensaio mecânico de microtração. Foram utilizados 20 dentes terceiros molares humanos, extraídos e armazenados em solução salina contendo azida de sódio a 0,2% à temperatura de 4°C. O esmalte oclusal, bem como o das faces mesial e distal, foi removido com um disco de diamante. A superfície oclusal de dentina exposta foi polida com lixa 600, sendo a seguir, tratada com os agentes adesivos testados, Scotchbond Multi Purpose (3M Dental Products, St. Paul, MN, USA), ou um ionômero de vidro modificado por resina, Variglass (Caulk Dentsply, Millford, DE, USA). Após a aplicação dos materiais, foi realizada a confecção de uma coroa em resina composta Z100 (3M Dental Products, St. Paul, MN, USA) ou do próprio ionômero de vidro, de 3-5mm de altura e os espécimes foram armazenados em água a 37°C por 24h. Foram obtidas várias fatias de 0,5 a 3mm de espessura de cada dente, por meio de cortes paralelos ao seu longo eixo, e foram desgastadas na forma de ampulheta. A área adesiva foi calculada antes do teste mecânico, variando de 0,25mm² à 6mm². Após fixação em um dispositivo de testes Bencor-Multi-T (Danville), com auxílio de uma cola à base de cianoacrilato, cada espécime foi submetido ao ensaio de tração em uma máquina Instron à velocidade de 1mm/min, e o tipo de fratura foi observado em lupa estereoscópica. Os autores encontraram como resultado uma relação inversa entre a resistência à tração e a área de superfície adesiva para os materiais testados. Os valores mais altos para o sistema Scotchbond Multi-Purpose e para o Variglass, em média 46MPa e 34Mpa, respectivamente, foram obtidos com áreas menores que 1mm². Nenhuma fratura coesiva da dentina foi observada. Para o sistema Scotchbond Multi-Purpose, todas as falhas foram de natureza adesiva, enquanto várias fraturas coesivas ocorreram no Variglass durante os testes.

Watanabe et al.⁷² (1994) avaliaram a capacidade de penetração de diferentes formulações de um sistema adesivo experimental através da *smear layer* e dentina subjacente. Cada formulação continha uma diferente concentração de *Phenyl-P* (0, 5, 10, 20, 30 e 40%) em solução aquosa contendo HEMA a 30%. Seis dentes bovinos foram utilizados em cada um dos seis grupos experimentais. Superfícies planas de dentina foram obtidas após o desgaste do esmalte vestibular com lixas de papel de granulação 400 e 600. Uma área de 5,4mm de diâmetro foi delimitada sobre cada superfície e recebeu a aplicação de 10µl de uma das soluções acima por 1 minuto, sendo que nenhuma lavagem foi realizada. O excesso da solução foi eliminado por secagem com ar. Em seguida, uma camada da resina adesiva experimental foi pincelada sobre a superfície e fotopolimerizada por 60 segundos antes da adesão de um cilindro de PMMA (polimetil metacrilato) sobre a superfície com resina Photo Clearfil Bright (Kuraray Co. Ltd., Osaka, Japan). O cilindro de PMMA foi utilizado para acoplar o espécime à máquina universal de testes, operada a velocidade de 1mm/min. Valores de resistência adesiva foram significativamente diferentes do grupo controle, apenas a solução aquosa de HEMA, quando a quantidade de *Phenyl-P* atingiu a concentração de 20%, $4,7 \pm 1,9$ MPa e $10,4 \pm 1,8$ MPa, respectivamente. O aumento da concentração de *Phenyl-P* de 20 para 30 ou 40% não afetou os valores de resistência adesiva.

Ainda no estudo de Watanabe et al.⁷², os autores observaram em microscopia eletrônica de transmissão (MET), os aspectos de superfícies de dentina fraturada, portanto sem *smear layer*, desgastadas com lixa de granulação 180 (*smear layer* menos compacta) e desgastadas com lixa de granulação 600

(*smear layer* compacta). Quando os espécimes fraturados foram tratados com a solução contendo 20% *Phenyl-P* em solução aquosa de 30% de HEMA por 1 minuto seguida da aplicação da resina adesiva, foi observado que esta penetrou a dentina em uma profundidade de 4-5 μ m, e não havia a presença de *smear layer*. Quando avaliados em maior aumento, pôde ser observado a presença de fibrilas colágenas de aproximadamente 0,1 μ m de diâmetro. Quando superfícies de dentina foram desgastadas com lixa de granulação 180 antes da aplicação da mesma solução, foi observada a presença de uma *smear layer* frouxa, de aproximadamente 1 μ m de espessura. A resina adesiva foi capaz de penetrar através desta camada e a dentina subjacente em uma profundidade de 2 μ m. Por outro lado, quando superfícies foram desgastadas com lixa de granulação 600, uma camada mais compacta de debris foi observada, de 0,3-0,5 μ m de espessura. A solução *Phenyl-P* a 20%/ HEMA a 30% foi capaz de desmineralizar completamente 0,2 μ m da superfície da *smear layer* compacta e penetrar por 0,5 μ m atingindo a dentina subjacente e desmineralizando a matriz em 1,0 μ m de profundidade. O condicionador dentinário avaliado neste estudo apresenta uma concentração de agente adesivo (20%) muito maior do que os produtos até então comercializados. Além de ser um agente desmineralizante, o *Phenyl-P* promoveu a difusão de monômeros, e foi capaz de desmineralizar a matriz de dentina subjacente, através da *smear layer* presente.

Nakajima et al.³⁸, em 1995, avaliaram a resistência à microtração de três marcas comerciais de adesivos dentinários à dentina normal ou afetada por cárie. Quarenta e sete molares humanos extraídos e com lesões de cárie oclusal estendendo-se por pelo menos metade da espessura da dentina, tiveram o

esmalte oclusal desgastado com lixa de granulação 320, perpendicularmente ao longo eixo do dente, até a exposição de uma superfície plana de dentina contendo áreas de dentina cariada e áreas de dentina sadia, que serviram como controle. A superfície dentinária foi então polida com lixa 600 e os dentes foram divididos aleatoriamente em três grupos experimentais de acordo com o sistema adesivo utilizado, All Bond 2 (Bisco Inc., Itasca, IL), Scotchbond Multi Purpose (3M Dental Products, St. Paul, MN, USA) e Clearfil Liner Bond II (Kuraray Co., Ltd., Osaka, Japan), aplicados de acordo com as recomendações dos fabricantes. Em seguida, uma coroa em resina composta de 3 a 5mm de altura foi construída pela técnica incremental. Depois de um período de armazenagem em água a 37°C por 24h, os dentes foram seccionados no sentido vestibulo-lingual em fatias de aproximadamente 1mm de espessura cada, as quais foram desgastadas e contornadas, com uso de uma ponta diamantada de granulação extra fina, formando uma curva suave ao longo da interface adesiva, resultando em área de adesão de 1mm² (forma de ampulheta). Os espécimes foram observados visualmente e em microscópio óptico, para subdivisão em dentina sadia e afetada por cárie, fato este confirmado pela microscopia eletrônica de varredura realizada após o teste de microtração. A espessura de dentina foi medida entre a interface adesiva e o corno pulpar mais próximo pelo uso de um micrômetro digital. Os espécimes foram então fixados ao dispositivo Bencor Multi-T com cola à base de cianoacrilato, sendo o conjunto colocado em uma máquina universal para teste de tração, à uma velocidade de 1mm/min. Os resultados mostraram que a micro-dureza da dentina normal foi duas vezes maior que da dentina afetada por cárie, e que houve diferença em relação à resistência à microtração, tanto para o tipo de substrato quanto para o material utilizado. Para

os adesivos All Bond 2 e Clearfil Liner Bond 2 o valor da resistência adesiva para a dentina normal foi duas vezes maior que o valor encontrado para a dentina afetada por cárie (All Bond 2 - 26,90MPa em dentina normal vs 13,97MPa em dentina afetada; Clearfil Liner Bond 2 - 29,52MPa em dentina normal vs 13,97MPa em dentina afetada). O sistema Scotchbond Multi-Purpose apresentou valores de resistência adesiva mais consistentes, quando avaliados os dois tipos de dentina. O estudo das falhas na união mostrou que o teste de microtração não foi eficiente em induzir falhas exclusivamente adesivas, em muitos casos. Os autores concluíram que as variações morfológicas e químicas sofridas pela dentina durante o processo de cárie podem determinar uma redução da qualidade adesiva e que esse efeito pode ser dependente do sistema adesivo empregado.

Burrow et al.¹⁰ (1996) avaliaram a durabilidade da adesão após três anos da aplicação de um agente adesivo, com ou sem a associação de um primer. Superfícies de dentina superficial de dentes bovinos foram condicionadas com ácido fosfórico a 37% e receberam a aplicação do agente adesivo Clearfil Photobond (Kuraray Co. Ltd., Osaka, Japan) com ou sem a aplicação prévia de um primer (5-NMSA). Em seguida, as superfícies foram cobertas com resina composta Photo Clearfil Bright (Kuraray Co. Ltd., Osaka, Japan). As amostras foram submetidas a testes de cisalhamento 1 dia, 1, 3, 6 meses, 1 ou 3 anos após a aplicação dos materiais adesivos. Os resultados mostraram que para o grupo onde não foi utilizado o primer, houve uma pequena diminuição da resistência adesiva após 3 anos de armazenagem, enquanto que para o grupo que recebeu a aplicação do primer, a redução da resistência adesiva foi

significante. Após 1 dia do procedimento operatório, a resistência adesiva quando não foi utilizado primer foi significativamente menor em comparação ao outro grupo, 5,2MPa e 10,6MPa, respectivamente. Porém, após 3 anos de armazenagem os valores de resistência adesiva foram similares, 4,3MPa e 5,5MPa. Os autores concluíram que a utilização de primers é importante para se atingir altos valores de resistência adesiva apenas imediatamente após a restauração adesiva, ocorrendo uma redução desta resistência com o decorrer do tempo.

A capacidade de remoção da *smear layer* e exposição de fibras colágenas após o condicionamento da dentina com EDTA foi avaliada por Blomlöf et al.³ (1997). Foi criada uma superfície plana em dentina na face vestibular de cada raiz de doze dentes humanos extraídos por problemas periodontais e as raízes divididas em quatro grupos experimentais, todos utilizando solução de EDTA aplicada sobre a dentina por dois minutos, porém em diferentes concentrações, 1,5%, 5%, 15% e 24%. Todas as superfícies foram examinadas ao MEV com aumento de 200x. Em cada raiz, uma área de 2,889 μm^2 foi delimitada e avaliada quanto ao número de túbulos dentinários livres de *smear layer* em relação ao número de túbulos visíveis. Os resultados encontrados quando a solução a 1,5% foi utilizada mostraram toda a superfície coberta com *smear layer*. Quando foi utilizada a solução a 5%, a maioria dos túbulos visíveis estava coberta com *smear plugs* e debris. Para a solução a 15% a metade dos túbulos estava coberta, mas o total de túbulos visíveis abertos era maior que nos grupos anteriores, e finalmente, quando a solução a 24% foi utilizada, poucos túbulos estavam cobertos (apenas 34,3%), e as fibras colágenas foram visualizadas com

freqüência nas regiões peritubular e intertubular. Os autores concluíram que nenhuma das concentrações de EDTA avaliadas foi capaz de remover completamente a *smear layer*, entretanto, a solução supersaturada a 24% foi significativamente a mais efetiva.

Gordan et al.²³, em 1997, avaliaram a resistência ao cisalhamento de dois sistemas adesivos contendo primers ácidos, Clearfil Liner Bond 2 (Kuraray Co. Ltd., Osaka, Japan) e Denthesive II (Kulzer Co. Bireich Dental, Wehrheim, Germany), os quais foram testados com e sem condicionamento com ácido fosfórico a 35%. Para o grupo controle, foi utilizado o sistema Scotchbond Multi-Purpose (3M Dental Products, St. Paul, MN, USA). Sessenta molares humanos livres de cárie foram divididos em cinco grupos experimentais para dentina e outros cinco grupos para o esmalte. A superfície em esmalte foi preparada na superfície proximal da cada dente usando discos abrasivos. Após a aplicação dos sistemas adesivos, os espécimes foram restaurados com resina composta Silux Plus, termociclados por 500 ciclos a 5°C-55°C e então submetidos à resistência ao cisalhamento, a velocidade de 5mm/min e expressa em MPa. Para o teste em dentina, a superfície oclusal de cada dente foi cortada, polida e também dividida em 5 grupos, os quais sofreram os mesmos tipos de tratamento e termociclagem que o esmalte. Os autores observaram que o sistema Clearfil Liner Bond 2 aplicado ao esmalte sem condicionamento ácido gerou maiores valores de resistência adesiva quando comparado ao sistema Scotchbond Multi-Purpose, 20,4MPa e 14,1MPa respectivamente. Quando o condicionamento ácido foi realizado previamente à sua aplicação, os valores de resistência adesiva foram em média comparáveis ao sistema Scotchbond Multi-Purpose, 16,9MPa e

14,1MPa. O sistema Denthese II produziu os maiores valores de resistência adesiva quando aplicado ao esmalte condicionado, 22,0MPa, enquanto que quando aplicado ao esmalte não condicionado, o valor médio de resistência adesiva foi de 5,4MPa. Para a dentina, o sistema Clearfil Liner Bond 2 produziu valores similares de resistência adesiva com e sem condicionamento ácido prévio (20,4 e 15,7MPa), enquanto que o sistema Denthese II produziu valores maiores quando a dentina foi condicionada com ácido fosfórico por 15 segundos (10,6MPa), valores estes comparáveis aos do sistema Scotchbond Multi-Purpose (10,6MPa).

Sistemas adesivos de frasco único apresentando solventes orgânicos ou água em sua composição foram avaliados por Perdigão et al.⁵⁰ (1997) quanto à sua resistência adesiva ao ensaio mecânico de cisalhamento quando aplicados à dentina. Quarenta terceiros molares humanos tiveram sua superfície oclusal removida para exposição de uma área plana de dentina. Os dentes foram divididos em quatro grupos de acordo com o sistema adesivo utilizado, Single Bond (3M Dental Products, St. Paul, MN, USA), Prime & Bond 2.1 (Dentsply De Trey, Konstanz, Germany), Syntac Single Component (Vivadent, Schaan, Liechtenstein) ou Tenure Quik (Dent-Mat Co., Santa Maria, CA, USA). A área utilizada para adesão foi de 4,3mm, delimitada através de uma fita adesiva com orifício central adaptada no centro da superfície de dentina. Após a aplicação dos sistemas adesivos, todos com condicionamento prévio da dentina, as coroas foram reproduzidas com resina composta Z100 (3M Dental Products, St. Paul, MN, USA), e os espécimes armazenados em água por 24h à temperatura ambiente antes de serem submetidos à ciclagem térmica que consistiu de 500

ciclos em banhos de 5°C-55°C. O ensaio mecânico de cisalhamento foi realizado a velocidade de 0,5mm/min. Os resultados mostraram que o sistema Single Bond, o qual apresenta água e etanol como solventes, produziu a maior média de resistência ao cisalhamento comparado aos outros materiais, $15,3 \pm 4,1$ MPa. A penetração deste adesivo no interior dos túbulos dentinários, quando os espécimes foram analisados ao MEV, chegou a atingir 120µm, com *tags* em forma de funil. Os autores atestaram que a adesão a dentina dos sistemas convencionais simplificados (sistemas de frasco único) permanece imprevisível, sendo que a química individual de cada material pode ser mais importante do que exclusivamente o tipo de solvente que ele contém.

Swift Jr. & Bayne⁶⁵ em 1997, testaram a resistência ao cisalhamento de um novo sistema adesivo, o Single Bond (3M Dental Products, St. Paul, MN, USA), à superfícies dentinárias com diferentes graus de umidade. Como comparação, foram usados dois sistemas adesivos de frasco único, Prime & Bond (Caulk/Dentsply, Milford, DE, USA) e One Step (Bisco Inc., Itasca, IL, USA), e um sistema de três passos, Scotchbond Multi Purpose Plus (3M Dental Products, St. Paul, MN, USA). Foram usados 120 incisivos bovinos, incluídos em resina acrílica e com a face vestibular desgastada até exposição de uma superfície plana em dentina. Os dentes foram divididos aleatoriamente em 12 grupos experimentais. Além dos quatro sistemas adesivos, o grau de umidade da dentina, pouco úmida, úmida e super úmida foi avaliado como variável. A dentina considerada pouco úmida foi conseguida retirando-se o excesso de água com lenço de papel e um jato de ar por 1 segundo, a uma distância de 4 a 5cm, com angulação de 45 graus. A dentina não aparentava estar desidratada, mas não

havia água em sua superfície. O aspecto super úmida foi obtido com a retirada da água apenas da resina acrílica onde o dente estava incluído. Para o grupo One Step, a dentina foi condicionada com ácido fosfórico a 32% por 15s, enxaguada, e após obtido o grau de umidade desejado, o adesivo foi aplicado. Os mesmos procedimentos foram realizados para os demais adesivos de frasco único, com exceção da concentração do ácido fosfórico, que foi de 34% para o Prime & Bond e 35% para o Single Bond. Para o grupo controle, Scotchbond Multi Purpose Plus, primer e adesivo foram aplicados separadamente. Após a aplicação dos sistemas adesivos, todos os dentes foram restaurados com resina composta Z100 (3M Dental Products, St. Paul, MN, USA). Para o teste de resistência ao cisalhamento, foi utilizada uma máquina de ensaio universal à uma velocidade de 0,5mm/min. Os valores de resistência adesiva obtidos foram, de acordo com a condição pouco úmida, úmida e super úmida, respectivamente: Single Bond, $19,2 \pm 4,3$ MPa; $23,2 \pm 2,7$ MPa e $20,3 \pm 5,8$ MPa; One Step, $20,5 \pm 3,3$ MPa; $13,7 \pm 2,2$ MPa e $13,3 \pm 3,0$ MPa; Prime & Bond: $20,3 \pm 4,5$ MPa; $20,6 \pm 5,2$ MPa e $22,4 \pm 4,6$ MPa; e Scotchbond, $23,1 \pm 4,3$ MPa; $25,3 \pm 2,3$ MPa e $23,3 \pm 3,5$ MPa. Os autores concluíram que o sistema Single Bond apresentou bom comportamento nos diferentes graus de umidade avaliados, porém, seu melhor desempenho ocorreu em condição úmida, definida como uma camada de água brilhante e contínua sobre a superfície de dentina, mas sem área de encharcamento.

A morfologia e a espessura da camada híbrida formada com sistemas adesivos de frasco único, de múltiplos passos e auto-condicionantes foram avaliadas por Prati et al.⁵⁵ em 1998. Os sistemas adesivos e os respectivos

materiais restauradores avaliados foram: Clearfil Liner Bond 2 /Lustre (Kuraray Co., Ltd., Osaka, Japan), Clearfil Experimental /Lustre (Kuraray Co., Ltd., Osaka, Japan), Prime & Bond 2.0 /Dyract (De Trey/Dentsply, Konstanz, Germany), Prime & Bond 2.0/TPH (De Trey/Dentsply, Konstanz, Germany), Prime & Bond 2.1/Dyract (De Trey/Dentsply, Konstanz, Germany), Scotchbond Multi Purpose Plus/Z100 (3M Dental Product, St. Paul, MN, USA), Single Bond/Z100 (3M Dental Product, St. Paul, MN, USA), Optibond FI/Prodigy (Kerr, Romulus, MI, USA) e Syntac Single Component/Tetric (Ivoclar/Vivadent, Schaan, Liechtenstein). Trinta e cinco cavidades de classe I e 15 cavidades de classe V preparadas em molares humanos foram preenchidas com as resinas restauradoras aderidas com seus respectivos sistemas adesivos. Outros 24 dentes foram utilizados para a obtenção de discos de dentina da porção coronária. Após uma hora em água à temperatura ambiente, cada dente e cada disco de dentina restaurado foi seccionado ao meio com disco de diamante. Uma das metades foi utilizada para análise em MEV do número de *tags* e suas ramificações laterais após a desproteinização da dentina, enquanto a outra metade foi utilizada para avaliação da espessura e qualidade da camada híbrida. Os resultados mostraram que os sistemas adesivos Optibond, Prime & Bond 2.1 e 2.0 e Scotchbond Multi Purpose Plus formaram uma camada híbrida variando de 1,0 a 4,5µm de espessura na dentina profunda, mas muito fina na dentina superficial. O sistema adesivo de frasco único Single Bond formou uma camada híbrida homogênea, muito fina na dentina superficial, e mais espessa na dentina mais profunda, enquanto que o sistema Syntac Single Component produziu uma camada mais variável e granulosa, sendo de difícil detecção em alguns locais da dentina superficial. Os sistemas auto-condicionantes Clearfil Liner Bond 2V e Clearfil Experimental

produziram uma camada híbrida menos espessa, variando de 0,5 – 1,5µm na dentina superficial a 2,0µm na dentina profunda. A *smear layer* infiltrada pelos sistemas auto-condicionantes variava de 6 a 11µm de espessura e foi chamada de *smear layer* infiltrada de resina. A análise em microscopia eletrônica permitiu concluir que em dentina profunda todos os sistemas adesivos avaliados produziram camadas híbridas mais espessas do que em dentina superficial. Entre os sistemas de frasco único, o sistema Single Bond apresentou camadas híbridas mais homogêneas, enquanto o sistema Syntac Single Component foi o mais imprevisível. Os sistemas auto-condicionantes produziram camadas híbridas mais finas do que os demais sistemas avaliados, de 0,5 a 1,5µm para a dentina superficial e 2,0µm para a dentina profunda. A morfologia dos *tags* formados pelos sistemas auto-condicionantes foi diferente da morfologia dos *tags* formados pelos demais sistemas adesivos. A base dos *tags* foi mais larga e cônica, com um estreitamento abrupto em sua extremidade.

Ainda no estudo de Prati et al.⁵⁵ (1998), 45 terceiros molares foram preparados para o ensaio mecânico de cisalhamento utilizando-se os sistemas adesivos e suas respectivas resinas restauradoras, formando cilindros sobre superfícies planas de dentina de 3mm de diâmetro. O maior valor médio de resistência adesiva foi obtido com o sistema Clearfil Experimental, $19,0 \pm 2,1$ MPa, enquanto o Prime & Bond 2.0 e o Syntac Single Component mostraram os valores mais baixos, $12,3 \pm 0,5$ MPa e $11,7 \pm 1,6$ MPa respectivamente. Aproximadamente 80% das fraturas foram coesivas na resina, no adesivo ou dentina, enquanto 20% das falhas ocorreram nas interfaces adesivas.

Phrukkanon et al.⁵³, (1998), conduziram um estudo para determinar o efeito da área de adesão sobre os testes de resistência à microtração e microcisalhamento, de quatro sistemas adesivos, Scotchbond MP Plus (3M Dental Products, St. Paul, MN, USA), Optibond FL, Optibond Solo (Kerr Corp., Orange, CA, USA) e One Step (Bisto, Inc., Itasca, IL, USA). Sessenta molares humanos foram divididos entre os sistemas adesivos. Para cada grupo, três diferentes tamanhos de superfície adesiva foram avaliados, 1,2mm, 1,4mm ou 2,0mm de diâmetro. Os dentes foram cortados verticalmente ao longo do sulco central para formar duas metades, uma delas usada para o teste de microtração e a outra para o teste de microcisalhamento. A superfície oclusal das metades foi seccionada, polida com lixa 600 e tratada com os sistemas adesivos antes da restauração com resina composta. O conjunto dente/resina foi então armazenado em água a 37°C por 48h antes de ser testado. As raízes foram removidas e o conjunto foi seccionado para obtenção de espécimes de secção transversal quadrangular, que foram desgastados com fina broca diamantada para obtenção dos cilindros com os diâmetros especificados (1,2mm; 1,4mm; 2,0mm). Foi utilizada máquina de ensaios mecânicos à velocidade de 1mm/min. Os resultados deste estudo mostraram que, independente do tipo de ensaio mecânico, valores mais altos de resistência de união foram observados para os espécimes de 1,2mm de diâmetro (área de 1,1mm²) em relação aos de 2mm (3,1mm² de área). A maioria dos espécimes de 1,2 e 1,4mm de diâmetro sofreram fraturas adesivas na interface resina adesiva e dentina. Os autores concluíram que áreas menores de superfície de adesão estão associadas a mais altos valores de resistência de união, sendo semelhantes os resultados dos dois ensaios mecânicos testados.

Phrukkanon et al.⁵⁴, no mesmo ano de 1998, avaliaram o efeito do formato da área e do tamanho da interface aderida sobre o teste de microtração para os sistemas adesivos Scotchbond Multi Purpose Plus (3M Dental Products, St. Paul, MN, USA), Optibond FL, Optibond Solo (Kerr Corp., Orange, CA, USA) e One Step (Bisco, Inc., Itasca, IL, USA). Cinquenta molares humanos foram divididos em quatro grupos, um para cada sistema adesivo, e os mesmos foram subdivididos de acordo com a dimensão das interfaces adesivas ($1,1\text{mm}^2$; $1,5\text{mm}^2$ ou $3,1\text{mm}^2$). Os dentes foram verticalmente seccionados formando metades, as quais tiveram seu terço oclusal removido, expondo uma superfície plana de dentina. Após aplicação dos sistemas adesivos e restauração com resina composta, os espécimes foram armazenados em água a 37°C por 48h. Blocos com formato cilíndrico ou retangular foram obtidos de cada metade. Para o preparo cilíndrico, uma das metades foi seccionada para obtenção de três espécimes retangulares, sendo a seguir desgastados, com auxílio de broca diamantada, em formato cilíndrico com 1,2mm, 1,4mm ou 2,0mm de diâmetro, cujas interfaces apresentavam $1,1\text{mm}^2$, $1,5\text{mm}^2$ ou $3,1\text{mm}^2$, respectivamente. Para o preparo retangular, outros blocos foram seccionados em fatias, as quais sofreram desgaste com broca diamantada na interface aderida, reduzindo-a a uma área de $1,1\text{mm}^2$, $1,5\text{mm}^2$ ou $3,1\text{mm}^2$. Foram obtidos 12 espécimes para cada material, cada formato e cada tamanho de interface, totalizando 288 espécimes. Todos foram montados em dispositivo especialmente desenhado o qual foi acoplado à máquina de ensaios mecânicos, sujeitos à forças de tração à velocidade de 1mm/min. O padrão de fratura foi observado em MEV. Os resultados mostraram não haver diferença significativa no mesmo sistema adesivo entre os formatos cilíndrico ou retangular. A resistência adesiva foi mais

alta para áreas de $1,1\text{mm}^2$, quando comparada à áreas de $3,1\text{mm}^2$. A maioria dos espécimes cilíndricos com interface de $1,1$ e $1,5\text{mm}^2$ apresentou falha adesiva. Os autores concluíram que os métodos capazes de avaliar pequenas áreas adesivas produzem forças adesivas maiores do que aqueles que utilizam grandes áreas. A forma da secção transversal dos espécimes tem pequeno efeito sobre a resistência adesiva, provavelmente devido a menor propabilidade de ocorrência de defeitos capazes de afetar esta resistência quando pequenas áreas de adesão são utilizadas.

Armstrong et al.¹, em 1998, avaliaram a resistência à microtração de dois sistemas adesivos e o modo de fratura predominante de cada um através da observação em MEV. Seis molares humanos tiveram sua superfície oclusal lixada até remoção completa do esmalte e exposição de uma superfície plana de dentina. A seguir, as superfícies foram condicionadas com ácido fosfórico a 32% por 15s, lavadas e secas com papel absorvente para obtenção de uma dentina úmida. Os sistemas All Bond 2 (Bisco, Itasca, IL, USA) e Optibond FL (Kerr, Glendora, CA, USA) foram aplicados, cada um a três dentes, de acordo com as recomendações dos fabricantes, e sobre eles foram construídas restaurações de resina composta Prodigy B1 (Kerr, Glendora, CA, USA) com 6mm de altura em incrementos. Os blocos dente-resina foram armazenados em cloramina 0,5% a 37°C por 24h antes de serem seccionados em fatias de 0,8 a 0,9mm de largura, perpendiculares à interface adesiva. A interface adesiva foi reduzida por desgaste com brocas diamantadas até a obtenção de uma área de $0,5\text{mm}^2$. As amostras foram armazenadas a 37°C até sete dias para o momento do ensaio mecânico. As superfícies fraturadas foram observadas em MEV para a avaliação do modo

de fratura. As falhas foram classificadas como: 1, na união, quando dentro do sistema adesivo; 2, mista, quando se estendia além da união atingindo dentina ou resina; 3, no substrato, quando dentro da dentina ou da resina. Os sistemas adesivos All Bond e OptiBond alcançaram valores de resistência adesiva de $40,7 \pm 9,0$ MPa e $34,0 \pm 7,7$ MPa, respectivamente. Sessenta por cento das falhas observadas para o sistema All Bond 2 ocorreram na interface, enquanto o mesmo ocorreu para o sistema Optibond FL em 55% dos espécimes. Fraturas coesivas da dentina ou resina ocorreram em 55% do número total de falhas observadas. Os autores concluíram que tanto a resistência adesiva como o tipo de falha para os dois sistemas adesivos avaliados não foram significativamente diferentes, e que a espessura do remanescente dentinário não afetou os valores de resistência adesiva.

A resistência à tração de dois sistemas adesivos auto-condicionantes aplicados à várias localizações em esmalte e em dentina foi avaliada por Yoshiyama et al.⁷⁴ (1998), assim como, a morfologia da interface em microscopia eletrônica. Foram utilizados 12 dentes de pacientes com problemas periodontais, armazenados em azida sódica a 4°C. Apenas a camada mais superficial de esmalte da região incisal, e todo o esmalte do restante da coroa assim como da superfície radicular foi removido, criando-se uma longa cavidade em dentina, estendendo-se da metade da coroa ao ápice radicular. Os sistemas adesivos Clearfil Liner Bond 2V (Kuraray Co., Ltd., Osaka, Japan) e Fluoro Bond (Shofu Ltd., Kyoto, Japan) foram aplicados às superfícies expostas seguindo as instruções dos fabricantes. Após a restauração com resina Lite Fil II (Shofu Ltd., Kyoto, Japan), e 24h de armazenagem em água a 37°C, os dentes foram

cortados em fatias de 0,8mm de espessura, perpendicularmente ao seu longo eixo, com disco de diamante. A interface adesiva foi reduzida por desgaste com ponta diamantada até uma área de 1mm². Foram preparados 12 espécimes por região, esmalte, dentina coronária, dentina cervical, dentina da porção média da raiz e dentina da porção apical. Os espécimes foram acoplados à máquina de ensaios mecânicos (Instron), e sujeitos à força de tração à velocidade de 1mm/min. Para observação em microscópio eletrônico, mais quatro dentes foram preparados. A resistência à microtração para os sistemas Clearfil Liner Bond 2V e Fluoro Bond foi maior na dentina coronária, 28,9 e 30,5MPa, respectivamente. A resistência adesiva quando aplicados em esmalte e dentina apical, foi significativamente menor do que para as demais regiões. Na dentina coronária tratada com Clearfil Liner Bond 2V, a camada híbrida formada apresentou em média 1,0µm de espessura, com *tags* atingindo até 10µm de comprimento. O sistema Fluoro Bond também produziu camada híbrida de 1,0µm de espessura, porém os *tags* eram mais curtos, de 5 a 7µm de comprimento, com diâmetro mais largo, indicando que foi mais efetivo em remover a dentina peritubular do que o sistema Clearfil Liner Bond 2V. Embora a espessura da camada híbrida tenha sido maior na dentina coronária do que na radicular, a resistência adesiva foi similar para estas duas áreas, o que demonstra não haver correlação entre estes dois critérios. Os resultados demonstraram que os sistemas auto-condicionantes produzem satisfatórios valores de resistência adesiva quando aplicados à dentina coronária, dentina radicular cervical e média, porém a adesão ao esmalte assim como à dentina apical destes materiais deve ser melhorada.

Cardoso et al.¹¹ (1998) avaliaram a resistência adesiva à dentina de três sistemas adesivos através dos ensaios mecânicos de tração, microtração e cisalhamento. Trinta molares humanos foram embebidos em resina acrílica, e depois cortados com disco de diamante expondo superficialmente a dentina de duas superfícies lisas adjacentes. Sobre cada uma das superfícies separadamente, foi delimitada uma área de 3mm de diâmetro, sobre a qual foram aplicados os sistemas adesivos Single Bond (3M Dental Products, St. Paul, MN, USA), Scotchbond Multi Purpose Plus (3M Dental Products, ST. Paul, MN, USA) ou Etch & Prime (Degussa AG, Geschäftsbereich Dental, Hanau, Germany), seguidos da construção de um cilindro de resina com 3mm de altura. Foram preparados 10 espécimes para cada sistema adesivo. Estes espécimes foram inicialmente submetidos aos ensaios mecânicos de tração e cisalhamento em máquina de testes universal operada a velocidade de 0,5mm/min. Concluídos os testes de tração e cisalhamento, uma terceira superfície dos mesmos dentes foi desgastada expondo dentina, sobre a qual os mesmos sistemas adesivos foram aplicados segundo recomendações dos fabricantes e novas restaurações em resina foram realizadas, para o ensaio de microtração. Os espécimes foram cortados em palitos de aproximadamente 10mm de altura, com secção transversal de 0,25mm² e submetidos à força de tração em máquina de testes mecânicos à velocidade de 0,5mm/min. Os resultados mostraram que quando o teste de microtração foi utilizado, não foi encontrada diferença significativa entre os sistemas adesivos. Foi observada uma tendência de superioridade para o sistema Single Bond (34,60±10,88MPa), enquanto o sistema Etch & Prime apresentou a menor média de resistência adesiva (27,77±7,88MPa). Quando utilizados os testes de cisalhamento e tração, foi detectada diferença estatística

entre os 3 sistemas avaliados. O sistema Single Bond apresentou valores médios de resistência superiores, e o sistema Etch & Prime apresentou os menores valores. O menor coeficiente de variação, 33,67%, assim como maiores valores de resistência adesiva, foram observados com o teste de microtração.

Objetivando comparar diretamente os valores de resistência adesiva obtidos em testes de microtração e de cisalhamento, Schreiner et al.⁶² (1998) realizaram um estudo utilizando 4 sistemas adesivos, Clearfil Liner Bond System (Kuraray Co., Ltd., Osaka, Japan), Scotchbond Multi Purpose (3M Dental Products, St. Paul, MN, USA), Scotchbond Multi Purpose Plus (3M Dental Products, St. Paul, MN, USA) e Prime & Bond (Caulk/Dentsply, Milford, DE, USA), todos aplicados de acordo com as recomendações dos fabricantes. As superfícies oclusais de 65 molares humanos foram removidas através de corte perpendicular ao longo eixo do dente, realizado a 2mm abaixo do sulco oclusal, expondo uma superfície plana de dentina que foi lixada com lixa de granulação 320 para simular a produção da *smear layer*. Sobre cada superfície de dentina foi aplicado um dos sistemas adesivos, seguido da construção das coroas em resina composta Z100 (3M Dental Products, St. Paul, MN, USA). Para o teste de microtração (30 dentes), por volta de 5 fatias de 1mm de espessura foram obtidas de cada dente. A área de adesão foi então reduzida por meio de desgaste na linha da interface, em ambos os lados da fatia. A área final de adesão foi de $1,7 \pm 0,1 \text{ mm}^2$. Estes espécimes foram acoplados a um dispositivo para teste de microtração, e submetidos a velocidade de tração de 0,5mm/min. Para o teste de resistência ao cisalhamento (35 dentes), após a aplicação dos adesivos, foi construído um cilindro com a mesma resina composta, Z100, com 3,4mm de

diâmetro. Também foram submetidos ao teste mecânico de cisalhamento à velocidade de 0,5mm/min. A análise dos resultados mostrou que os valores obtidos com o ensaio mecânico de microtração foram significativamente maiores do que os valores obtidos com cisalhamento, ocorrendo uma grande variação entre os materiais. O sistema Clearfil Liner Bond, quando avaliado em microtração, produziu os maiores valores de resistência adesiva (36,8MPa). O ensaio mecânico de microtração produziu uma porcentagem significativamente maior de falhas do tipo adesiva do que o ensaio de cisalhamento. Porém, para o sistema adesivo Clearfil Liner Bond, foram observadas mais falhas coesivas produzidas pela microtração (33% dos espécimes) do que para os demais sistemas adesivos. Os autores concluíram que o ensaio mecânico de microtração permitiu uma avaliação mais definitiva da resistência adesiva.

Miyazaki et al.³⁶ (1998) investigaram a influência da ciclagem térmica sobre a força de união à dentina de sistemas adesivos auto-condicionantes, Fluorobond (Shofu Inc., Kyoto, Japan), Clearfil Liner Bond 2 (Kuraray Co. Ltd., Osaka, Japan) e Mac Bond II (Tokuyama Co., Tokyo, Japan) e de sistemas convencionais simplificados, One Step (Bisco Inc., Schaumburg, IL, USA), Optibond Solo (Kerr Corp., Orange, CA, USA), Prime & Bond 2.0 (Dentsply/De Trey, Konstanz, Germany) e Single Bond (3M Dental Products, St. Paul, MN, USA). Cada sistema foi aplicado de acordo com as instruções dos fabricantes. Foram utilizados 336 incisivos bovinos, que tiveram as raízes removidas e as faces vestibulares desgastadas com lixa 240 e refinadas com lixa 600 até a exposição de dentina, antes de serem tratadas com os sistemas adesivos e restaurados com resina composta. Os dentes foram divididos em 12 grupos

experimentais, de acordo com o sistema adesivo e ciclagem térmica, armazenagem em água a 37°C por 24h, armazenagem seguida de ciclagem com 3.000 ciclos, armazenagem seguida de 10.000 ciclos e armazenagem seguida de 30.000 ciclos. Todos os ciclos utilizaram água à temperaturas de 5° e 55°C. Ao fim da ciclagem térmica, os espécimes foram submetidos ao ensaio de resistência ao cisalhamento em máquina Instron, à velocidade de 1mm/min. Para os sistemas auto-condicionantes, foi observado uma pequena redução dos valores de resistência adesiva, porém não significativa, quando a termociclagem foi realizada, independente do número de ciclos. Para os sistemas convencionais simplificados, uma redução significativa na resistência adesiva foi observada para os grupos submetidos a 30.000 ciclos.

Avaliar a consistência dos valores de resistência adesiva à microtração em diferentes áreas da dentina coronária foi o objetivo do estudo de Shono et al.⁶³ publicado em 1999. Superfícies planas de dentina superficial (0,5mm além da junção amelo-dentinária) e profunda (0,5mm do corno pulpar mais alto) foram obtidas de dentes terceiros molares humanos, sobre as quais foram aplicados, segundo as recomendações dos fabricantes, os sistemas adesivos One-Step (Bisco, Itasca, IL, USA) ou Tokuso Mac Bond (Tokuyama Co., Tokyo, Japan). O sistema One Step foi aplicado por dois diferentes clínicos (clínico A e clínico B). Coroas em resina composta Z100 (3M Dental Products, St. Paul, MN, USA) para o sistema One-Step e Palfique Estelite (Tokuyama Co., Tokyo, Japan) para o sistema Mac Bond, foram construídas em incrementos de 2mm. Os blocos foram armazenados em água por 24h a 37°C e posteriormente seccionados para obtenção de espécimes com dimensões de 1x1x8mm. Cada espécime foi fixado

a um dispositivo Bencor Multi-T, acoplado a uma máquina Instron e submetido ao teste de resistência à microtração, à velocidade de 1mm/min. Após o teste de microtração, as superfícies foram avaliadas quanto ao tipo de falha ocorrida, classificadas como adesivas, coesivas do adesivo, coesivas da dentina, coesivas da resina ou mistas. Os resultados mostraram que usando o sistema adesivo One-Step, o clínico A obteve um grande número de adesões com valor zero (adesão que não pode ser medida, porque o espécime fraturou durante sua manipulação) na dentina superficial e um pequeno número na dentina profunda. Isto resultou em um grande desvio padrão na resistência adesiva (média de valores de 22 ± 20 MPa na dentina superficial e 27 ± 14 MPa em dentina profunda). O clínico B obteve valores de resistência à tração maiores e mais uniformes (56 ± 13 MPa em dentina superficial e 57 ± 12 MPa em dentina profunda). Com o sistema adesivo Mac Bond não houve valores zero de resistência adesiva e conseqüentemente, a variação foi menor, com uma média de 41 ± 13 MPa para a dentina superficial e 27 ± 12 MPa para a dentina profunda. Os autores concluíram que o método usado foi capaz de detectar diferenças regionais com relação à resistência à tração. A resistência adesiva variou em diferentes áreas da dentina e a magnitude desta variação foi mais influenciada pela técnica adesiva do que pelo material.

Yoshikawa et al.⁷³, em 1999, avaliaram os efeitos da profundidade e configuração cavitária na força de união da resina à dentina. O esmalte oclusal de 36 terceiros molares humanos foi desgastado até a exposição de uma superfície plana em dentina (dentina superficial). Em 24 destes dentes, foram confeccionadas cavidades de classe I no centro da superfície de dentina exposta,

com 2mm de profundidade, considerados a partir da superfície, sendo que em metade deles, as paredes laterais da cavidade foram completamente removidas, resultando em uma superfície plana em dentina profunda. Procedendo desta forma, foram definidos 3 grupos experimentais de acordo com o tipo de configuração cavitária (fator C): dentina superficial com fator C=1, dentina profunda com fator C=1 e dentina profunda com fator C=3. Três sistemas adesivos foram utilizados, Clearfil Liner Bond II (Kuraray Co. Ltd., Osaka, Japan), One-Step (Bisco Inc., Itasca, IL, USA) e Super-Bond D Liner (Sun Medical Co., Ltd., Osaka, Japan). Após 24h de armazenagem em água, os dentes foram cortados verticalmente em fatias de 0,7mm de espessura e recortados no formato de ampulheta para serem submetidos ao ensaio mecânico de microtração. Todos os sistemas adesivos produziram altos valores de resistência adesiva quando aplicados à dentina superficial, $42,0 \pm 14,0$ MPa, $48,1 \pm 10,7$ MPa e $41,1 \pm 6,4$ MPa para os sistemas Clearfil Liner Bond II, One-Step e Super-Bond D Liner, respectivamente. Para dentina profunda com fator C=1, os sistemas One-Step e Super-Bond D Liner apresentaram valores de resistência adesiva significativamente menores, $28,6 \pm 8,6$ MPa e $21,0 \pm 5,7$ MPa, respectivamente, enquanto o sistema Clearfil Liner Bond II manteve os valores em torno de $41,6 \pm 14,6$ MPa. Quando o fator cavitário foi aumentado para 3, a resistência adesiva de todos os sistemas foi reduzida em 21 à 35%, porém esta redução foi significativa apenas para o sistema Super-Bond D Liner.

Ainda no trabalho de Yoshikawa et al.⁷³ (1999), as superfícies fraturadas após o ensaio mecânico de microtração foram avaliadas em MEV. As superfícies fraturadas foram classificadas em 5 grupos: falha na interface entre a base da

resina adesiva e o topo ou base da camada híbrida, falha parcialmente coesiva da dentina, parcialmente coesiva da resina, falha totalmente coesiva em resina e falha totalmente coesiva em dentina. O tipo de falha mais comum para o sistema Clearfil Liner Bond II aplicado à dentina superficial e dentina profunda plana foi coesiva dentro da camada híbrida, enquanto falhas ocorridas no topo da camada híbrida predominaram quando aplicado à dentina profunda com fator C=3. Para o sistema One-Step aplicado à dentina superficial, foram observadas falhas coesivas da camada híbrida; quando aplicado à dentina profunda plana ou não, foram observadas falhas adesivas nas interfaces. Para o sistema Super-Bond D Liner aplicado à dentina superficial, predominaram as falhas coesivas da camada híbrida, enquanto falhas adesivas no topo da camada híbrida predominaram quando aplicado à dentina profunda plana ou não.

Sano et al.⁶¹, em 1999, avaliaram a durabilidade da adesão entre a resina adesiva e a dentina, uma vez que essa apresenta uma importância significativa para a longevidade das restaurações adesivas. Foram realizadas cavidades de classe V em 12 dentes de um macaco (*Macaca fuscata*) sob anestesia geral. Esmalte e dentina foram tratados com o sistema auto-condicionante Clearfil Liner Bond 2V (Kuraray Co. Ltd., Osaka, Japan) por 30 segundos e depois secos com jatos de ar. Uma fina camada do adesivo resinoso foi aplicada e fotoativada por 20 segundos, prosseguindo-se com a restauração da cavidade com a resina composta Clearfil Photo Posterior (Kuraray Co. Ltd., Osaka, Japan). Os dentes foram extraídos em diferentes períodos de tempo: imediatamente após, 180 dias, e 360 dias após a realização das restaurações. Para a execução do teste de microtração, foi aplicado ácido fosfórico a 37% por 40s sobre as restaurações e

após o enxágüe e secagem, estas receberam uma nova camada de adesivo resinoso, sendo cobertas por uma nova camada de resina composta até conseguir-se 3 ou 4mm de altura. Após armazenagem em água a 37°C por 24h, os dentes foram cortados em fatias de 0,7mm de espessura, perpendiculares à superfície restaurada. A interface adesiva foi reduzida com um ligeiro desgaste com broca diamantada para formar uma curvatura suave. Os espécimes assim recortados foram submetidos ao teste de microtração a velocidade de 1mm/min. A resistência de união à microtração para os períodos de 1, 180 e 360 dias foi respectivamente $19,0 \pm 6,4$ MPa, $18,2 \pm 3,9$ MPa e $19,9 \pm 9,1$ MPa. Os resultados demonstraram não haver diferença entre a resistência adesiva nos vários períodos avaliados.

Os aspectos ultraestruturais da dentina após tratamento *in vivo* com ácido fosfórico ou o primer auto-condicionante do sistema adesivo Clearfil Liner Bond 2 (Kuraray Co. Ltd., Osaka, Japan) foram avaliados por Milia et al.³³ (1999) em microscopia eletrônica de transmissão (MET). Foram preparadas cavidades de classe I com aproximadamente 2mm de profundidade em 24 terceiros molares humanos com extração indicada. Para evitar o ressecamento da dentina, a *smear layer* foi seca com jatos de ar por apenas 2s. No grupo A, a dentina foi condicionada com ácido fosfórico a 34% por 15s, lavada por 20s e seca por 2s com jatos de ar. No grupo B, o primer do sistema Clearfil Liner Bond 2 foi aplicado por 30s e gentilmente seco para remoção do solvente. Em alguns dentes a dentina não foi tratada, e serviu como controle (grupo C). Todas as cavidades foram restauradas com a resina APX (Kuraray Co. Ltd., Osaka, Japan). Após 30 minutos, os dentes foram extraídos de forma atraumática e as amostras

imediatamente preparadas para análise ao microscópio eletrônico de transmissão. Quando ácido fosfórico foi utilizado, toda a *smear layer* havia sido removida e uma camada residual de partículas de sílica foi observada na superfície da dentina e na abertura dos túbulos dentinários. As fibras colágenas da região peritubular estavam desorganizadas, e juntamente com a sílica residual, formavam pequenos *plugs* na entrada dos túbulos. A aplicação do primer auto-condicionante removeu completamente ou diminuiu a quantidade de *smear layer* e *smear plug*. Comparada ao grupo controle (grupo C), a *smear layer* quando presente foi mais porosa e fragmentada. As porosidades apresentavam-se como áreas arredondadas e de aspecto translúcido. Quando a *smear layer* foi completamente removida, as fibras colágenas encontravam-se expostas. No grupo controle, a *smear layer* apresentava 2,4µm de espessura e ocluía toda a superfície de dentina. Esta camada se tornava mais densa próximo da base da cavidade penetrando os túbulos dentinários a uma profundidade de 2-6µm. Os autores concluíram que a utilização do sistema Clearfil Liner Bond 2 com seu primer auto-condicionante não produziu alterações morfológicas significantes na dentina úmida, enquanto o ácido fosfórico alterou de forma mais severa as fibras colágenas.

Em microscopia eletrônica de varredura, Blomlöf et al.⁴ (1999) observaram o efeito da aplicação de EDTA na morfologia superficial do esmalte e dentina. Doze terceiros molares humanos livres de cárie foram lixados, expondo superfícies planas de esmalte e de dentina, divididas em 3 grupos experimentais de acordo com tipo de tratamento superficial, ou seja, esmalte e dentina condicionados com gel de EDTA a 24% por 2min, condicionamento combinado

do EDTA aplicado na dentina com o ácido fosfórico no esmalte e condicionamento com ácido fosfórico por 30s. Todos os dentes foram lavados e desidratados em seguida, para observação ao MEV. Quando EDTA a 24% foi utilizado em esmalte e dentina, não foi encontrada *smear layer* sobre nenhum dos substratos, permanecendo *smear plugs* na entrada dos túbulos dentinários. Quando apenas o esmalte foi tratado com ácido fosfórico, um adequado padrão de condicionamento foi observado, com o corpo dos prismas sendo erodido pelo ácido, enquanto a dentina apresentava-se como descrito anteriormente. Quando ambos substratos foram tratados com ácido fosfórico, remanescentes ocasionais de *smear layer* foram observados sobre a dentina, porém a região intertubular apresentava fibras colágenas expostas, também visualizadas ocasionalmente nas paredes internas dos túbulos. Os autores concluíram que não houve diferença na habilidade de remoção da *smear layer* entre os diferentes tipos de tratamento, entretanto, o EDTA foi capaz de preservar a integridade das fibras colágenas de maneira melhor que o ácido fosfórico. A combinação dos dois condicionadores pareceu favorecer a morfologia desejada para a retenção de materias adesivos.

A adesividade de alguns sistemas adesivos ao esmalte intacto ou desgastado foi avaliada por Kanemura et al.³¹ em 1999. A superfície vestibular de 24 dentes molares humanos foi utilizada. Os dentes foram divididos em dois grupos experimentais, de acordo com o tipo de preparo da superfície de esmalte, ou seja, esmalte intacto (não desgastado) e esmalte desgastado com broca diamantada a uma profundidade de 0,5mm. Sobre cada superfície de esmalte, foi aplicado um dos quatro sistemas avaliados, Single Bond (3M Dental Materials, St. Paul, MN, USA), One-Step (Bisco Inc., Schaumburg, IL, USA), Clearfil Liner Bond

II (Kuraray Co., Ltd., Osaka, Japan) ou Tokuso Mac Bond II (Tokuyama Corp., Tokyo, Japan), sobre o qual foi construído um cilindro de resina composta com 3-5mm de altura. Após armazenagem em água a 37°C por 24h, espécimes em forma de ampulheta com área adesiva de 1mm² foram preparados e avaliados em máquina de ensaios mecânicos operada à velocidade de 1mm/min. Após o teste de microtração, os espécimes fraturados foram fixados em formalina neutra tamponada por 48h e então avaliados em MEV. Quando aplicados ao esmalte intacto, as médias de resistência adesiva para os sistemas Single Bond, One-Step, Clearfil Liner Bond II e Tokuso Mac Bond II foram, respectivamente, 27,6±2,2, 29,3±5,1, 19,4±3,6 e 18,4±4,0MPa, sendo que estas médias foram estatisticamente inferiores para os sistemas auto-condicionantes (Clearfil Liner Bond II e Tokuso Mac Bond II). Quando os sistemas adesivos foram aplicados sobre o esmalte desgastado, não houve diferença estatística entre as médias. As médias de resistência adesiva foram, 29,3±2,6MPa para o Single Bond, 29,9±7,9MPa para o One-Step, 28,4±4,1MPa para o Clearfil e 31,5±5,2MPa para o Mac Bond II. A média de resistência adesiva dos sistemas aplicados após o condicionamento com ácido fosfórico, One-Step e Single Bond, não mostraram diferença estatística quando aplicados ao esmalte intacto ou desgastado, enquanto que para os sistemas auto-condicionantes, a adesão foi superior ao esmalte desgastado. Uma superfície lisa foi observada quando o esmalte foi tratado com os agentes auto-condicionantes, enquanto uma superfície bastante porosa foi observada quando o esmalte foi condicionado com ácido fosfórico. Os autores concluíram que melhoras na formulação dos sistemas auto-condicionantes são necessárias para que se possa conseguir adequados valores de adesão ao esmalte intacto.

Miyasaka & Nakabayashi³⁴ (1999) investigaram a resistência adesiva à microtração de um novo sistema adesivo, combinando o condicionamento da dentina com EDTA e a aplicação de um primer auto-condicionante composto de *Phenyl-P*/HEMA. Superfícies dentinárias cobertas por *smear layer* foram obtidas após o desgaste da face vestibular de dentes bovinos. Sobre estas superfícies, foi aplicada por 60 segundos, 20 μ l de EDTA em pH7,4, seguida de lavagem e secagem. Um dos primers auto-condicionantes contendo várias concentrações de *Phenyl-P* a 1%, 5% e 20% / HEMA a 30%, foi então aplicado por 10 segundos. Alguns dentes receberam apenas aplicação da solução *Phenyl-P* a 20% / HEMA a 30%, variando-se o tempo de aplicação, 10, 30 ou 60 segundos. Sobre o primer auto-condicionante foi aplicada uma resina adesiva e finalmente um cilindro de PMMA foi aderido à superfície utilizando-se uma resina composta. Espécimes com área de 3,0mmx2,00mm² foram preparadas e submetidas ao ensaio mecânico de microtração a velocidade de 1mm/min. A resistência adesiva diminuiu em função do aumento da concentração de *Phenyl-P* presente no primer, entretanto, não foi observada diferença significativa entre as concentrações de 5% e 20%. Da mesma forma, obteve-se uma diminuição da resistência adesiva com o aumento do tempo de aplicação da solução 20/30. Os autores concluíram que a combinação da solução de EDTA e do primer auto-condicionante na composição *Phenyl-P* a 1%/ HEMA a 30%, produziu hibridização de alta qualidade sem imperfeições na interface de união, gerando altos valores de resistência adesiva.

Carvalho et al.¹⁴ (2000) determinaram a resistência máxima à tração (*ultimate tensile strength*) e o módulo de elasticidade da dentina desmineralizada

em EDTA e armazenada em solução salina tamponada por até 48 meses. Foram preparadas amostras de dentina coronária de terceiros molares humanos, de secção quadricular, medindo 0,7x0,7x8,0mm. Após recobrimento das extremidades de cada amostra com resina composta, as mesmas foram desmineralizadas em EDTA 0,5M/l pH7,0 por 6 dias. As amostras foram submetidas ao teste de microtração a velocidade de 0,5mm/min após 24h, 18 ou 28 meses de armazenagem em solução salina tamponada. As superfícies fraturadas após o ensaio mecânico foram avaliadas em microscopia eletrônica de transmissão. Nenhuma alteração significativa dos valores de resistência à tração foi observada quando os períodos de armazenagem de 24h e 48 meses foram comparados, $10,8 \pm 0,3$ MPa e $7,9 \pm 3,5$ MPa, respectivamente. A matriz de dentina tornou-se 46% mais rígida e 28% mais resistente após 18 meses de armazenagem, enquanto que após 48 meses, a dentina apresentou-se 18% mais rígida, valores estes sem diferença estatística em relação aos valores observados após 24h de armazenagem. Os autores concluíram que a armazenagem prolongada da dentina desmineralizada com EDTA em solução salina não reduziu de forma significativa suas propriedades físicas, sendo que a estrutura das fibras colágenas, quando avaliadas em MET, não foi afetada.

A degradação da interface adesiva foi avaliada *in vivo* por Hashimoto et al.²⁷ (2000), após períodos de 1 a 3 anos decorridos da restauração de cavidades de classe II com resina composta Z100 (3M Dental Products, St. Paul, MN, USA) em molares decíduos. Foi utilizado o sistema adesivo Scotchbond Multi Purpose (3M Dental Products, St. Paul, MN, USA) após o condicionamento da dentina e esmalte com ácido maleico a 10%. Como grupo controle, cavidades de classe II

foram preparadas em dentes extraídos, à semelhança das cavidades preparadas *in vivo*, restauradas com os mesmos materiais adesivos. Os dentes exfoliados foram recuperados e preparados para o ensaio mecânico de microtração. Dois a três espécimes foram obtidos de cada dente, após cortes realizados perpendicularmente a interface adesiva, e a área de adesão foi reduzida através de desgastes laterais na linha da interface até a obtenção de uma área adesiva de 1mm^2 . Os ensaios mecânicos foram realizados à velocidade de $1,0\text{mm/min}$ e as superfícies fraturadas, apenas o lado da dentina, foram avaliadas em MEV quanto ao tipo de fratura ocorrida. Foram observadas significantes diferenças nos valores de resistência adesiva dos espécimes avaliados 24h, 1 a 2 anos e 2 a 3 anos após a realização do procedimento operatório, $28,3\pm 11,3\text{MPa}$, $15,2\pm 4,4\text{MPa}$ e $9,1\pm 5,1\text{MPa}$, respectivamente. Um achado freqüente quando as superfícies foram avaliadas em MEV foi a presença de colágeno exposto com espaços abertos entre as fibrilas e sem evidência de impregnação por resina. Os autores afirmam que as fibrilas colágenas expostas foram degradadas com o passar do tempo na cavidade bucal, resultando em conseqüente falha adesiva nesta região não impregnada por resina.

Yoshiyama et al.⁷⁵ (2000) estudaram o mecanismo de adesão, a resistência adesiva à microtração e a morfologia da interface de dois sistemas adesivos, FluoroBond (Shofu, Kyoto, Japan) e o Single Bond (3M Dental Products, St. Paul, MN, USA) aplicados à dentina afetada por cárie. Foram obtidas superfícies planas de dentina de doze molares humanos com cárie oclusal através de um corte transversal da coroa, de tal forma que a lesão de cárie ficasse rodeada por dentina normal. As superfícies planas de quatro dentes

foram polidas com lixas de papel, condicionadas com ácido fosfórico a 35% por 15s, e receberam a aplicação do sistema Single Bond após lavagem e retirada do excesso de água com papel absorvente. Outros quatro dentes receberam tratamento semelhante, porém, a superfície de dentina foi seca com jatos de ar por 2s. Os restantes quatro dentes foram utilizados no grupo do Fluorobond, que não foram condicionados com ácido fosfórico e sim tratados com a mistura das soluções A e B do sistema por 10s, seguido de secagem com ar e fotopolimerização por 10s. Em todos os espécimes coroas de 4 a 5mm de altura foram confeccionadas em resina composta Clearfil AP-X (Kuraray Co. Ltd., Osaka, Japan). Após armazenagem em água por 24h, 6 a 7 fatias de aproximadamente 0,8 mm de espessura foram obtidas de cada dente, e preparadas para o ensaio mecânico de microtração. A área de adesão foi de $0,96 \pm 0,04 \text{ mm}^2$. Os resultados mostraram que a resistência adesiva do sistema Single Bond à dentina sadia e úmida ($46,0 \pm 10,5 \text{ MPa}$) foi significativamente maior que à dentina afetada por cárie ($27,1 \pm 6,5 \text{ MPa}$). O mesmo foi encontrado para o sistema auto-condicionante FluoroBond, $28,6 \pm 6,1 \text{ MPa}$ para dentina sadia e úmida e $17,5 \pm 2,1 \text{ MPa}$ para a dentina afetada por cárie. A análise em MEV revelou que a formação da camada híbrida e *tags* de resina não foram observadas na dentina afetada por cárie, provavelmente devido a oclusão dos túbulos dentinários por depósitos minerais.

A correlação entre a espessura da camada híbrida e a resistência adesiva foi investigada por Hashimoto et al.²⁶ (2000^a), em função da variação do tempo de condicionamento ácido. Dentes pré-molares humanos, extraídos por razões ortodônticas, armazenados em solução salina refrigerada, tiveram suas faces

vestibulares seccionadas com disco de diamante, expondo uma superfície plana de dentina. Estas faces foram polidas com lixa 600 e a seguir, condicionadas com ácido fosfórico a 35% por 15, 60, 120 ou 180 segundos previamente a aplicação do sistema adesivo Scotchbond Multi Purpose (3M Dental Products, St. Paul, MN, USA). Após a aplicação do sistema adesivo, foram construídas restaurações de resina composta, e os dentes foram armazenados em água 37°C por 24h. Fatias com aproximadamente 0,7mm de espessura obtidas de cada dente tiveram sua interface adesiva reduzida à área de 1mm². Os espécimes foram fixados em uma máquina de ensaios universais e sujeitos a forças de tração à velocidade de 1mm/min. As metades fraturadas foram cobertas com ouro e levadas para observação em MEV. Foram testados 16 espécimes de cada grupo. Para observação da correlação da espessura da camada híbrida com o tempo de condicionamento, novas amostras de cada grupo foram preparadas e observadas ao MEV. Com o aumento do tempo de condicionamento ácido ocorreu um decréscimo da resistência adesiva e aumento da espessura da camada híbrida. Não houve diferença significativa de valores de resistência adesiva entre os grupos condicionados por 15 e 60s ou entre 120 e 160s. Os autores concluíram que o aumento do tempo de condicionamento ácido da dentina resultou no aumento da espessura da camada híbrida devido a maior profundidade de desmineralização, a qual permitiu a formação de uma área de dentina desmineralizada não reforçada por monômeros resinosos. A presença desta área reduziu a resistência adesiva por representar uma zona facilmente sujeita à falhas.

Perdigão et al.⁵¹, em 2000, avaliaram o efeito de diferentes agentes condicionadores ácidos sobre a resistência adesiva de três sistemas, Optibond SOLO (Kerr Corp., Orange, CA, USA), Permaquick (Ultradent Products, South Jordan, UT) e Single Bond (3M Dental Products, St. Paul, MN, USA). As superfícies vestibulares de 90 incisivos bovinos foram lixadas até a obtenção de superfície plana de dentina. Cada sistema adesivo foi aplicado associado a um dos três diferentes produtos contendo ácido fosfórico avaliados (Kerr Etchant, 37,5%; Scotchbond Etching Gel, 35% e Ultraetch, 35%), todos utilizados sobre a dentina por 15s. Os dentes foram preparados para teste de resistência ao cisalhamento, sendo previamente armazenados em água a 37°C por 24h e levados à ciclagem térmica de 500 ciclos em banhos alternados entre 5°C e 55°C. O ensaio mecânico de cisalhamento foi realizado em uma máquina INSTRON, à velocidade de 5mm/min. A média da resistência adesiva não foi diferente estatisticamente para os grupos e não foi observada correlação entre a espessura da camada híbrida e a força de adesão. A avaliação ultramorfológica em MET mostrou que todos os sistemas adesivos penetraram na dentina e possibilitaram a formação de camada híbrida, independente da concentração e da marca comercial do ácido fosfórico utilizada.

Muench et al.³⁷ (2000) investigaram a influência de diferentes substratos dentinários na resistência adesiva à tração de três sistemas adesivos, sendo dois de frasco único e um auto-condicionante. Os substratos foram divididos em três categorias, compostas de superfícies planas de dentina obtidas de dentes molares humanos recém-extraídos, incisivos bovinos recém extraídos e molares humanos extraídos de crânios secos com idade aproximada de 5 anos. Os

dentes pertencentes a esta última categoria foram armazenados secos por 6 meses e então hidratados por 30 dias antes de serem utilizados. Os sistemas adesivos testados foram o Prime & Bond 2.1 (Dentsply/Caulk, Milford, DE, USA), o Single Bond (3M Dental Products, St. Paul, MN, USA) e o auto-condicionante Etch & Prime (Degussa Dental, Hanau, Germany). Após sua aplicação, cones de resina composta TPH Spectrum (Dentsply/Caulk, Milford, DE, USA) foram confeccionados e os dentes foram imersos em água a 37°C por 24h antes de serem submetidos ao ensaio mecânico de tração. Os resultados do teste estatístico de ANOVA não mostraram qualquer tipo de diferença entre os substratos ou entre os sistemas adesivos avaliados, assim como, suas interações. Os valores de resistência à tração variaram entre 11,6 e 14,2MPa. Os autores concluíram que os diferentes substratos não influenciaram o desempenho adesivo dos sistemas avaliados.

O efeito da presença ou ausência da *smear layer* sobre a resistência adesiva de um sistema auto-condicionante foi avaliada por Tay et al.⁶⁹ em 2000. Diferentes *smear layers* foram criadas sobre superfícies planas em dentina humana, utilizando-se diferentes granulações de lixa abrasiva, 60, 180 e 600. Superfícies sem *smear layer* foram obtidas após a criofratura de um grupo de dentes. Todas as superfícies após a criação da *smear layer* foram tratadas com o sistema adesivo Clearfil SE Bond (Kuraray Co. Ltdl, Osaka, Japan), aplicado segundo as recomendações de seu fabricante. Coroas de resina composta foram construídas e os dentes foram mantidos em água por 24h. Para o ensaio mecânico de microtração, foram realizados múltiplos cortes para a obtenção de palitos de 1mm² de área, que foram acoplados à máquina de ensaios mecânicos

e submetidos à forças de tração à velocidade de 1,0mm/min. Estudo fractográfico das superfícies fraturadas, apenas o lado da dentina, foi realizado em MEV e MET. Os resultados mostraram que o sistema Clearfil SE Bond produziu altos valores de resistência adesiva tanto na presença quanto na ausência de *smear layer*. Quando aplicado sobre superfícies com *smear layer* criada com lixa de granulação 60, a resistência adesiva foi estatisticamente inferior ($50,30 \pm 12,60$ MPa) quando comparada à resistência observada para os demais grupos, com exceção do 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. Independente da espessura da *smear layer* produzida, o sistema adesivo foi capaz de reagir com a superfície de dentina e formar uma verdadeira camada híbrida, além da camada híbrida com incorporação da *smear layer*.

Ainda no ano de 2000, Tay et al.⁷⁰ avaliaram a influência da acidez de sistemas auto-condicionantes e a espessura da *smear layer* na adesão à dentina saudável, por meio de MET. Os sistemas adesivos Clearfil Liner Bond II, Clearfil Liner Bond 2V, Clearfil SE Bond (Kuraray Co. Ltd., Osaka, Japan) e All Bond 2, (Bisco, Schaumburg, IL, USA), sem condicionamento ácido, foram aplicados sobre discos de dentina humana, inicialmente desgastadas com lixa de granulação 600 ou 180, para a obtenção de *smear layers* com espessuras diferentes. Dentes imersos em nitrogênio líquido por 10 minutos foram criofraturados para obtenção de uma superfície de dentina livre de *smear layer*, e foram utilizados como controle. Após os procedimentos adesivos, os discos de dentina foram seccionados perpendicularmente e preparados para avaliação em

microscopia eletrônica de transmissão. Dos sistemas utilizados, apenas o All Bond 2 não foi capaz de se difundir através da *smear layer* e condicionar a dentina subjacente, formando uma verdadeira camada híbrida. O sistema adesivo Clearfil Liner Bond 2, que apresenta pH1,2, produziu camadas híbridas mais espessas, 1,2 a 1,4µm do que os demais sistemas auto-condicionantes (0,5µm). Embora a formação de verdadeiras camadas híbridas tenha sido observada quando da utilização do sistema Clearfil SE Bond, sua espessura variou consideravelmente na dependência da espessura da *smear layer* produzida. Segundo os autores, o conceito de que a espessura da *smear layer* interfere na habilidade de sistemas adesivos auto-condicionantes em condicionar a superfície da dentina e criar verdadeiras camadas híbridas não pôde ser confirmado com os achados deste estudo.

A resistência ao cisalhamento de diferentes sistemas adesivos aplicados sob pressão pulpar simulada *in vitro*, foi investigada por Belli et al.² (2001). Foram avaliados os sistemas adesivos Clearfil Liner Bond 2 e Clearfil Liner Bond 2V (Kuraray Co. Ltd., Osaka, Japan), OptiBond Solo (Kerr, Rumulus, USA), Fuji Bond LC (GC, Tokyo, Japan), Prime & Bond 2.1 (Dentsply/De Trey, Kontanz, Germany) e Solid Bond (Heraeus-Kulzer, Dormagen, Germany) aplicados sobre superfícies de dentina preparadas nas faces vestibular e oclusal de 60 molares humanos. Em seguida à aplicação dos sistemas adesivos, foi construído um cilindro de resina composta de 3mm de altura e 3mm de diâmetro. Todos os procedimentos adesivos foram realizados sob pressão pulpar simulada com soro bovino. Após armazenagem por 24h em água a 37°C, os espécimes foram testados quanto à resistência adesiva ao cisalhamento em máquina Instron a velocidade de

1,5mm/min. Considerando-se a superfície vestibular, não foi encontrada diferença estatística entre os valores de resistência adesiva para os diferentes sistemas, enquanto que, considerando-se a superfície oclusal, os sistemas Clearfil Liner Bond 2, Clearfil Liner Bond 2V e Solid Bond produziram valores de resistência adesiva estatisticamente superiores. A resistência de união à dentina depende do tipo de sistema adesivo e da localização da dentina. A utilização de soluções que simulam as condições *in vivo* pode aumentar a confiabilidade dos resultados de testes que avaliam a adesividade à dentina.

Castro¹⁶ em 2001 avaliou a resistência adesiva à microtração de sistemas adesivos aplicados à dentina tratada com solução de digluconato de clorexidina a 2%. Foram utilizados os sistemas adesivos Prime & Bond NT (Dentsply), Single Bond (3M Dental Products, St. Paul, MN, USA) e Clearfil SE Bond (Kuraray Co. Ltd., Osaka, Japan) aplicados de acordo com as recomendações de seus respectivos fabricantes. Uma solução de clorexidina a 2% foi aplicada sobre a dentina antes e após o condicionamento ácido para os sistemas Prime & Bond NT e Single Bond, e para o sistema Clearfil SE Bond, apenas antes de sua utilização. O excesso da solução foi removido com papel absorvente, mantendo-se a superfície úmida. Após a construção de coroas de resina composta de aproximadamente 5mm de altura sobre os adesivos aplicados, os dentes foram armazenados em água destilada à 37°C por 24h, e posterior a ciclagem térmica (250 ciclos com banhos à temperaturas de 10°C e 50°C). Espécimes em forma de palitos com secção transversal de $1,0 \pm 0,1 \text{ mm}^2$ foram obtidos e submetidos ao ensaio de tração sob velocidade de 0,5mm/min. Independente do sistema adesivo utilizado, e da aplicação ou não da solução de clorexidina antes ou após

o condicionamento ácido, os valores de resistência adesiva foram estatisticamente não diferentes. Também não foi observada correlação entre a resistência adesiva e a espessura da dentina remanescente.

Francci et al.²¹ (2001) avaliaram a resistência adesiva de sistemas adesivos auto-condicionantes associados ou não ao condicionamento com ácido fosfórico. Superfícies planas em dentina foram obtidas do terço oclusal de 14 molares humanos extraídos, após desgaste da porção de esmalte. Os dentes foram divididos em 7 grupos: (1) controle, Clearfil SE Bond (Kuraray Co. Ltd., Osaka, Japan); (2) condicionamento com ácido fosfórico e Single Bond (3M Dental Products, St. Paul, MN, USA); (3) condicionamento com ácido fosfórico e One Coat Bond (Coltène/Whaledent Inc., Mahwah, NJ, USA); (4) condicionamento com ácido fosfórico e Excite (Vivadent, Schaan, Liechtenstein); (5) SE primer e Single Bond; (6) SE primer e One Coat Bond; e (7) SE primer e Excite. Após a aplicação dos sistemas adesivos, a coroa foi reconstruída com resina Herculite XRV. Os corpos de prova foram armazenados em água a 37°C por 24h sendo em seguida recortados para a obtenção de palitos de secção transversal de aproximadamente $0,5 \pm 0,2 \text{ mm}^2$, submetidos ao ensaio mecânico de microtração à velocidade de 1 mm/mim. Os resultados em MPa foram, respectivamente para os grupos de 1 a 7, $47,9 \pm 19,1$; $47,5 \pm 13,8$; $36,3 \pm 10,9$; $21,4 \pm 8,1$; $52,2 \pm 6,9$; $38,3 \pm 9,5$; e $11,6 \pm 2,3$. O sistema Excite apresentou os mais baixos valores de resistência de união à tração quando comparado com os outros sistemas testados. Nenhuma diferença quanto ao tipo de tratamento da dentina foi observada para os valores de resistência adesiva dos sistema Single Bond e One Coat. Os sistemas Clearfil SE Bond e Single Bond/ácido fosfórico ou Single

Bond/SE Primer apresentaram valores de resistência estatisticamente semelhantes, $47,9 \pm 19,1$ MPa, $47,5 \pm 13,8$ MPa e $52,2 \pm 6,9$ MPa, respectivamente. Os autores concluíram que algumas formulações dos sistemas auto-condicionantes podem ser utilizadas como condicionadores dentinários em associação a sistemas simplificados.

Ogata et al.⁴¹ em 2001 investigaram a influência da direção dos túbulos dentinários sobre a resistência adesiva à dentina de 4 sistemas adesivos, Clearfil Liner Bond 2V (Kuraray Co. Ltd., Osaka, Japan), Single Bond (3M Dental Products, St. Paul, MN, USA), Imperva Fluoro Bond (Shofu, Kyoto, Japan) e One Step (Bisco, Schumberg, IL, USA). A superfície oclusal de 18 dentes foi removida por meio de um corte transversal, expondo uma superfície plana de dentina com os túbulos cortados perpendicularmente. Outros 18 dentes foram cortados ao meio no sentido de 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* antes da aplicação dos sistemas adesivos, seguindo a recomendação dos fabricantes. Após cada adesivo ser fotopolimerizado, uma coroa de resina composta Clearfil AP-X (Kuraray Co. Ltd., Osaka, Japan) foi construída de maneira incremental, até a altura de 3 a 5 mm. A seguir, os dentes foram armazenados em água a 37°C por 24h, e seccionados paralelamente ao longo eixo, formando fatias de 0,7mm de espessura, as quais foram desgastadas na interface adesiva até a obtenção de uma área de 0,95 a 1,05mm². Os espécimes foram levados à máquina de ensaios mecânicos Autograph AG-500B, para o teste de microtração à velocidade de 1mm/min. Após a fratura, as superfícies foram inspecionadas visual e

microscopicamente, para determinar-se o tipo de falha ocorrida. Os resultados demonstraram que os valores de resistência adesiva foram maiores quando os sistemas foram aplicados à superfície de dentina com túbulos paralelos à interface adesiva do que à superfície de dentina com túbulos cortados perpendicularmente. Esta diferença foi estatisticamente significativa para os sistemas Single Bond, $44,5 \pm 15,43$ e $32,2 \pm 0,4$ MPa e One-Step, $51,2 \pm 12,5$ e $36,4 \pm 12,3$ MPa, respectivamente para túbulos cortados longitudinalmente e perpendicularmente. Quando visualmente inspecionados, a maioria dos espécimes apresentaram 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 adesiva.

O efeito da utilização de diferentes tipos de brocas sobre a dentina na resistência adesiva à microtração de três sistemas adesivos auto-condicionantes foi avaliado por Ogata et al.⁴⁰ (2001). Os sistemas auto-condicionantes investigados foram o Clearfil Liner Bond 2, Clearfil Liner Bond 2V e Clearfil SE Bond (Kuraray Co. Ltd., Osaka, Japan). Trinta e seis terceiros molares humanos foram cortados para expor uma superfície plana de dentina que foi lixada com lixa 600. Os dentes foram divididos em grupos de acordo com o tipo e granulação da broca utilizada, broca de aço de 12 lâminas, broca de aço convencional e broca diamantada de granulação regular. Nove dentes foram utilizados como controle onde a *smear layer* foi criada apenas com a utilização de lixa de granulação 600. As superfícies receberam a aplicação de um dos três sistemas adesivos, de acordo com as recomendações do fabricante e sobre eles, uma coroa de resina composta Clearfil AP-X foi construída. O teste de microtração foi realizado após a

obtenção de espécimes em forma de ampulheta com área aderida de aproximadamente 1mm^2 . Após o ensaio mecânico, os espécimes foram visualmente e microscopicamente inspecionados para a determinação do tipo de fratura ocorrida. Os resultados mostraram que quando os sistemas adesivos foram aplicados à superfície preparada apenas com lixa de granulação 600, os maiores valores de resistência adesiva foram obtidos, independente do sistema adesivo. Por outro lado, quando a superfície foi preparada com broca diamantada os valores mais baixos foram observados. Quando inspecionados visualmente, a maioria dos espécimes demonstrou falha adesiva, o que foi confirmado pela microscopia. Os autores concluíram que o tipo de preparo da superfície de dentina influencia diretamente a resistência adesiva de sistemas auto-condicionantes.

Em 2001, Dünn & Söderholm²⁰ compararam a resistência ao cisalhamento e à flexão dos sistemas adesivos Clearfil SE Bond (Kuraray Co. Ltd., Osaka, Japan), Single Bond (3M Dental Products, St. Paul, MN, USA) e Scotchbond Multi Purpose (3M Dental Products, St. Paul, MN, USA). Para cada sistema adesivo, 8 dentes foram utilizados para o ensaio mecânico de cisalhamento. Os dentes foram montados em gesso e as superfícies oclusais foram lixadas seqüencialmente até obtenção de superfícies planas em dentina. Os sistemas adesivos foram aplicados seguindo as recomendações dos fabricantes e sobre eles, cilindros de resina Z100 (3M) foram construídos. Todos os dentes foram armazenados em água a 37°C por 30 dias antes de serem testados em uma máquina INSTROM a velocidade de $0,5\text{mm/min}$. Após a fratura, os espécimes foram preparados para análise em microscopia eletrônica de varredura. Os

resultados para resistência adesiva foram de 24,6MPa para o sistema Clearfi SE Bond, 21,8MPa para o sistema Scotchbond Multi Purpose e 24,3MPa para o sistema Single Bond, sem diferenças estatísticas entre eles. Quando avaliados em microscópio eletrônico, foi observada fratura coesiva da dentina em 54,2% dos espécimes, fraturas adesivas em 41,6%; e fratura coesiva da resina restauradora em 4,2%.

Blomlöf et al.⁵ (2001) compararam o efeito do condicionamento da dentina com EDTA ou ácido fosfórico na resistência de adesão de dois sistemas adesivos, All Bond 2 (Bisco, Inc., Schsumburg, IL, USA) e Prime & Bond NT (Dentsply/De Trey, Konstanz, Germany). Vinte e nove pares de superfícies planas de dentina (mesial/distal ou 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 instruções 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, Schaan, Liechtenstein), fotopolimerizada por 60s. Os dentes foram mantidos em água a 37°C por 24h antes de serem submetidos ao teste de resistência ao cisalhamento a velocidade de 1mm/min. Os valores médios de resistência adesiva para o sistema All Bond 2 foram $13,1 \pm 4,5$ e $8,2 \pm 3,5$ MPa para os tratamentos com EDTA e ácido fosfórico respectivamente. Para o sistema Prime & Bond com EDTA o valor médio de resistência adesiva foi de $6,1 \pm 2,1$ MPa e com ácido fosfórico 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, produziu um aumento de 61% na sua resistência adesiva ao cisalhamento.

A utilização do ácido etileno diamino tetracético (EDTA) como agente condicionador em substituição ao ácido fosfórico foi avaliado por Cederlund et al.¹⁷ (2001). Trinta terceiros molares humanos foram divididos em quatro grupos experimentais de acordo com o tempo de aplicação da solução de EDTA a 24%, 30, 60, 120 ou 240 segundos. O esmalte das superfícies lisas mesial, distal, vestibular e lingual de cada dente foi removido expondo uma superfície plana em dentina. Sobre cada superfície, a solução de EDTA foi aplicada por um dos períodos apresentado acima, seguida de lavagem e aplicação do sistema adesivo All Bond 2 (Bisco Inc., Schsumburg, IL, USA) em uma área previamente determinada. Cilindros de resina Tetric Flow (Ivoclar/Vivadent, Schaan, Liechtenstein) foram construídos. As amostras foram armazenadas em água a 37°C por 24h antes do teste mecânico de resistência ao cisalhamento à velocidade de 1mm/min. Os resultados demonstraram não haver diferença estatística entre os valores de resistência adesiva para os diferentes tempos de condicionamento, em média 15,7MPa. Quando nenhum condicionamento foi realizado (controle) houve redução significativa da resistência adesiva, 5,6±2,1MPa. Os autores sugerem que 30s de aplicação do EDTA são suficientes para se obter adequados valores de resistência adesiva.

Cardoso et al.¹², 2001, compararam a resistência à microtração de três sistemas adesivos de frasco único de composição similar, exceto pela presença de micropartículas inorgânicas, Prime & Bond 2.1. (Dentsply Caulk, Milford, DE,

USA), Prime & Bond NT e Prime & Bond NT experimental (sem partículas de carga) (Dentsply/De Trey, Konstanz, Germany). Os sistemas adesivos foram aplicados sobre superfícies planas de dentina obtidas de 27 molares humanos, por meio de corte transversal da coroa e utilização de lixas de granulação 200 e 600. As coroas, após aplicação dos sistemas adesivos, foram reconstruídas em resina Surefil (Dentsply Caulk, Milford, DE, USA). Todos os dentes foram armazenados em água a 37°C por 24h antes de serem seccionados em forma de palitos de aproximadamente 10mm de altura, com área de secção retangular de 0,25mm², os quais foram fixados a um dispositivo de microtração. O teste de microtração foi realizado em máquina de ensaios mecânicos à velocidade de 0,5mm/min. Os resultados mostraram que a resistência à microtração variou de 28,3 a 87,6MPa. A média para o Prime & Bond 2.1 foi 54,3MPa; para o Prime & Bond NT, foi de 62,0MPa, enquanto para Prime & Bond experimental foi de 54,6MPa. Os autores concluíram que, embora nenhuma diferença estatística significativa tenha sido encontrada, o sistema Prime & Bond NT apresentou uma tendência para gerar maiores valores de resistência adesiva, provavelmente devido a presença de partículas de carga.

Carvalho et al.¹⁵ (2001) investigaram a resistência máxima à tração da dentina humana em função da orientação e densidade dos túbulos dentinários. Trinta e cinco molares humanos apresentando no mínimo dois terços da raiz formada foram utilizados. Para avaliar a influência da orientação dos túbulos, 20 dentes foram seccionados paralelamente ao seu longo eixo, obtendo-se fatias de 0,7mm de espessura. Cada fatia teve sua região central reduzida com brocas diamantadas ultra-finas, definindo uma área de 0,5mm², sendo que para um

grupo de dentes, este desgaste foi realizado no sentido mesio-distal, enquanto que para os demais dentes, o desgaste foi realizado no sentido ocluso-cervical, de tal forma que a força de tração foi aplicada paralelamente ou perpendicularmente ao sentido dos túbulos. Os restantes 15 dentes foram avaliados quanto ao efeito da densidade tubular. As coroas foram seccionadas transversalmente e discos de dentina de 0,5mm de espessura foram obtidos a distâncias progressivas de aproximação da polpa, sendo que então cada disco foi desgastado à semelhança de uma ampulheta, para a obtenção de uma área adesiva de $0,5\text{mm}^2$. Os espécimes foram colados no dispositivo Bencor Multi-T e testados em máquina de ensaios mecânicos à velocidade de $0,5\text{mm/min}$. Para a avaliação da densidade tubular, os espécimes após o ensaio de microtração foram lavados em água, imersos em ácido fosfórico a 10% por 20 segundos e processados para avaliação em MEV onde foi realizada a quantificação do número de túbulos em uma área padronizada de $500\mu\text{m}^2$, expressa em número de túbulos por mm^2 . O resultado de resistência máxima à tração foi de $57,6\pm 11\text{MPa}$ quando a força de tração foi aplicada paralelamente aos túbulos, enquanto que $80,0\pm 13,6\text{MPa}$ foram obtidos quando da aplicação da força perpendicularmente. Foi observada uma relação inversa entre a resistência adesiva e o número de túbulos por mm^2 , embora não tenha sido estatisticamente significativa. Os autores concluíram que a resistência máxima à tração da dentina mineralizada depende da direção da aplicação das forças de tração, mas independe da densidade dos túbulos dentinários.

Onze sistemas adesivos contemporâneos foram avaliados quanto à resistência à microtração, por Inoue et al.²⁹ (2001), três dos quais eram auto-

condicionantes de passo único, One-Up Bond F (Tokuyama, Tokyo, Japan), Prompt L-Pop (Espe, Seefeld, Germany) e um experimental (Exp.PQ/Universal SE, Lake City, UT, USA), outros três eram auto-condicionantes de dois passos, Clearfil SE Bond (Kuraray Co. Ltd., Osaka, Japan), Prime & Bond NT (Dentsply, Konstanz, Germany) e Unifil Bond (GC, Tokyo, Japan) e outros quatro eram sistemas convencionais de dois passos, Excite (Vivadent, Schaan, Liechtenstein), OptiBond Solo Plus (Kerr, Orange, CA, USA), Scotchbond 1 (3M Dental Products, St. Paul, MN, USA) e experimental PQ/Universal TE (Ultradent, Salt Lake City, UT, USA) e um de três passos, OptiBond FL (Kerr, Orange, CA, USA). Superfícies planas de dentina foram obtidas de 33 terceiros molares humanos, as quais foram desgastadas com lixa de granulação 600 para a padronização da *smear layer*. Todos os sistemas adesivos foram aplicados de acordo com as recomendações dos fabricantes, e todas as coroas foram reconstruídas com resina composta Z100 (3M Dental Products, St. Paul, MN, USA) até a altura de 5 a 6mm. Após armazenagem em água a 37°C por 24h, os dentes foram seccionados perpendicularmente à interface adesiva, em fatias de 1mm de espessura, as quais tiveram sua área adesiva reduzida através de desgastes, à 1mm². Os espécimes foram levados à máquina de ensaios mecânicos e tracionados à velocidade de 1mm/min. Os valores de resistência adesiva variaram entre 30MPa para o sistema Prompt L-Pop à 63,1MPa para o adesivo OptiBond FL. Embora sem diferença estatística, os sistemas auto-condicionantes de passo único apresentaram uma tendência de produzir valores mais baixos de resistência adesiva do que os outros sistemas.

Miyasaka & Nakabayashi³⁵ (2001), avaliaram o efeito de um *primer* contendo *Phenyl-P*/HEMA sobre superfícies dentinárias úmidas condicionadas com EDTA. Superfícies planas de dentina bovina foram preparadas com lixa 180 e condicionadas com EDTA 0,5M (pH 7,4) por 60s, seguidas de lavagem e secagem. Primers contendo *Phenyl-P* em várias concentrações (de 1 a 20%) e HEMA a 30% foram aplicados sobre as superfícies condicionadas com EDTA, mantidas úmidas. Em seguida, coroas de resina foram construídas sobre cada superfície, sobre as quais blocos de polimetil metacrilato (PMMA) foram aderidos com uma resina acrílica auto-polimerizável. Os dentes foram armazenados em água por 24h e em seguida recortados para a obtenção de espécimes em forma de halteres, com área de adesão de 6mm². A maior resistência adesiva obtida foi de 27MPa para a concentração de *Phenyl-P* a 12%, resistência esta significativamente maior do que as observadas para as demais concentrações, 3, 5, 15 ou 20%. Os autores concluíram que algumas das concentrações de *Phenyl-P* avaliadas geraram satisfatórios valores de resistência adesiva à dentina tratada com EDTA, produzindo camadas híbridas de alta qualidade, porém a concentração ideal foi de 12%.

Koibuchi et al.³² (2001) avaliaram o efeito do tipo de *smear layer* sobre a resistência adesiva de um sistema auto-condicionante. Superfícies de dentina foram expostas utilizando 2 granulações de lixas de papel, 180 e 600. Quando do desgaste com lixa 180, os autores consideraram a *smear layer* mais irregular (áspera), enquanto que a *smear layer* foi considerada mais lisa quando a superfície foi desgastada com lixa 600. Sobre as superfícies de dentina desgastadas, foi aplicado o sistema adesivo Clearfil Liner Bond II (Kuraray Co.

Ltd., Osaka, Japan) por 30 segundos, seguido de suave secagem com ar e a reconstrução da coroa com a resina Clearfil Photo-Posterior (Kuraray Co. Ltd., Osaka, Japan). Um cilindro de polimetil metacrilato (PMMA) foi aderido à resina utilizando-se resina acrílica quimicamente polimerizável. Espécimes em forma de halteres foram preparados, apresentando uma área de adesão de 6mm^2 e posteriormente submetidos a testes de microtração em máquina de ensaios universal operada à velocidade de $1,0\text{mm/min}$. Ambos os lados dos espécimes fraturados resultantes do teste de microtração foram avaliados em MEV. Foi observada diferença significativa de valores de resistência adesiva, $10,0 \pm 7,2\text{MPa}$ e $28,5\text{MPa}$ para as superfícies com *smear layer* mais áspera (lixa 180) e mais lisa (lixa 600), respectivamente. As observações em MEV indicaram que o ponto mais fraco da interface adesiva foi a hibridização da *smear layer* mais áspera, isto é, entre o topo e a base da camada reforçada por resina, assim como entre a base desta camada e a superfície de dentina hibridizada. Os autores concluíram ser difícil reforçar a *smear layer* ao mesmo nível que se pode reforçar a superfície intacta de dentina, para que suas propriedades mecânicas possam ser comparáveis.

A profundidade de penetração além da *smear layer* de três sistemas adesivos auto-condicionantes foi avaliada em microscopia eletrônica de transmissão (MET) por Tay & Pashley⁶⁸ (2001). Os sistemas adesivos Clearfil Mega Bond (Clearfil SE Bond, Kuraray Co. Ltd., Osaka, Japan), Non-Rinse Conditioner (NRC) com Prime & Bond NT (Dentsply/De Trey, Konstanz, Germany) e Prompt L-Pop (ESPE, Seefeld, Germany) foram aplicados sobre discos de dentina lixados com lixa de papel de 2 granulações, 60 ou 600,

produzindo uma *smear layer* mais fina e uma mais grossa, respectivamente. Superfícies de dentina do terço médio da coroa dentária foram obtidas através de criofratura e utilizadas como controle, sem *smear layer*. Os espécimes foram desmineralizados e embebidos em resina epóxica para avaliação em MET. Quando o sistema Clearfil Mega Bond foi utilizado, foram observadas camadas híbridas com espessura entre 0,4-0,5µm, sendo que tanto a *smear layer* quanto os *smear plugs* foram incorporados à área hibridizada. Para o sistema adesivo NRC/Prime & Bond NT a espessura da camada híbrida variou entre 1,2-2,2µm com a dissolução completa da *smear layer* e *smear plugs* quando a superfície foi lixada com lixa de granulação 60 (*smear layer* fina), porém, quando da presença de uma espessa *smear layer*, estas estruturas foram parcialmente retidas como parte da área hibridizada. Camadas híbridas variando em espessura entre 2,5-5,0µm foram observadas para o sistema Prompt L-Pop, onde a *smear layer* e *smear plugs* foram completamente dissolvidos, independente da espessura da *smear layer* criada. Os autores concluíram que os sistemas adesivos auto-condicionantes podem ser classificados em suave, moderado e agressivo, baseado na sua habilidade em solubilizar a *smear layer* e desmineralizar a dentina subjacente.

Pashley & Tay⁴⁶ (2001) avaliaram o desempenho adesivo de três sistemas auto-condicionantes aplicados ao esmalte intacto. Superfícies vestibulares de pré-molares humanos foram condicionadas por um dos sistemas auto-condicionantes avaliados, Clearfil Mega Bond (Kuraray Co. Ltd., Osaka, Japan), Non-Rinse Conditioner (NRC; Dentsply DeTrey, Konstanz, Germany) e Prompt L-Pop (ESPE, Seefeld, Germany). Como controle, foi utilizado o sistema adesivo All-Bond 2

(Bisco Inc., Schamburg, IL, USA), aplicado após o condicionamento do esmalte com ácido fosfórico a 32%. Após a aplicação dos sistemas adesivos, foi construída uma coroa em resina composta Z100 (3M Dental Products, St. Paul, MN, USA) e os dentes foram armazenados em água destilada a 37°C por 24h. Cada dente foi então seccionado perpendicularmente à interface adesiva, em fatias de 0,6mm de espessura, e posteriormente cada fatia foi reduzida à espécimes em forma de palito com 0,96mm² de área aderida. O ensaio mecânico de microtração foi realizado em uma máquina Instron, à velocidade de 1mm/min. Os resultados do teste de microtração mostraram que o condicionamento do esmalte com ácido fosfórico produziu o maior valor médio de resistência adesiva, 27,0±3,1MPa, enquanto os sistemas auto-condicionantes produziram valores médios estatisticamente inferiores ao grupo controle, porém iguais entre si, 11,6±3,3MPa para o sistema Clearfil Mega Bond, 10,3±3,7MPa para o sistema NCR/Prime & Bond NT e 13,9±5,2 para o sistema Prompt L-Pop. Os autores concluíram que a eficiência da adesão dos sistemas auto-condicionantes ao esmalte intacto foi inferior à do ácido fosfórico. Esta eficiência, no caso dos sistemas auto-condicionantes, não dependeu de sua agressividade de condicionamento.

Em 2001, Zheng et al.⁷⁶ avaliaram a influência da espessura da camada de adesivo na resistência adesiva à microtração. Os sistemas adesivos investigados foram o Single Bond (3M Dental Product, St. Paul, MN, USA) e Clearfil Liner Bond 2V (Kuraray Co.Ltd., Osaka, Japan). Superfícies planas de dentina foram obtidas desgastando-se a superfície oclusal de 46 molares. Após polimento destas superfícies com lixa de granulação 800, a área de adesão foi limitada com fita

adesiva apresentando um recorte circular de 6mm de diâmetro. A espessura dos adesivos variou de 7,5 a 600 μ m, na dependência do número de camadas aplicadas. Sobre os adesivos, uma coroa de resina composta Clearfil AP-X (Kuraray Co. Ltd., Osaka, Japan) de 5mm de altura foi construída, e os espécimes ficaram armazenados em água a 37°C por 24h. A seguir foram recortados espécimes com formato de ampulheta e com área de adesão de $1\pm 0,05\text{mm}^2$, fixados à máquina de ensaios mecânicos operada a velocidade de 1mm/min. Os resultados encontrados para o sistema Clearfil Liner Bond 2V mostraram haver correlação positiva entre a espessura da camada de adesivo e a resistência adesiva, enquanto que para o sistema Single Bond, a relação observada foi inversa, ou seja, aumentando-se a espessura da camada do adesivo houve a diminuição da resistência adesiva. Quando a espessura da camada do sistema Single Bond foi maior do que 25 μ m, foi observado em MEV, um aumento de porosidades, permitindo a ocorrência de separação de fases entre a resina adesiva e a resina restauradora.

A relação entre a resistência adesiva à microtração e as propriedades mecânicas de sistemas adesivos foi investigada por Takahashi et al.⁶⁶ (2002). Os sistemas Clearfil SE Bond (Kuraray Co. Ltd., Osaka, Japan), UniFil Bond (GC, Japan), Tokuso Mac Bond (Tokuyama, Japan) e Imperva Fluoro Bond (Shofu, Japan) foram submetidos à ensaios mecânicos de microtração, micro-dureza, e à avaliação do módulo de elasticidade. Para os testes de resistência à microtração foram utilizados vinte terceiros molares humanos armazenados em solução de cloramina T a 4°C, os quais foram divididos em quatro grupos de cinco dentes cada. Removeu-se o esmalte, expondo-se uma superfície plana de dentina, a

qual foi polida com lixa de granulação 600. Os sistemas adesivos foram aplicados seguindo-se as recomendações dos fabricantes e sobre eles, uma coroa de resina Clearfil AP-X (Kuraray Co. Ltd., Osaka, Japan) foi construída de maneira incremental, até altura de 4mm. Após armazenagem em água a 37°C por 24h, os espécimes foram seccionados paralelamente ao longo eixo do dente, para obtenção de fatias de 0,7mm de espessura. Cada uma delas foi desgastada para formar uma interface adesiva de aproximadamente 1mm². Os resultados do ensaio mecânico de microtração mostraram valores médios de resistência adesiva de 46,11±11,27MPa para o sistema Clearfil SE Bond, 42,67±14,10MPa para o sistema UniFil, 48,34±10,30MPa para o sistema Tokuso Mac-Bond II e 52,34±13,10MPa para o sistema Imperva Fluoro Bond. Nenhuma significância estatística foi observada entre os valores médios de resistência adesiva dos sistemas avaliados. Foi observada uma correlação positiva ($r^2=0.77$) entre a resistência adesiva e a máxima resistência à tração (*ultimate micro-tensile strength*) dos produtos estudados, ou seja, quanto maior a resistência coesiva do sistema adesivo, maior sua resistência adesiva. A maioria das falhas observadas em MEV foi do tipo mista, isto é, falhas adesivas associadas a falhas coesivas do sistema adesivo.

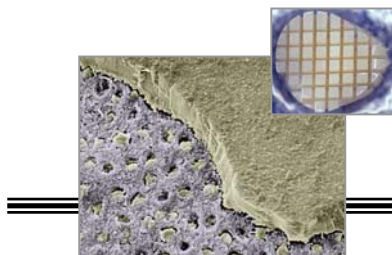
Hashimoto et al.²⁸, em 2002, avaliaram em MEV as áreas de fratura de espécimes submetidos ao ensaio mecânico de microtração, que receberam a aplicação dos sistemas adesivos Single Bond (3M Dental Products, St. Paul, MN, USA) ou All Bond 2 (Bisco Inc., Schaumburg, IL, USA), sobre dentina úmida ou seca. Doze pré-molares, extraídos por razões ortodônticas, tiveram sua porção coronária removida até a exposição de uma superfície plana em dentina, que foi

polida com lixa de granulação 600 antes de ser tratada com os sistemas adesivos. Para a obtenção da superfície de dentina úmida, após a lavagem do ácido fosfórico aplicado por 15s, o excesso de água foi removido com bolinhas de algodão, enquanto que a aplicação de jatos de ar por 5s a uma distância de 10cm foi realizada, para a obtenção da dentina seca. Após a aplicação dos sistemas adesivos de acordo com as instruções dos fabricantes, seis incrementos de 1mm de resina composta Z100 (3M Dental Products, St. Paul, MN, USA) ou Aelite Fil (Bisco Inc., Schaumburg, IL, USA) foram utilizados para a construção das coroas. Os espécimes foram armazenados em água a 37°C por 24h e então preparados para o ensaio mecânico de microtração. Patitos com área adesiva de 0,9mm² foram obtidos por meio de cortes perpendiculares à interface aderida e submetidos à forças de tração à velocidade de 1,0mm/min. Foram tracionados 20 espécimes para cada grupo. Ambos os lados (dentina e resina) de cada palito foram avaliados em MEV para a classificação do padrão de fratura em (I) falha na resina composta, (II) falha na resina adesiva, (III) falha no topo da camada híbrida, (IV) falha no meio da camada híbrida e (V) falha na zona de dentina desmineralizada. Os resultados para a resistência adesiva nos grupos da adesão úmida mostraram não haver diferença significativa entre os sistema Single Bond (60,1±16,4MPa) e All Bond 2 (69,8±16,4). Entretanto, a resistência adesiva do sistema Single Bond foi significativamente maior do que a do sistema All Bond 2 sobre dentina seca, 26,2±12,5MPa e 6,8±3,3MPa, respectivamente. Falhas coesivas da resina composta ou da resina adesiva foram observadas em 61,9% das superfícies fraturadas sob condições úmidas para o sistema Single Bond, enquanto que falhas no topo da camada híbrida foram mais vistas nas superfícies fraturadas do sistema All Bond 2 (52%). O mais freqüente tipo de falha

encontrado após adesão sob condições secas, ocorreu no topo da camada híbrida (Single Bond, 49,9%; e All Bond 2, 91,6%). Falha coesiva da dentina não foi observada em nenhum dos espécimes avaliados, independentemente do tipo de sistema adesivo e umidade da dentina.

Nikaido et al.³⁹ (2002) avaliaram a influência das ciclagens térmica e mecânica na resistência adesiva à microtração do sistema adesivo Clearfil Liner Bond 2V (Kuraray Co. Ltd., Osaka, Japan) e no tipo de falha ocorrida nas interfaces adesivas. Em um grupo de dentes, Grupo A, superfícies planas de dentina foram obtidas após a remoção do terço oclusal coronário, enquanto em outro grupo, Grupo B, cavidades de classe I com aproximadamente 2mm de profundidade foram preparadas. Em ambos os grupos, as superfícies dentinárias receberam a aplicação do sistema adesivo Clearfil Liner Bond 2V, seguido da resina composta AP-X (Kuraray Co. Ltd., Osaka, Japan). O conjunto dente-resina foi armazenado em água a 37°C por 24h. Para o Grupo A, as seguintes condições de ciclagem térmica e/ou mecânica foram aplicadas: (A1) sem ciclagem térmica e mecânica (controle), (A2) 2000 ciclos térmicos, alternados entre 5°C e 55°C, e sem ciclagem mecânica; (A3) 50.000 ciclos de fadiga, sem ciclagem térmica, e por fim, (A4) 50.000 ciclos de fadiga e 2000 ciclos térmicos. No grupo B, as condições foram: (B1) controle, 10.000 ciclos mecânicos/125 ciclos térmicos, (B2) 10.000 ciclos mecânicos/125 ciclos térmicos, (B3) 50.000 ciclos mecânicos/625 ciclos térmicos, e (B4) 100.000 ciclos mecânicos/1250 ciclos térmicos. Após todos os ciclos térmicos e/ou mecânicos, os dentes foram armazenados por uma semana em água, antes do ensaio mecânico de microtração. Os espécimes foram recortados em fatias de 1mm de espessura que

tiveram a área reduzida até 1mm^2 . Os espécimes foram submetidos à forças de tração à velocidade de 1mm/min , e as superfícies fraturadas foram observadas em MEV. Para todos os espécimes do Grupo A, a média de resistência adesiva foi de 40MPa , sem diferença estatística entre seus subgrupos. No grupo B, a resistência adesiva do grupo B1 e B2 foi de $21,1\text{MPa}$ e $24,1\text{MPa}$, respectivamente. Houve um decréscimo significativo nos grupos B3 e B4, onde a resistência adesiva foi de $16,2\text{MPa}$ e $16,6\text{MPa}$. Falhas coesivas dentro do agente adesivo foram vistas em todos os espécimes do grupo A. Os espécimes do grupo controle e B2 apresentaram falhas coesivas da resina composta e resina adesiva, enquanto os do grupo B3 e B4 apresentaram falhas mistas adesivas. Os autores concluíram que a aplicação de forças que simulam a fadiga mecânica em combinação com os testes de microtração, possibilitam uma significativa avaliação *in vitro* da durabilidade da união adesiva à dentina.



3 - Proposição

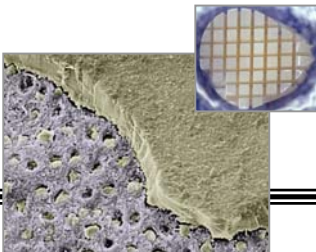
3-Proposição

O presente estudo teve como objetivo avaliar, por meio de ensaio mecânico de microtração:

1. A resistência adesiva de um sistema auto-condicionante e um convencional simplificado à dentina tratada com diferentes agentes condicionadores,

- primer auto-condicionante
- ácido fosfórico
- ácido etileno diamino tetra acético (EDTA)

2. A correlação entre a resistência adesiva e a espessura da dentina remanescente.



4 – Material e método

4-Material e método

4.1. Seleção e distribuição dos dentes

Para a realização deste estudo experimental, foram selecionados 30 terceiros molares hígidos, os quais apresentavam a coroa com morfologia normal e sem evidências de áreas hipoplásicas, trincas ou qualquer tipo de manchamento, especialmente na região de fossas e fissuras.

Os dentes foram doados pelos pacientes após assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo B), cujo modelo foi elaborado de acordo com as orientações do Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Araraquara – Unesp, e aprovado pelo mesmo (Anexo A). Os dentes foram coletados com o apoio da Disciplina de Cirurgia da Faculdade de Odontologia de Araraquara (UNESP) e do Centro de Especialidades Odontológicas (CEO) de Fortaleza, em suas respectivas clínicas.

Após limpeza com auxílio de curetas e soro fisiológico para a retirada de todos os restos teciduais, os dentes foram escovados com água e sabão, e armazenados em solução aquosa de azida de sódio a 0,2% a 4°C, por 30 dias. Após este período, e durante o período máximo de 6 meses de armazenamento, os dentes foram mantidos em solução salina também à 4°C, a qual foi renovada semanalmente.

Os 30 molares foram aleatoriamente divididos em seis grupos experimentais, de acordo com o tipo de material (sistema adesivo) e o tipo de

tratamento da superfície de dentina. O número de dentes e a identificação de cada grupo experimental estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1- Apresentação do número de dentes e identificação dos grupos, segundo as variáveis tipo de condicionamento e tipo de material

Sistema Adesivo	Tratamento da dentina			TOTAL
	SE Primer (T1)	Ácido fosfórico (T2)	EDTA (T3)	
Clearfil SE Bond (CSE)	5	5	5	15
Identificação do grupo	CSE1	CSE2	CSE3	
Single Bond (SB)	5	5	5	15
Identificação do grupo	SB1	SB2	SB3	
TOTAL	10	10	10	30

Foram avaliados dois sistemas adesivos dentinários, **Single Bond**^φ (SB), considerado um sistema convencional simplificado que requer prévio condicionamento da dentina com ácido fosfórico, e **Clearfil SE Bond**^θ (CSE), um sistema do tipo auto-condicionante. A composição dos sistemas adesivos, bem como os fabricantes e os lotes estão apresentados na Tabela 2.

Também foram avaliados três diferentes tipos de tratamento da superfície de dentina, (T1) primer auto-condicionante (SE Primer), (T2) ácido fosfórico à 37% e (T3) ácido etileno diamino tetra acético a 0,5M (EDTA).

^φ 3M Dental Products, St. Paul, MN, EUA

^θ Kuraray Co. Ltd., Osaka, Japão.

Tabela 2- Apresentação dos materiais .

Nome comercial	Fabricante	Composição	pH	Lote
Clearfil SE Bond	Kuraray Co., Ltd . Osaka – Japan	<u>PRIMER</u> : MDP, HEMA, dimetacrilato hidrofílico, canforoquinona, N,N-dietanol toluidina, água	2,0	00195A
		<u>BOND</u> : MDP, Bis-GMA, HEMA, dimetacrilato hidrofóbico, canforoquinona, N,N-dietanol-p-toluidina, sílica coloidal silanizada		00193A
Single Bond	3M Dental Products, ST. Paul, MN, USA	Bis-GMA, HEMA, Dimetacrilatos, fotoiniciador, copolímero metacrilato funcional dos ácidos poliacrílico e politacônico, etanol, água	4,3	OEA
Ácido fosfórico	Vigodent Rio de Janeiro, RJ, Brasil	H ₃ PO ₄ a 37%	0,1	00700
EDTA Dissódico a 0,5M	Sigma	EDTA -----18,61g	7,2	
	St. Louis, MO, USA	Tampão fosfato -----100ml NaOH		
Z250	3M Dental Products, ST. Paul, MN, USA	Resinas BIS-GMA, UDMA, Bis-HEMA, Zircônia, Sílica		2008-02

4.2. Preparo dos corpos de prova

a) Obtenção da superfície dentinária

Cada dente foi fixado em uma pequena base de madeira com auxílio de godiva de baixa fusão e o conjunto acoplado ao aparelho de cortes seriados Isomet 1000^φ. Com disco de diamante^φ nº 11-4254, 4” x 0,012” (10,2 cm x 0,3mm) série 15LC, sob constante irrigação e em baixa velocidade (150rpm), foi

^φ ISOMET, Buehler, Ltd, Lake Bluf, IL, EUA

^φ Diamond Wafering Blade, Buehler Ltd, Lake Bluf, IL, EUA

realizado um corte transversal na altura da união dos terços oclusal e médio da coroa, removendo-se a porção oclusal em esmalte e expondo uma superfície plana de dentina. Após verificação da superfície em lupa estereoscópica^φ, caso houvesse ainda a presença de esmalte cobrindo alguma área desta superfície, era realizado desgaste com lixa de carbureto de silício de granulação 320* sob abundante irrigação com água, em uma Politriz[∞], até completa remoção do esmalte. O dente foi então lavado e armazenado em água destilada por 24 horas à temperatura ambiente. Na Figura 1 pode-se observar o aspecto da superfície plana de dentina obtida após remoção da porção oclusal.



FIGURA 1. Aspecto da superfície de dentina após o corte.

b) Preparo da Superfície dentinária

Após a obtenção das superfícies planas em dentina, todas foram polidas seqüencialmente com lixa de carbureto de silício na granulação 600 por

^φ Carl Zeiss, Mod.475200/9901, Germany

* 3M do Brasil, São Paulo, Brasil.

[∞] DP10, Panambra Industrial e Técnica Ltda, São Paulo, Brasil..

60 segundos, com auxílio da Politriz[∞] sob abundante refrigeração, para a criação da *smear layer*. Este polimento foi realizado imediatamente antes do tratamento da dentina e aplicação dos sistemas adesivos.

De acordo com os grupos experimentais já apresentados na Tabela 1, cada superfície dentinária recebeu um dos três tipos de tratamento prévio à aplicação dos sistemas adesivos.

Grupo CSE1: O sistema Clearfil SE Bond foi aplicado diretamente sobre a dentina após a criação da *smear layer*. Inicialmente, a superfície dentinária foi lavada abundantemente com água destilada e o excesso foi removido com papel absorvente para a obtenção do aspecto úmido. Imediatamente após, o primer auto-condicionante (SE Primer) foi aplicado com pincel descartável do tipo *microbrush*^φ e mantido na superfície por 20s, seguido da aplicação do SE Bond, o qual foi submetido a secagem com suaves jatos de ar à distância aproximada de 10cm por 10s antes de ser fotopolimerizado por 20s em aparelho fotopolimerizador^ω.

Grupo CSE2: Neste grupo, a dentina (Figura 2A) foi condicionada com ácido fosfórico à 37% por 15s (Figura 2B), seguido de lavagem por outros 15s e remoção do excesso de água com papel absorvente (Figura 2C), antes da aplicação do sistema Clearfil SE Bond (Figura 2D) com *microbrush*, como descrito para o grupo CSE1, ou seja, aplicação do SE Primer por 20 segundos, seguido da aplicação do SE Bond, secagem com suaves jatos de ar e

[∞] DP10, Panambra Industrial e Técnica Ltda, São Paulo, Brasil.

^φ Dupont Produtos Odontológicos, Guarulhos, São Paulo, Brasil

^ω Optilux 500, Kerr Company, Alemanha

fotopolimerização por 20s (Figura 2E). O aspecto brilhante da superfície foi observado (Figura 2F).

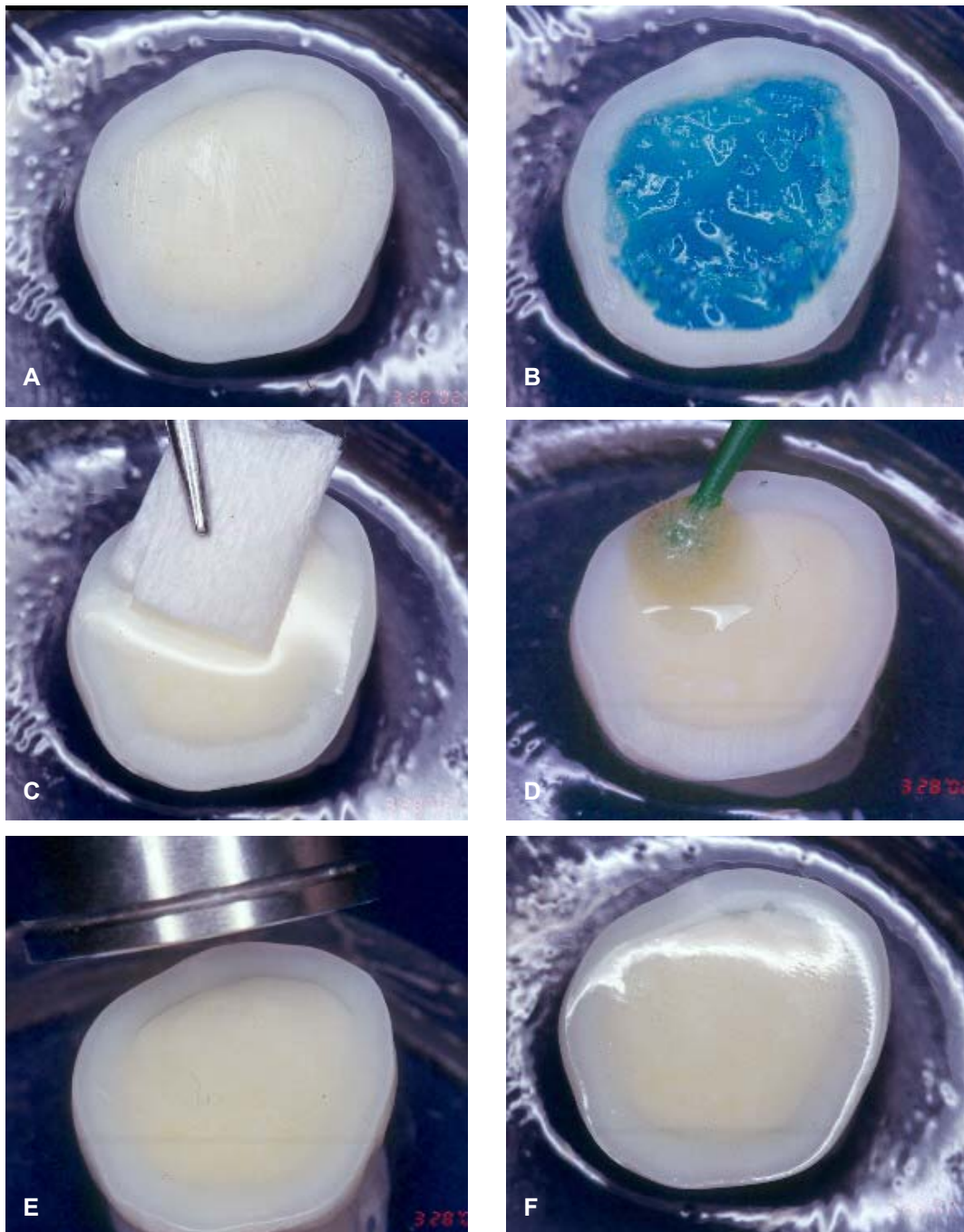


FIGURA 2. Ilustração dos passos técnicos para o grupo CSE2. **A)** aspecto da superfície de dentina; **B)** aplicação do ácido fosfórico 37% por 15s; **C)** secagem da dentina com papel absorvente; **D)** aplicação do sistema adesivo auto-condicionante; **E)** fotopolimerização por 20s; **F)** aspecto brilhante da superfície após a aplicação do sistema adesivo

Grupo CSE3: Antes da aplicação do sistema Clearfil SE Bond, a dentina foi tratada com EDTA a 0,5M, aplicado sobre a superfície com pincel *microbrush* e mantido por 30s. Foi então realizada nova lavagem e secagem com papel absorvente para remoção do excesso de água e manutenção da superfície úmida. O sistema adesivo foi aplicado como descrito anteriormente para os grupos CSE1 e CSE2.

Grupo SB1: Neste grupo, a superfície dentinária foi lavada e seca com papel absorvente e em seguida foi aplicado o primer auto-condicionante (SE Primer) do sistema adesivo Clearfil SE Bond por 20 segundos. Decorrido este tempo, foi feita a aplicação do sistema adesivo Single Bond em duas finas camadas seguido da aplicação de suaves jatos de ar após cada camada. Foi então realizada a fotopolimerização por 20s.

Grupo SB2: Iniciou-se com o condicionamento da dentina com ácido fosfórico à 37% por 15s, lavagem abundante e secagem com papel absorvente. Em seguida foi aplicada a primeira camada do adesivo Single Bond, que foi submetido a suaves jatos de ar para a evaporação do solvente. Após a aplicação da segunda camada, o adesivo foi fotopolimerizado por 20 segundos.

Grupo SB3: Previamente à utilização do sistema adesivo Single Bond, a dentina foi tratada com EDTA 0,5M por 30s, como descrito para o grupo CSE3. Após lavagem e secagem da superfície com papel absorvente foram aplicadas as duas camadas do adesivo Single Bond e realizada a fotopolimerização por 20s.

Os passos técnicos para cada grupo experimental estão descritos resumidamente na Tabela 3.

Tabela 3 - Apresentação dos passos técnicos para os grupos experimentais.

GRUPO	Passos técnicos
CSE1 (Clearfil SE Bond aplicado à dentina)	1. aplicação do SE primer e espera por 20s* 2. aplicação do SE Bond 3. secagem com suaves jatos de ar 4. fotopolimerização por 20s
CSE2 (Clearfil SE Bond aplicado à dentina após prévio condicionamento com ácido fosfórico)	1. condicionamento com ácido fosfórico por 15s 2. lavagem e secagem 3. aplicação do SE primer e espera por 20s 4. aplicação do SE Bond 5. secagem com suaves jatos de ar 6. fotopolimerização por 20s
CSE3 (Clearfil SE Bond aplicado à dentina após tratamento com EDTA)	1. tratamento com EDTA por 30s 2. lavagem e secagem 3. aplicação do SE primer por 20s 4. aplicação do SE Bond 5. secagem com suaves jatos de ar 6. fotopolimerização por 20s
SB1 (Single Bond aplicado à dentina após tratamento com SE Primer)	1. aplicação do SE Primer por 20s 2. aplicação da primeira camada de adesivo 3. secagem suave 4. aplicação da segunda camada de adesivo 5. secagem suave 6. fotopolimerização por 20s
SB2 (Single Bond aplicado à dentina condicionada com ácido fosfórico)	1. condicionamento com ácido fosfórico por 15s 2. lavagem e secagem 3. aplicação das duas camadas de adesivo 4. secagem suave após cada uma 5. fotopolimerização por 20s
SB3 (Single Bond aplicado à dentina tratada com EDTA)	1. condicionamento com EDTA por 30s 2. lavagem e secagem 3. aplicação das duas camadas de adesivo 4. secagem suave após cada uma 5. fotopolimerização por 20s

* os sistemas adesivos sempre foram aplicados sobre a dentina úmida

c) Inserção da Resina Composta (confeção da coroa de resina composta)

Realizado o tratamento da dentina, procedeu-se a confecção dos cilindros de resina composta Z250^φ cor A3,5. Para tanto, foi adaptada à porção coronária remanescente do dente uma matriz de aço de 7 mm de altura, em porta matriz do tipo Toflemire, de tal forma a permitir a construção de um bloco de resina composta de 5 mm de altura, aferida com auxílio de uma sonda milimetrada^ε (Figura 3A).

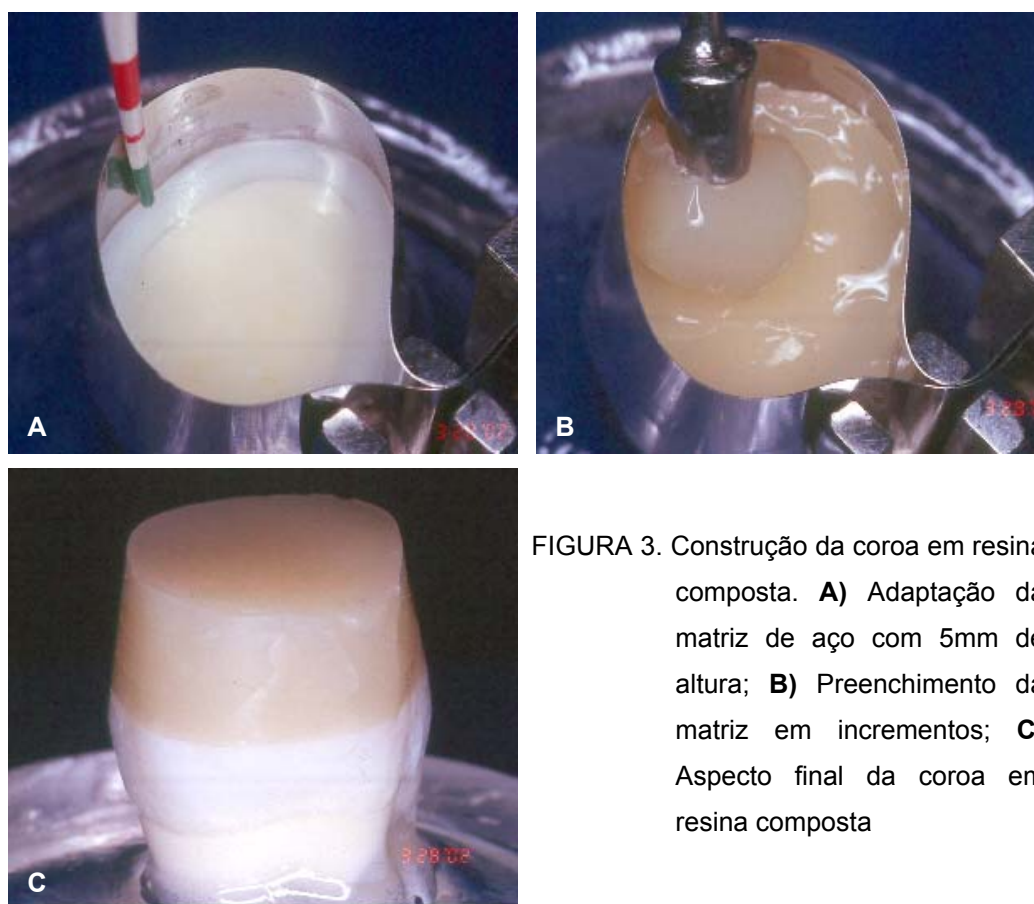


FIGURA 3. Construção da coroa em resina composta. **A)** Adaptação da matriz de aço com 5mm de altura; **B)** Preenchimento da matriz em incrementos; **C)** Aspecto final da coroa em resina composta

O cilindro de resina foi construído em incrementos de 1, 2 e 2mm (Figura 3B), os quais foram individualmente fotopolimerizados por 20s, segundo

^φ 3M do Brasil, São Paulo, Brasil

^ε Perio Wise, Premier Dental Products, Wennigen, Alemanha

recomendação do fabricante. O aparelho de luz^α foi previamente avaliado quanto a intensidade de luz, não devendo esta ser inferior a 400mw/cm². Em média, a intensidade de luz utilizada foi de 470,5mw/cm².

Após a remoção da matriz metálica (Figura 3C), cada face da restauração recebeu fotopolimerização adicional por 20s, com exceção da face oclusal.

Os corpos de prova foram armazenados em água a 37°C por 48 horas anteriormente à ciclagem térmica.

4.3. Ciclagem Térmica

Decorrido o período de 48 horas após a inserção da resina composta, os corpos de prova foram submetidos a ciclagem térmica em Máquina de Termociclagem⁹ em um total de 500 ciclos. Cada ciclo constou de dois banhos alternados, com temperaturas de 5°C e 55°C (±2°C), e tempo de imersão de 15s para cada banho.

4.4 Ensaio Mecânico de Microtração

a) *Preparo das amostras em forma de “palitos”*

Após a ciclagem térmica, os corpos de prova foram novamente armazenados em água destilada à temperatura ambiente por mais 24 horas, e em seguida foram seccionados para a obtenção das amostras em forma de “palitos”, com área de superfície aderida medindo no máximo 1,04mm² e no mínimo 0,96mm².

^α Optilux 500, Kerr Company, Alemanha

⁹ Ética Equipamentos Científicos Ltda, São Paulo, Brasil

Cada corpo de prova foi posicionado em base de madeira com auxílio de godiva de baixa fusão e levado ao aparelho de cortes seriados^θ (Figura 4A) para que fossem seccionados sob constante irrigação.

Os primeiros cortes foram realizados paralelamente ao longo eixo do dente, no sentido vestibulo-lingual, iniciando-se junto à uma das superfícies proximais (Figura 4B) até se atingir à superfície proximal oposta (Figura 4C). A espessura do disco diamantado* é de aproximadamente 0,3mm, o que foi considerado quando do posicionamento do mesmo. Assim sendo, cada corte foi realizado respeitando-se uma distância de 1,3mm entre eles, com o objetivo de se obter fatias com 1,0mm de espessura.

Após este procedimento inicial, novos cortes foram realizados perpendicularmente aos primeiros, definindo-se amostras em forma de pilares de ângulos retos, ou em forma de “palitos” (Figura 4D).

A Figura 4E ilustra o aspecto quadriculado (xadrez) da superfície após os cortes.

As amostras (palitos) da periferia foram descartadas por envolverem esmalte. O corpo de prova foi então seccionado perpendicularmente ao longo eixo, na altura da junção amelo-cementária, por meio de um disco diamantado^α em baixa velocidade, montado em peça de mão^φ para a obtenção dos palitos de forma individualizada (Figura 4F).

^θ ISOMET, Buehler Ltd, Lake Bluf, IL, USA.

* Diamond Wafering Blade, Buehler Ltd, Lake Bluf, IL, EUA

^α Diamond Disc, Dental Prudent, EUA

^φ Daby Atlante, Ribeirão Preto, Brasil

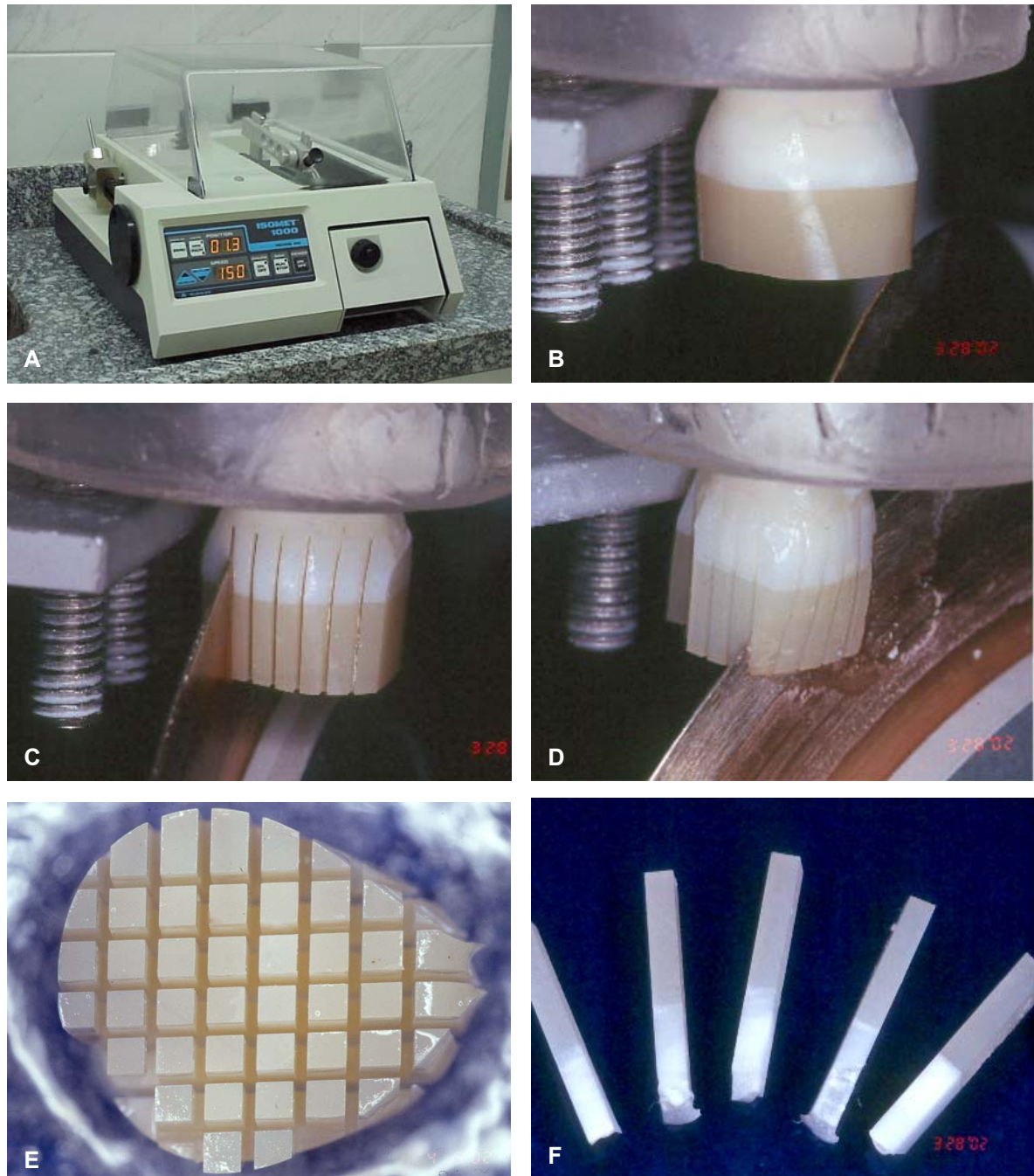


FIGURA 4. Preparo dos espécimes em forma de palitos. **A)** máquina de corte; **B)** corpo de prova; **C)** cortes realizados de forma paralela em fatias; **D)** cortes perpendiculares formando palitos; **E)** visão oclusal da superfície “xadrez”; **F)** separação dos palitos do corpo do dente.

Em média, foram obtidos 15 palitos por dente, dependendo do tamanho e da forma do dente. Destes 15 palitos, 10 foram aleatoriamente selecionados para serem avaliados quanto à resistência adesiva ao teste de microtração.

As amostras (palitos) foram armazenadas em água destilada à temperatura ambiente por 24 horas, antes da realização do ensaio mecânico de microtração. A Tabela 4 sumariza os tempos de permanência em solução aquosa para cada dente, de acordo com a fase experimental.

Tabela 4 - Permanência dos dentes, corpos de prova e amostras em solução aquosa de acordo com as fases experimentais até o momento do ensaio de microtração.

Fase experimental	Solução	Tempo	Temperatura
Coleta dos dentes (até a remoção da superfície oclusal)	Azida de sódio 0,2%	30 dias	4-5° C(refrigerador)
	Soro fisiológico	até máximo 6 meses	4-5° C(refrigerador)
Superfície plana em dentina (até a obtenção dos corpos de prova)	Soro fisiológico	24 horas	Temp. ambiente
Corpo de prova (até a realização da termociclagem)	Água destilada	48 horas	37° C (estufa)
Termociclagem (até a obtenção dos palitos)	Água destilada	24 horas	Temp. ambiente
Palitos (até o ensaio mecânico)	Água destilada	24 horas	Temp. ambiente

Antes de serem submetidas ao ensaio mecânico, a área transversal de cada palito foi aferida com auxílio de um paquímetro universal com leitura eletrônica^ø, devendo apresentar mínimo de 0,96mm² e máximo de 1,04mm².

Bem como, foi realizada a medida da espessura da dentina remanescente para cada palito utilizando-se régua milimetrada (Figura 5). As medidas em milímetros foram utilizadas para se avaliar a correlação entre a resistência adesiva e espessura de dentina remanescente.

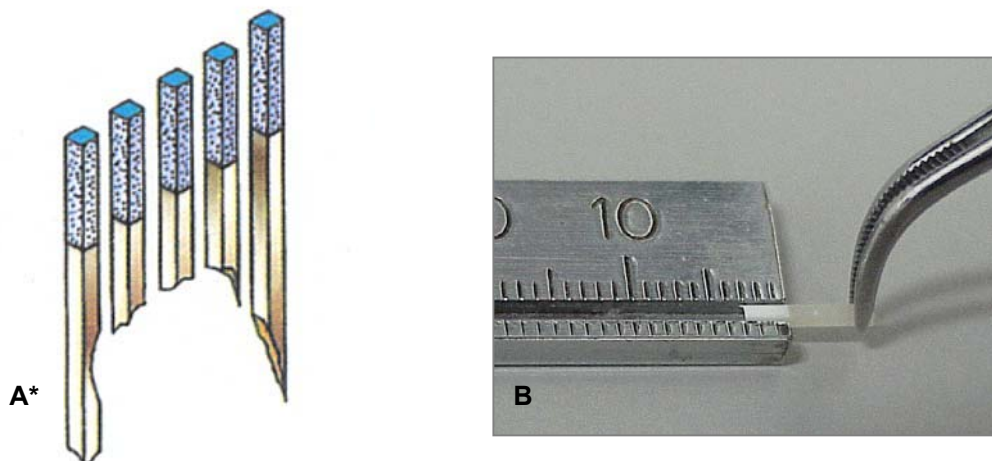


FIGURA 5. **A)** Representação esquemática de várias espessuras de dentina remanescente*; **B)** Medição da espessura de dentina remanescente com régua milimetrada

^ø Digimatic Caliper, São Paulo, Brasil

* TAY, F.R. et al. Effect of smear layers on the bonding of a self-etching primer to dentin. J. Adhesive Dent., v.2, n.2, p.99-116, 2000.

b) Ensaio Mecânico de Microtração

O ensaio mecânico de microtração foi realizado em uma máquina de testes mecânicos[⊗] (Figura 6A) previamente ajustada para forças de tração, com célula de carga de capacidade máxima de 1kN, sendo a velocidade do atuador de 0,5mm/min.

Cada amostra foi fixada pelas suas extremidades em um dispositivo de microtração acoplado através de garras à máquina de ensaios mecânicos (Figura 6B) com adesivo instantâneo^f associado a um acelerador à base de cianoacrilato[∞] (Figura 6C), de tal forma que a área de adesão fosse cuidadosamente posicionada perpendicular ao longo eixo da força de tração (Figura 6D e 6E).

A seguir foram iniciados os movimentos de tração, e através de um programa computadorizado específico,^κ todos os valores foram armazenados até o momento da fratura (Figura 6F), quando o movimento foi imediatamente cessado, e os valores da resistência adesiva à microtração expressos em MPa.

[⊗] Material Test System, MTS 810, Mineapolis, Minesota, EUA

^f Super Bonder Gel, Henkel Loctite Ltda, São Paulo, Brasil

[∞] Zapit accelerator, Dental Ventures of América. Inc,EUA

^κ Test Works, Star IV, MTS Systems Corporation, Min,EUA

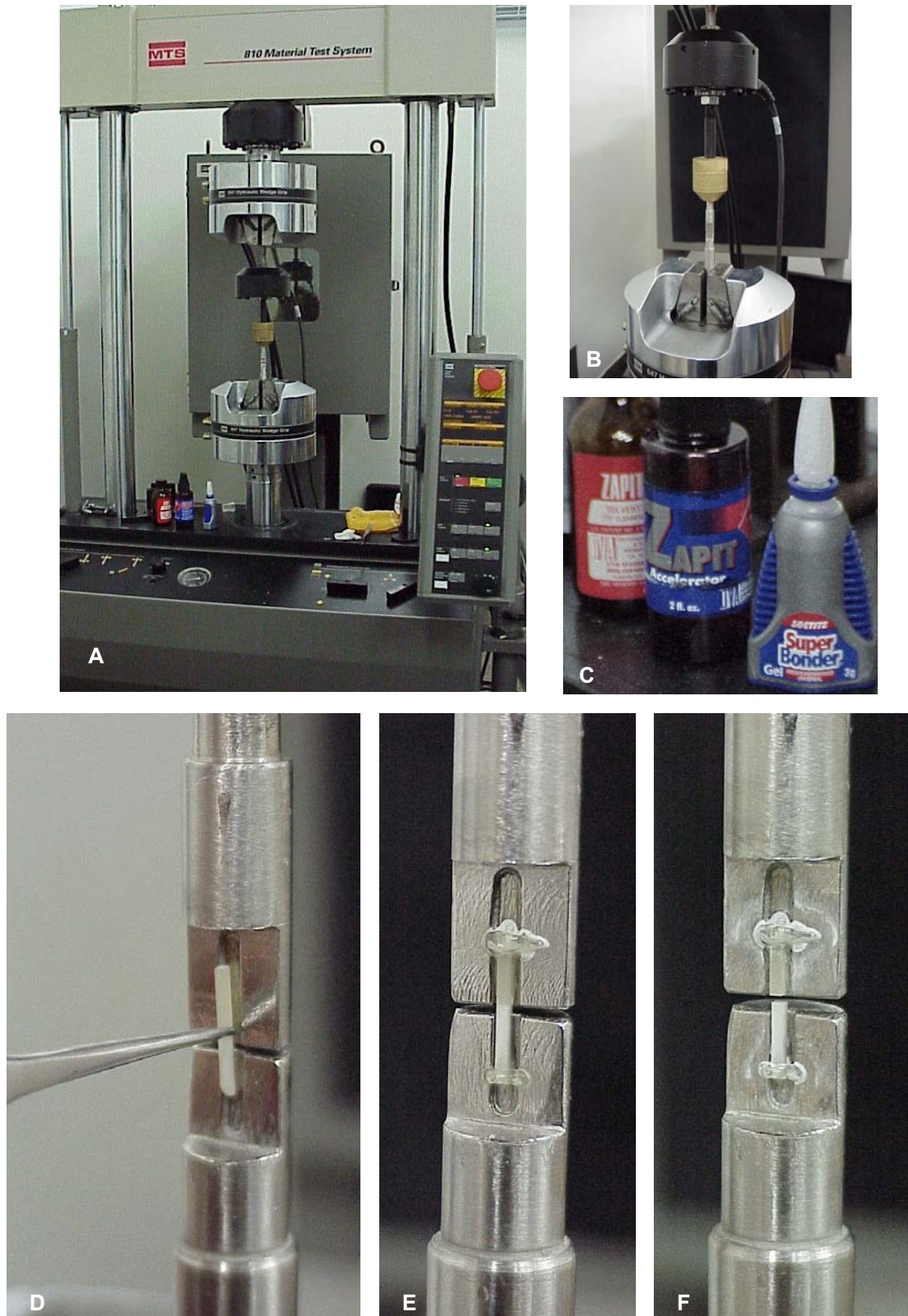


FIGURA 6. Ensaio mecânico de microtração. **A)** Máquina de ensaios mecânicos MTS-810; **B)** dispositivo para fixação do palito na máquina de ensaios; **C)** cola de cianoacrilato; **D)** adaptação do palito ao dispositivo; **E)** palito fixado ao dispositivo com a cola ilustrada na Figura 6C; **F)** ruptura do palito após aplicação da força de tração.

4.5. Análise das Fraturas (Fractografia)

a) Preparo das amostras para observação em microscópio eletrônico de varredura (MEV)

Após o ensaio mecânico de microtração, foi selecionada aleatoriamente metade dos espécimes de cada grupo (N= 25) para análise em microscopia eletrônica de varredura, com exceção do grupo SB3, onde 12 espécimes foram selecionados, totalizando 137 superfícies fraturadas. Apenas o lado voltado para a dentina foi avaliado.

As amostras foram desidratadas em dessecador[∞] por 72 horas previamente ao processo de metalização^ϕ, cobertas com ouro e observadas em microscópio eletrônico de varredura^Ω (MEV) em aumentos de 75x à 2.000x.

Fotomicrografias ilustrativas dos tipos de fratura foram realizadas. Também foram realizadas fotomicrografias de superfícies de dentina tratadas com os diferentes agentes condicionadores utilizados, em aumento de 2.000x.

b) Classificação das fraturas

As amostras foram inicialmente observadas ao microscópio eletrônico de varredura em aumentos de 75x e 150x, para a identificação das diferentes áreas da superfície de acordo com a tonalidade e aspecto superficial. Cada área foi então avaliada em aumento de 2.000x e classificada separadamente. Para a classificação final da amostra, foi considerado o tipo de fratura predominante, ou seja, mais de 50% da área total da superfície do palito. As fraturas foram

[∞] Pyrex Brand Desiccator, Brasil

^ϕ SCD 050 Sputter Coater, Baltzer, Munich, Germany

^Ω JEOL JSM-T330A, JEOL USA, Inc., Peabody, MA, USA

classificadas de acordo com a Tabela 5 e a frequência dos vários tipos de fratura para cada grupo experimental foi registrada.

Tabela 5 - Classificação das fraturas

Tipo de Falha	Classificação	Descrição
ADESIVA	Tipo I	Distribuição equilibrada de falhas adesivas entre ambas as interfaces, resina restauradora/resina adesiva e resina adesiva/dentina
	Tipo Ia	Predomínio de falha adesiva entre resina restauradora e resina adesiva
	Tipo Ib	Predomínio de falha adesiva entre resina adesiva e dentina
COESIVA	Tipo II	Distribuição equilibrada de falhas coesivas em resina e dentina
	Tipo IIa	Predomínio de falha coesiva em resina
	Tipo IIb	Predomínio de falha coesiva em dentina
MISTA	Tipo III	Distribuição equilibrada de falhas adesiva e coesiva

4.6. Planejamento Estatístico

O cálculo do tamanho da amostra foi realizado objetivando-se um *Power* ($1 - \beta$) de no mínimo 80%. Este cálculo foi realizado antes mesmo da execução da parte experimental deste trabalho, com base no estudo piloto, com o objetivo de se verificar estatisticamente uma diferença mínima entre grupos (valor de *f*) de 0,75. Assim sendo, para que o método estatístico tivesse a capacidade de detectar esta diferença com 80% de segurança, 50 espécimes foram necessários para cada grupo experimental.

Para a aplicação dos testes estatísticos, cada espécime (palito) foi considerada como unidade experimental.

Neste trabalho, tipo de sistema adesivo e tipo de tratamento da dentina foram consideradas variáveis independentes (fatores independentes), influenciando ou não a resistência adesiva em MPa, considerada como variável dependente. A primeira variável independente, tipo de material, possui dois níveis, os sistemas Clearfi SE Bond (CSE) e o sistema Single Bond (SB), enquanto que a segunda variável independente, tipo de tratamento da dentina, possui três níveis, tratamento com SE Primer (T1), tratamento com ácido fosfórico (T2) e tratamento com EDTA (T3). Portanto, devido à interação entre estas duas variáveis, seis grupos experimentais com 50 amostras cada foram definidos.

As hipóteses testadas foram:

a) quanto ao tipo de material:

- H_0 : o tipo de sistema adesivo não exerce influência na resistência adesiva;
- H_1 : o tipo de sistema adesivo exerce influência na resistência adesiva.

b) quanto ao tipo de tratamento da dentina:

- H_0 : o tipo de tratamento da dentina não exerce influência na resistência adesiva;
- H_1 : o tipo de tratamento da dentina exerce influência na resistência adesiva.

c) quanto à interação tipo de material/tipo de tratamento da dentina:

- H_0 : a interação tipo de material/tipo de tratamento da dentina não exerce influência na resistência adesiva;
- H_1 : a interação tipo de material/tipo de tratamento da dentina exerce influência na resistência adesiva.

Para analisar estas hipóteses, o modelo estatístico de análise de variância (ANOVA) foi empregado. Quando a análise de variância indicou a rejeição da hipótese nula, foram realizadas comparações múltiplas pelo teste de Tukey, para identificar as médias diferentes.

Todos os testes estatísticos foram aplicados considerando-se o nível de significância de 5% ($\alpha = 0,05$).

Como a análise de variância pressupõe que os dados de cada interação de fatores (grupos) provem de uma população normal, e que todas essas populações apresentam a mesma variância, foram empregados os testes estatísticos de Shapiro-Wilk e de Levene para testar a normalidade e a homogeneidade de variância, respectivamente. Esses testes podem ser realizados sobre os erros aleatórios associados às medidas de resistência adesiva, sendo que no presente estudo, o erro foi estimado pela diferença entre a medida de resistência e a resistência média do grupo ao qual a medida pertencia. À esta estimativa do erro atribui-se o nome de resíduo.

Como a análise de variância é considerada um modelo estatístico robusto, funciona bem mesmo com considerável heterogeneidade de variância, especialmente para amostras de mesmo tamanho e valor de n grande. Como 50

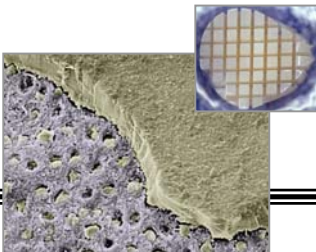
amostras foram utilizadas no presente estudo, foi aceita uma relação entre a maior e a menor variância de até 4, ou seja, o maior desvio padrão pode ser até o dobro do menor.

Para a análise da correlação entre os valores de resistência adesiva e a espessura de dentina remanescente, foi aplicado o método estatístico de correlação de Pearson (r), também considerando-se um valor de p igual a 0,05.

As hipóteses testadas através da aplicação deste teste foram:

- H_0 : não existe correlação entre a resistência adesiva e a espessura de dentina remanescente;
- H_1 : existe correlação entre a resistência adesiva e a espessura de dentina remanescente.

A avaliação dos tipos de fratura, de acordo com a classificação exibida na tabela 5, foi apresentada em forma de frequência.



5 - Resultado

5-Resultado

5.1. Análise Estatística Descritiva

Um total de 283 amostras (palitos) foram submetidas ao ensaio mecânico de microtração como apresentado na Tabela 6. Em 17 amostras pertencentes ao grupo SB3 (EDTA/Single Bond), houve perda da resina composta antes mesmo do ensaio mecânico, no momento da obtenção dos palitos. Os valores de resistência adesiva (MPa), espessura de dentina remanescente (mm) e tipo de fratura para cada amostra estão apresentados no Anexo C, para o sistema Clearfil SE Bond e Anexo D, para o sistema Single Bond, páginas 186 e 187 respectivamente.

Tabela 6 - Número de amostras (palitos) submetidas ao ensaio mecânico de microtração de acordo com Tipo de Material e Tipo de Tratamento da Dentina (Crosstabulation)

		Tipo de Tratamento da Dentina			Total
		SE Primer	Ácido fosfórico	EDTA	
Tipo de Material	Clearfil SE Bond	50	50	50	150
	Single Bond	50	50	33	133
Total		100	100	83	283

A Tabela 7 apresenta a média, mediana, desvio padrão, valores mínimo e máximo e coeficiente de variação relativos a resistência adesiva em MPa para cada grupo experimental. Com exceção do grupo SB3, Single Bond aplicado após o tratamento da dentina com EDTA, que apresentou o maior coeficiente de variação, 83%, os demais grupos apresentaram variação dos valores de

resistência adesiva entre 31 e 41%, porém esta variação foi razoavelmente simétrica em torno da média, uma vez que esta está próxima da mediana.

Tabela 7 - Valores da média, mediana, desvio padrão, máximo e mínimo, coeficiente de variação e média da área adesiva de acordo com tipo de material e tipo de tratamento da dentina

Tipo de Material	Tipo de Tratamento da Dentina	Média (MPa)	Mediana	Desvio Padrão	Valor Mínimo	Valor Máximo	Coeficiente de Variação	Área Adesiva (mm ²)
Clearfil SE Bond	SE Primer	31,93	30,86	12,49	7,15	64,82	0,39	1,00±0.02
	Ácido fosfórico	36,44	37,61	15,16	1,51	76,08	0,41	1,00±0,03
	EDTA	47,81	47,67	15,08	19,48	78,75	0,31	1,00±0.02
Single Bond	SE Primer	58,51	60,50	20,81	15,10	100,10	0,35	1,00±0.02
	Ácido fosfórico	40,88	39,22	14,28	15,49	78,07	0,35	0,99±0,02
	EDTA	27,51	32,65	22,87	0,00	75,20	0,83	0,99±0,02

Esta grande dispersão dos valores de resistência adesiva para o grupo SB3 (EDTA/Single Bond) pode ser explicada pelo fato de que 17 dos 50 palitos avaliados apresentaram valor zero de adesão (0 MPa), ou seja, ocorreu a perda da resina composta antes mesmo que os palitos pudessem ser acoplados a máquina de ensaios mecânicos. Assim sendo, o valor mínimo observado para este grupo foi 0MPa enquanto que o máximo foi de 75,20MPa (Tabela 7).

A representação gráfica da média e desvio padrão dos valores de resistência adesiva para os grupos experimentais pode ser visualizada na Figura 7. Cada média foi calculada a partir dos 50 valores de resistência adesiva obtidos para cada grupo.

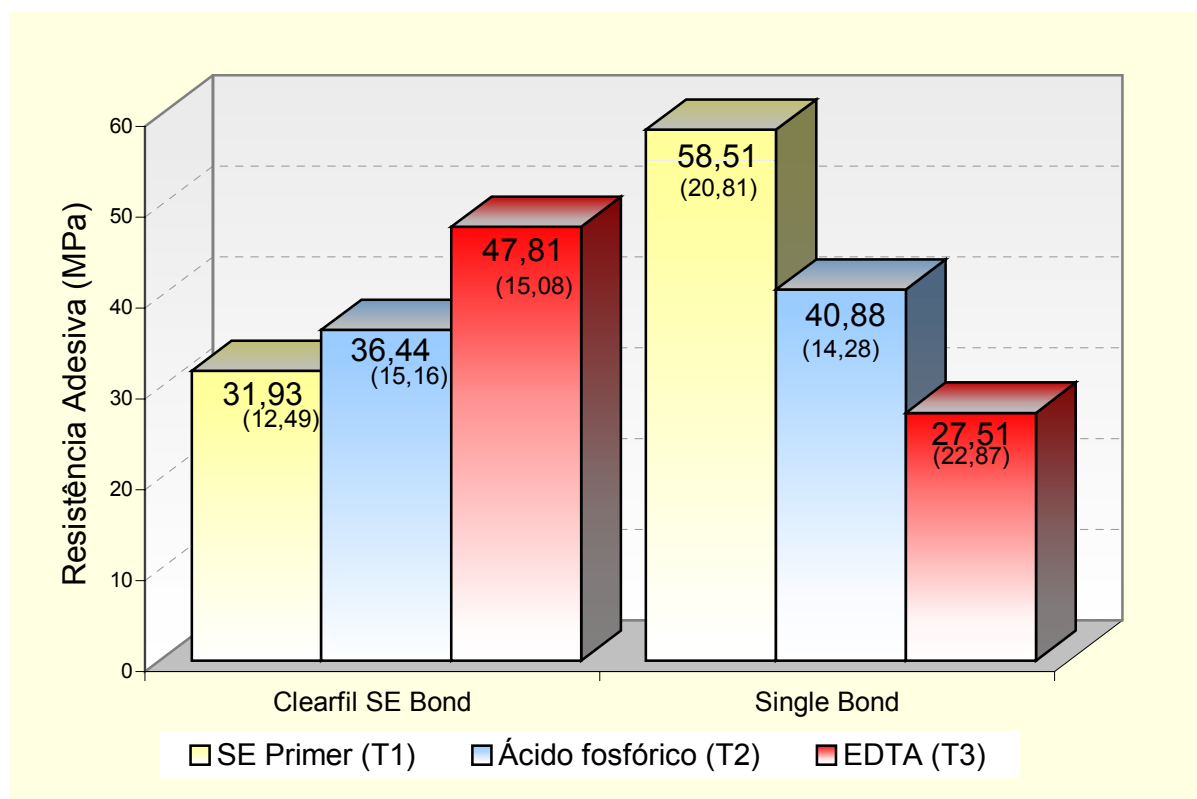


FIGURA 7 - Médias de resistência adesiva e desvio padrão relativas aos grupos experimentais, interação de dois tipos de materiais (Clearfil SE Bond – CSE e Single Bond – SB) e três tratamentos da dentina (SE Primer – T1, ácido fosfórico – T2 e EDTA – T3).

A maior média de resistência adesiva foi observada para o grupo SB1 (Single Bond/SE primer), 58,51MPa, enquanto a menor média foi observada para o grupo SB3 (Single Bond/EDTA), 27,51MPa.

5.2. Análise Estatística Inferencial

a) Avaliação da igualdade das áreas adesivas

O teste não paramétrico de Kruskal-Wallis foi aplicado aos valores das áreas adesivas obtidos para cada grupo experimental (Tabela 7), e o resultado demonstrou não haver diferença estatística ($p=0.058$) entre os valores médios

das áreas adesivas segundo a interação tipo de material e tipo de tratamento da dentina.

b) Análise de Variância (ANOVA)

O resultado da aplicação dos testes de Levène e de Shapiro-Wilks para testar, respectivamente, a homogeneidade de variância e a normalidade dos erros aleatórios associados aos dados experimentais de resistência adesiva estão apresentados na Tabela 8.

Enquanto a normalidade pôde ser aceita ($p=0,0665$), a homogeneidade de variância foi rejeitada ($p<0,0001$).

Os desvios padrões dos grupos SB1 e SB3 foram significativamente maiores que os demais. Entretanto, considerou-se que o teste F na análise de variância não foi afetado, pois como estabelecido na metodologia, o maior desvio padrão não chegou a ser o dobro do menor. O gráfico representativo da distribuição normal dos resíduos está ilustrado na Figura 8.

TABELA 8 - Teste de Levene e de Shapiro-Wilks para testar, respectivamente, a homogeneidade de variância e a normalidade dos erros

Teste	Estatística	Valor-p
Levène (homogeneidade de variância)	F=8,61	<0,0001
Shapiro-Wilks (normalidade)	W=0,97	0,0665

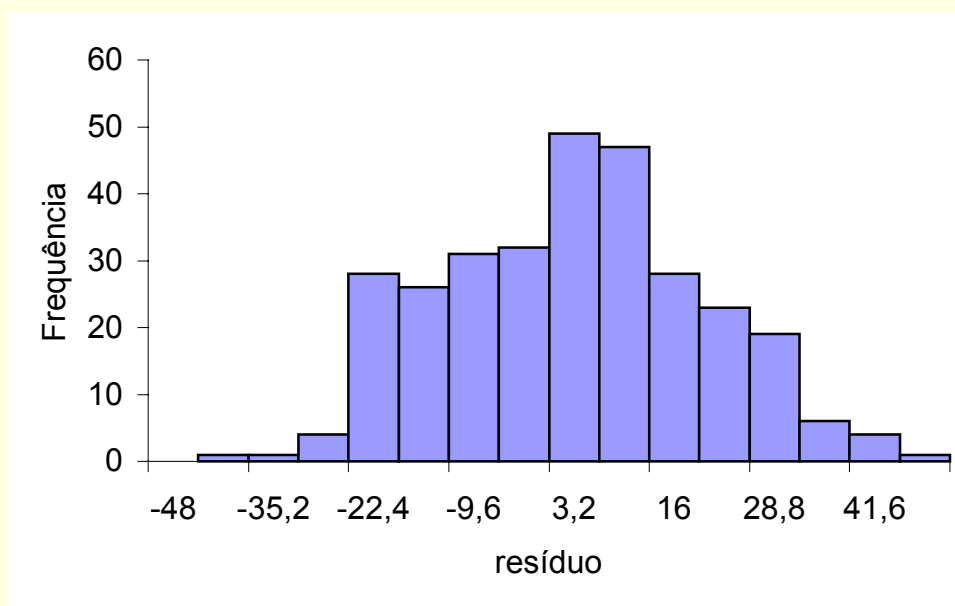


FIGURA 8. Gráfico de resíduos associados às medidas de resistência adesiva

A análise de variância aplicada aos dados de resistência adesiva (MPa) foi sumarizada na Tabela 9. A interação entre o tipo de material e o tipo de tratamento da dentina teve efeito altamente significativo nos valores de resistência adesiva ($p < 0,0001$). Tal significância pode ser afirmada com 100% de certeza ($Power = 1$), como apresentado na Tabela 9.

Tabela 9 - Sumário da análise de variância para a avaliação dos efeitos do tipo de material, tipo de tratamento da dentina e interação material vs. tratamento

Fonte de Variação	gl	Quadrado médio	F ^a	Valor-p	Power
Material	1	955,90	3,23	0,0731	.423
Tratamento Dentina	2	1686,70	5,71	0,0037	.869
Material vs. Tratamento dentina	2	13751,10	46,53	<0,0001	1.000
Resíduo	294	295,56			

a - Calculado utilizando $\alpha = 0,05$

O modelo estatístico aplicado demonstrou existir diferença estatística significativa quando os diferentes tratamentos da dentina foram utilizados, $p=0,0037$ (Tabela 9), enquanto o mesmo não é verdadeiro quando consideramos os dois tipos de material.

Portanto, a análise do efeito do tipo de material isoladamente não foi considerada, uma vez que o valor de $p=0,0731$ foi maior do que 0,05. Assim sendo, a hipótese nula de que os materiais não exercem influência na resistência adesiva foi aceita, embora o power tenha sido inferior à 80% (42%), enquanto que a hipótese nula de que o tipo de tratamento da dentina não exerce influência na adesão foi rejeitada baseada em um power de 87%.

A Tabela 10 apresenta os valores do erro padrão da média e intervalo de confiança de 95% para as variáveis estudadas de acordo com cada interação tipo de material/tipo de tratamento da dentina.

TABELA 10. Média, erro padrão da média e intervalo de confiança de 95% para as variáveis tipo de material e tipo de tratamento da dentina

Tipo de Material	Tipo de Tratamento da Dentina	Média	Erro Padrão	Intervalo Confiança 95%	
				Limite inferior	Limite Superior
Clearfil SE Bond	SE Primer	31,933	2,426	27,159	36,706
	Ácido fosfórico	36,438	2,426	31,664	41,212
	EDTA	47,814	2,426	43,040	52,588
Single Bond	SE Primer	58,508	2,426	53,735	63,282
	Ácido fosfórico	40,879	2,426	36,105	45,652
	EDTA	27,328	2,426	22,554	32,102

c) *Teste de comparação múltipla entre médias*

Uma vez encontradas diferenças significativas com a aplicação do modelo de análise de variância, o teste de Tukey foi aplicado para localizar e comparar as médias estatisticamente diferentes, duas a duas, ao nível de significância de 5% ($\alpha=0,05$). Os resultados observados pela aplicação deste teste para os tipos de tratamento da dentina estão apresentados na Tabela 11. Qualquer valor de p menor do que 0,05 indica que as médias foram estatisticamente diferentes ao nível de significância de 5%.

TABELA 11 - Valores de propabilidade do teste de Tukey para comparações múltiplas para o tipo de tratamento da dentina.

Tratamento da dentina			T1	T2	T3
		Médias	45,22	38,66	37,66
SE primer	T1	45,22	---		
Ácido fosfórico	T2	38,66	0,049	---	
EDTA	T3	37,66	0,018	0,932	---

O tratamento da dentina com o agente condicionador SE Primer, independente do sistema adesivo utilizado, produziu um valor médio de resistência adesiva, 45,22MPa, estatisticamente superior aos demais agentes condicionadores, ácido fosfórico (38,66MPa) e EDTA (37,66MPa), os quais produziram médias estatisticamente iguais ($p=0,932$).

Os resultados observados pela aplicação teste de Tukey para a interação (grupos) tipo de material e tipo de tratamento da dentina estão apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 - Valores de propabilidade do teste de Tukey para comparações múltiplas para os grupos experimentais

Grupo		CSE1	CSE2	CSE3	SB1	SB2	SB3
	Médias	31,93	36,44	47,81	58,51	40,88	27,51
CSE1	31,93	---					
CSE2	36,44	0,7795	---				
CSE3	47,81	0,0001	0,01212	---			
SB1	58,51	<0,0001	<0,0001	0,0230	---		
SB2	40,88	0,0967	0,7899	0,3324	<0,0001	---	
SB3	27,51	0,7924	0,0979	<0,0001	<0,0001	0,0014	---

CSE1=Clearfil SE Bond

SB1=SE primer + Single Bond

CSE2=Ácido fosfórico + Clearfil SE Bond

SB2=Ácido fosfórico + Single Bond

CSE3=EDTA + Clearfil SE Bond

SB3=EDTA + Single Bond

Quando o sistema adesivo Clearfil SE Bond foi utilizado, o tratamento prévio da dentina com EDTA resultou em uma média de resistência adesiva de 47,81MPa (grupo CSE3), média esta estatisticamente superior as médias observadas para os grupos CSE1 e CSE2 (31,93MPa e 36,44MPa respectivamente). Não foi observada diferença estatística entre as médias destes dois últimos grupos ($p=0,7795$).

Para o sistema adesivo Single Bond, o maior valor médio de resistência adesiva foi observado para o grupo SB1, onde foi realizado o tratamento da dentina com o primer auto-condicionante SE Primer. O valor observado para este grupo de 58,51MPa foi estatisticamente superior aos valores médios observados para os grupos SB2 (40,88MPa) e SB3 (27,51MPa) que apresentou a menor média de resistência adesiva.

Na Figura 9, observamos a média e o intervalo de confiança de 95% para cada grupo experimental. O grupo SB1, SE Primer/Single Bond, apresentou média estatisticamente superior a todos os demais grupos.

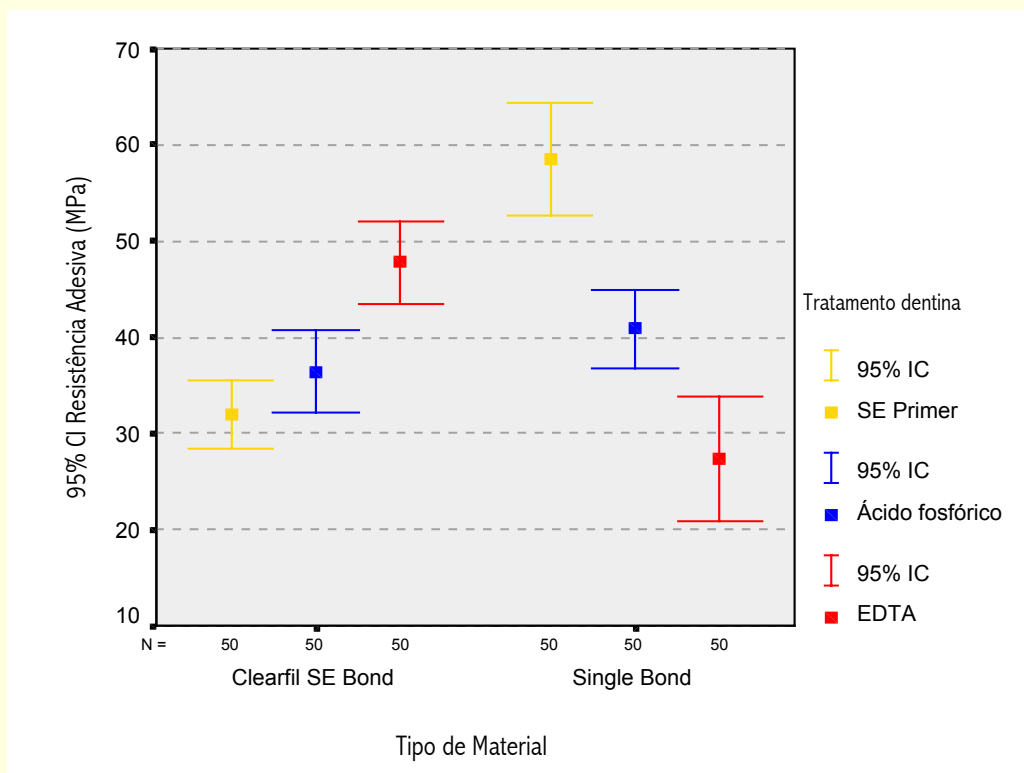


FIGURA 9 - Média e intervalo de confiança de 95% dos grupos experimentais

Ainda na Figura 9, assim como na Tabela 12, observamos que valores médios estatisticamente semelhantes de resistência adesiva foram obtidos quando da utilização do ácido fosfórico como tratamento da dentina (grupo CSE2 e SB2), para os dois tipos de material aplicados ($p=0,7899$).

Quando a superfície foi previamente tratada com EDTA, a resistência adesiva obtida quando da utilização posterior do sistema adesivo Clearfil SE Bond (grupo CSE3) foi estatisticamente superior a resistência adesiva obtida quando da utilização do sistema Single Bond (grupo SB3) ($p<0,001$), enquanto o

inverso foi observado quando da utilização do primer acidificado SE Primer ($p < 0,001$).

d) Análise de Correlação de Pearson

Para a análise de correlação de Pearson entre os valores de resistência adesiva e espessura da dentina remanescente foram utilizadas apenas 283 amostras. As amostras do grupo SB3 que não puderam ser testadas quanto à resistência adesiva não foram consideradas para esta análise.

O valor médio de espessura de dentina remanescente foi de $3,94 \pm 0,99$ mm, sugerindo que, em média, os sistemas adesivos foram aplicados em cavidades rasas.

Pela aplicação do modelo estatístico, não foi observada correlação entre a espessura da dentina remanescente e a resistência adesiva ($p = 0,325$). O valor de r foi de $-0,057$ (Tabela 13).

Tabela 13 - Análise de Correlação de Pearson

		Espessura da Dentina Remanescente
Resistência Adesiva MPa	Correlação de Pearson	-0,057
	Valor de p	0,325
	N	283

A Figura 10 representa a dispersão dos valores de resistência adesiva de acordo com a espessura da dentina remanescente, para cada um dos materiais avaliados. O valor de r quando apenas o sistema adesivo Clearfil SE Bond foi

avaliado foi de 0,009, enquanto que o valor de r para o sistema Single Bond foi -0,065 (Tabela 14). Por estes valores de correlação, observamos que, mesmo considerando-se separadamente cada material utilizado, ainda não existe correlação entre a espessura de dentina remanescente e a resistência adesiva. (Figura 10).

Tabela 14 - Análise de Correlação Linear de Pearson entre resistência adesiva e espessura da dentina remanescente para cada sistema adesivo

			Resistência Adesiva (MPa)		Espessura da dentina
			Clearfil SE Bond	Single Bond	
Resistência Adesiva (MPa)	Clearfil SE Bond	r Pearson	1,000		0,009
		P			0,916
		N	150		150
	Single Bond	r Pearson		1,000	-0,065
		P			0,454
		N		133	133
Espessura da Dentina	r Pearson		0,009	-0,065	1,000
	P		0,916	0,454	
	N		150	133	283

Para confirmar a não existência de correlação entre a resistência adesiva e a espessura de dentina remanescente, foram calculadas as médias de resistência adesiva para cada espessura de dentina, de acordo com cada material. Estas médias foram muito semelhantes e estão apresentadas na Tabela 15.

Quando a análise de correlação de Pearson foi aplicada às médias de resistência adesiva para cada espessura de dentina, o coeficiente de correlação

continuou sendo praticamente nulo (0,0173), sendo que o valor-p foi igual a 0,9050.

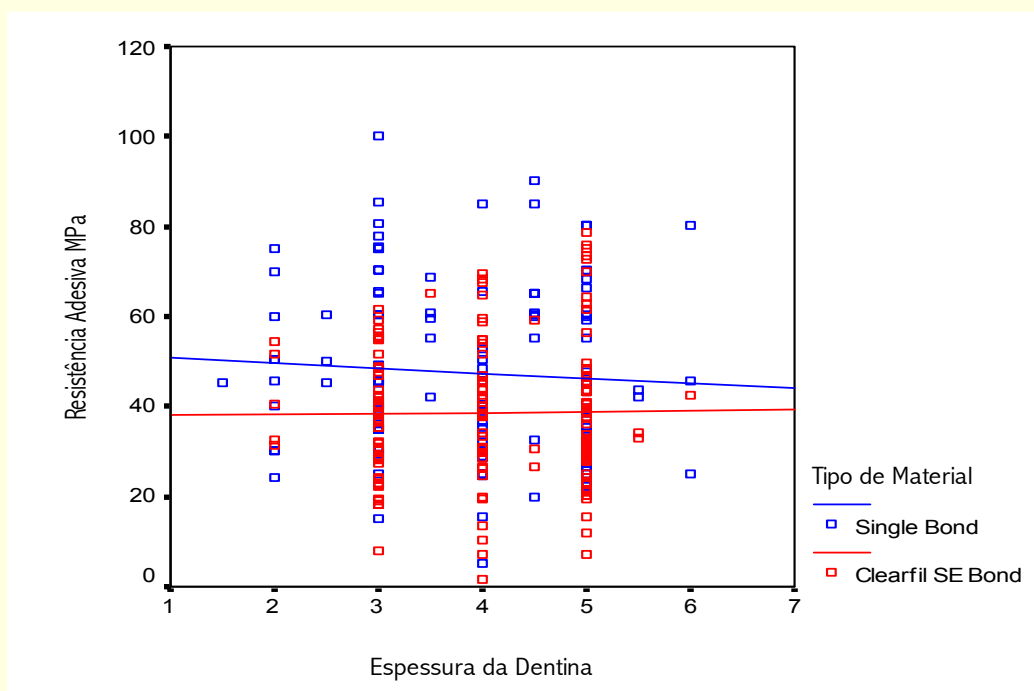


FIGURA 10 - Dispersão dos valores de resistência adesiva de acordo com a espessura da dentina remanescente e linha de regressão (*scatter plot*)

Assim sendo, foi aceita a hipótese nula de que não existe correlação entre a resistência adesiva de união e a espessura da dentina remanescente, ou seja, nenhum dos sistemas adesivos avaliados teve seu desempenho influenciado pela profundidade em dentina.

Tabela 15 - Médias de resistência adesiva em função da espessura de dentina remanescente

Material	Tratamento da dentina	Espessura da Dentina Remanescente (mm)				
		2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
Clearfil SE Bond (CSE)	SE Primer	42,08	30,43	33,57	30,50	-
	Ácido Fosfórico	40,70	33,30	36,92	38,62	32,98
	EDTA	42,93	45,66	48,73	51,34	38,17
Single Bond (SB)	SE Primer	48,38	64,61	48,26	61,80	50,30
	Ácido Fosfórico	24,18	48,53	40,53	38,80	43,02
	EDTA	55,20	40,18	39,12	55,15	-
Média		42,24	43,79	41,19	46,04	41,12
Desvio padrão		10,34	12,34	6,13	11,90	7,37

5.3. Análise das fraturas (fractografia)

Cento e trinta e sete espécimes foram avaliados em MEV quanto ao tipo de fratura. A frequência de ocorrência de cada tipo de fratura, segundo classificação apresentada na Tabela 5 (Material e Método), resultante do ensaio mecânico de microtração para cada grupo experimental, está apresentada na Tabela 16.

As frequências apresentadas na Tabela 16 foram transformadas em porcentagens, e estão apresentadas graficamente na Figura 11. Do total de superfícies avaliadas, 46% apresentaram falhas predominantemente adesivas, 18% apresentaram falhas mistas e 36% falhas coesivas da resina restauradora.

Para nenhum dos grupos experimentais foi observada a predominância de fratura coesiva da dentina (tipo IIb). O predomínio de fraturas adesivas (tipo I, Ia e

Tabela 16 - Frequência do tipo de fratura para cada grupo experimental

Tipo de Fratura	CLEARFIL SE BOND			SINGLE BOND		
	Ácido			Ácido		
	SE Primer	Fosfórico	EDTA	SE Primer	Fosfórico	EDTA
I	0	1	0	2	2	1
Ia	3	7	7	0	4	0
Ib	2	5	4	15	5	5
II	0	0	0	0	0	0
Ila	10	6	11	5	12	5
Ilb	0	0	0	0	0	0
III	10	6	3	3	2	1

Ib) foi observado para o grupo SB1, SE Primer/Single Bond. Para os demais grupos, houve um equilíbrio entre fraturas predominantemente coesivas ou adesivas.

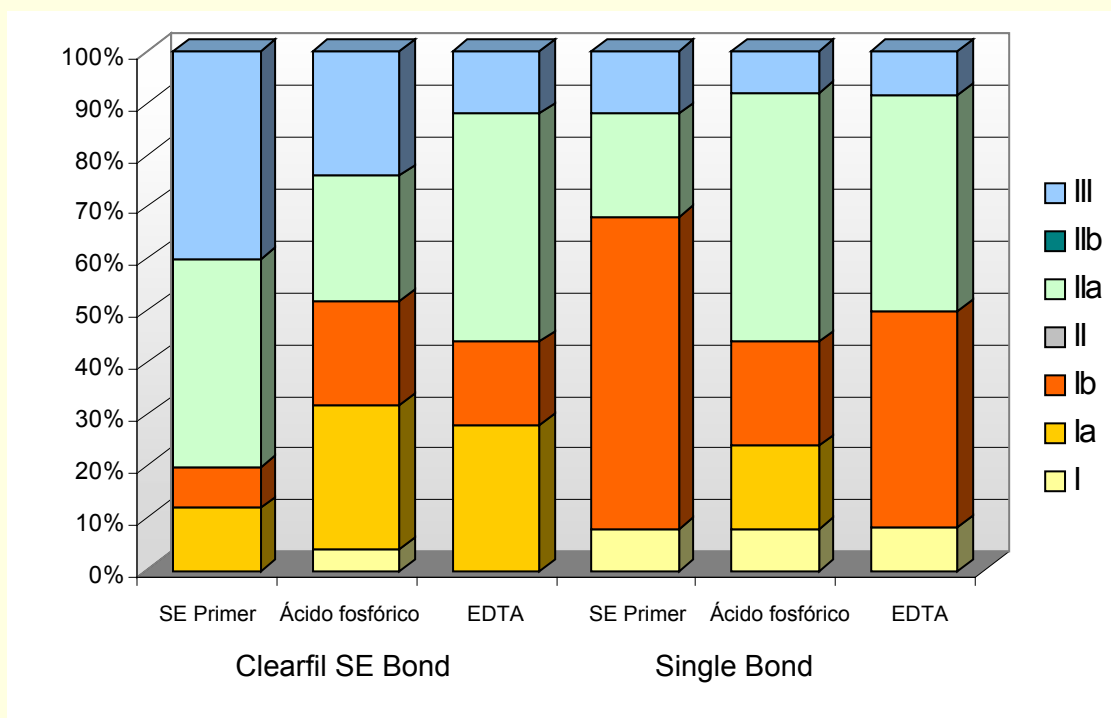


FIGURA 11 - Porcentagens dos tipos de fratura observadas em cada grupo experimental

Nenhuma correlação foi avaliada entre a resistência adesiva e o tipo de fratura uma vez que apenas um lado (dentina) dos espécimes fraturados foi analisado em MEV.

As Figuras de 12 a 15, ilustram imagens em MEV da dentina coberta com *smear layer* (Figura 12), tratada com SE Primer (Figura 13), com ácido fosfórico (Figura 14) e com EDTA (Figura 15).

O aspecto da superfície fraturada e a área utilizada para classificação do tipo de fratura estão ilustrados, respectivamente, nas Figuras 16 e 17. Ilustrações dos tipos de fratura observadas estão apresentadas nas Figuras de 18 a 24.

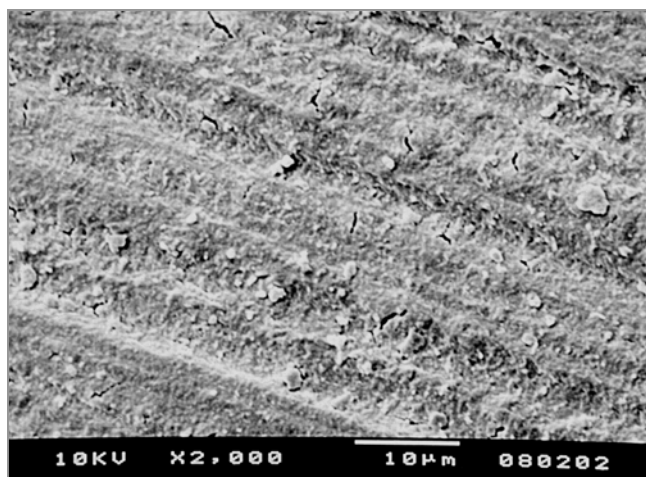


FIGURA 12- Superfície de dentina coberta por *smear layer* após polimento com lixa de granulação 600. MEV, 2000x

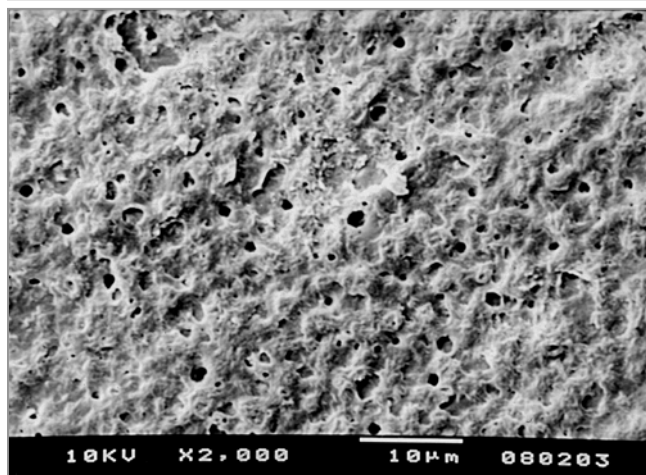


FIGURA 13- Superfície de dentina tratada com o primer auto-condicionante SE Primer. Aspecto superficial da *smear layer* impregnada por monômeros. MEV, 2000x

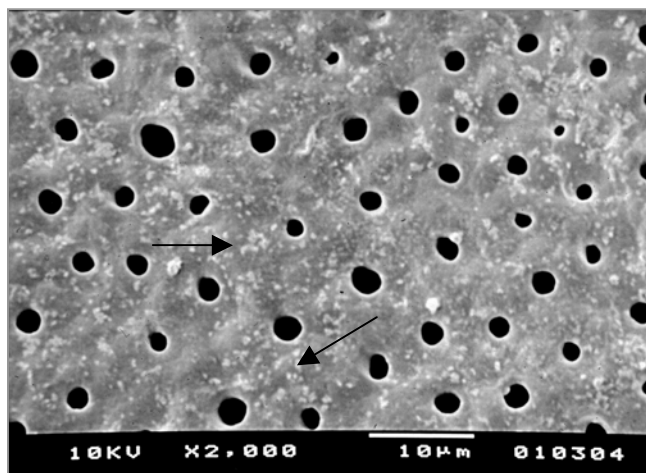


FIGURA 14- Superfície de dentina tratada com ácido fosfórico à 37% por 15 segundos. Remoção completa da *smear layer* e *smear plugs*, remoção da dentina peritubular e consequente alargamento da entrada dos túbulos. As setas mostram partículas de sílica na superfície. MEV, 2000x

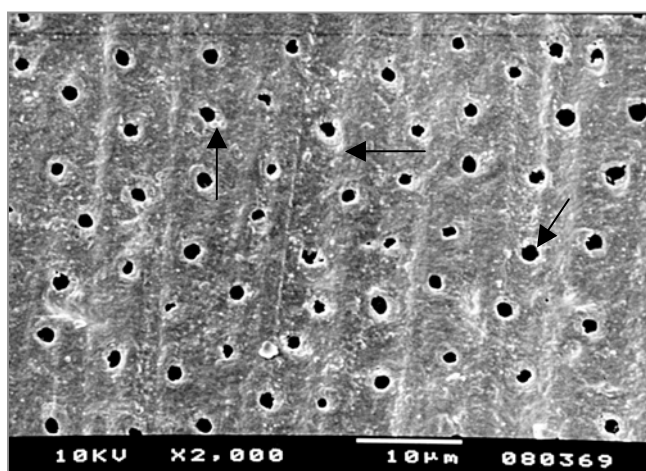


FIGURA 15- Superfície de dentina tratada com EDTA 0,5M por 30 segundos. Remoção completa da *smear layer* e *smear plugs*. As setas evidenciam a presença da dentina peritubular. MEV, 2000x

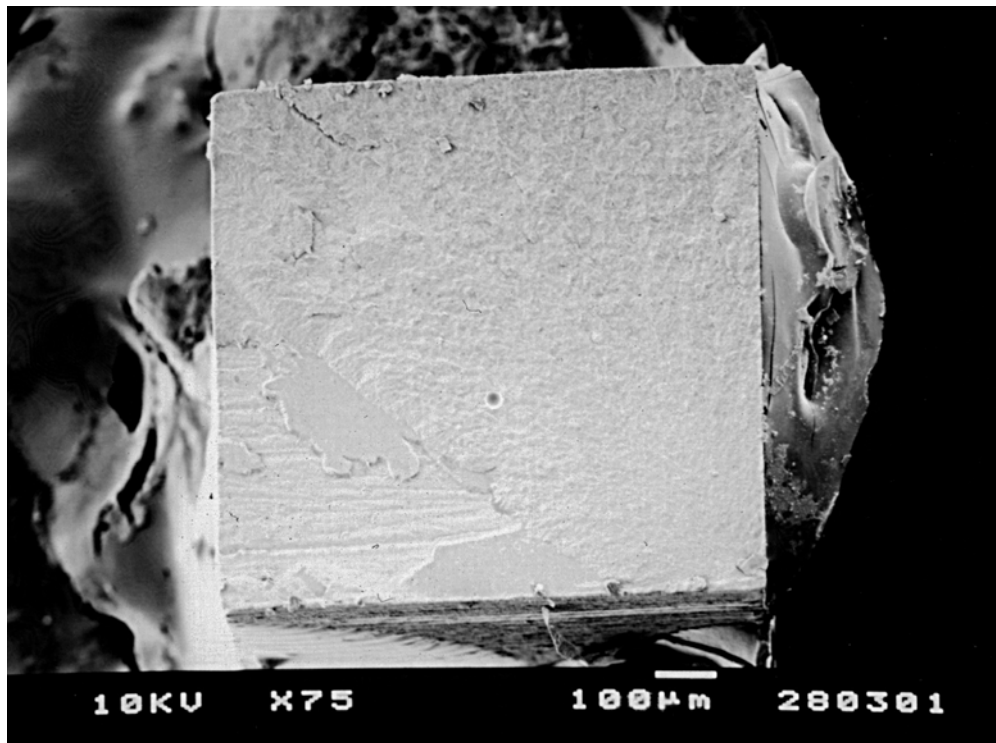


FIGURA 16- Área total da superfície do palito (1mm²). MEV, 75x

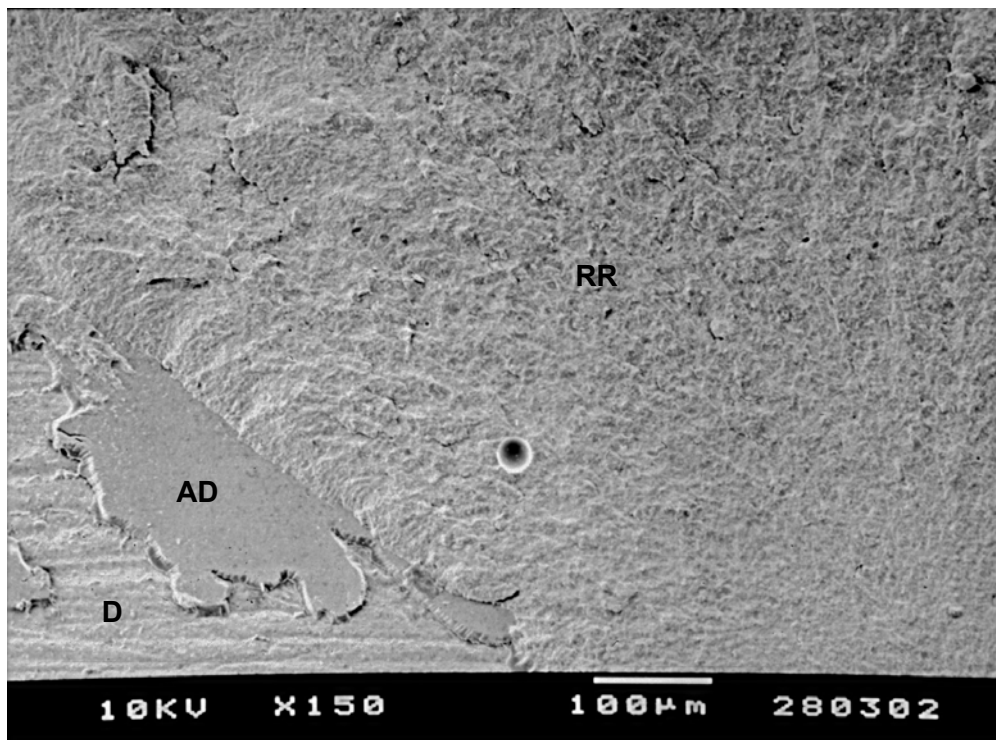


FIGURA 17- Maior aumento da Figura 16 evidenciando diferentes tipos de fratura, coesiva de resina restauradora (RR), adesiva entre resina adesiva/resina restauradora (AD) e adesiva entre resina adesiva/dentina (D). MEV, 150x

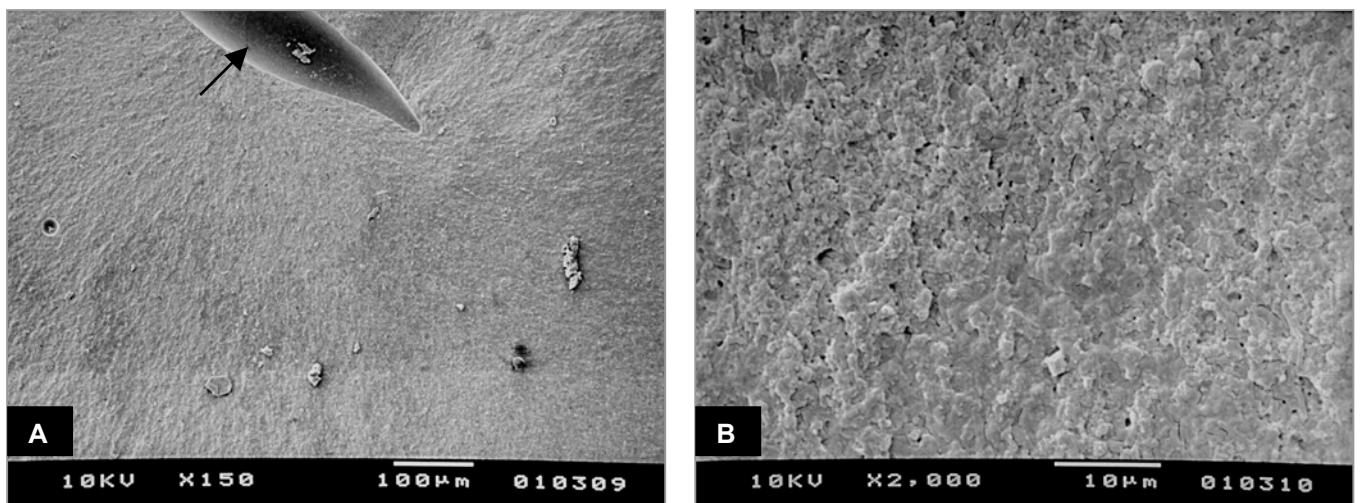


FIGURA 18 - Espécime do grupo SB1 (SE Primer e Single Bond).

18A. Falha do tipo coesiva da resina restauradora (classificação IIa). A seta mostra presença de bolha. MEV, 150x;

18B. Detalhe da região central da figura 18A. MEV, 2.000x.

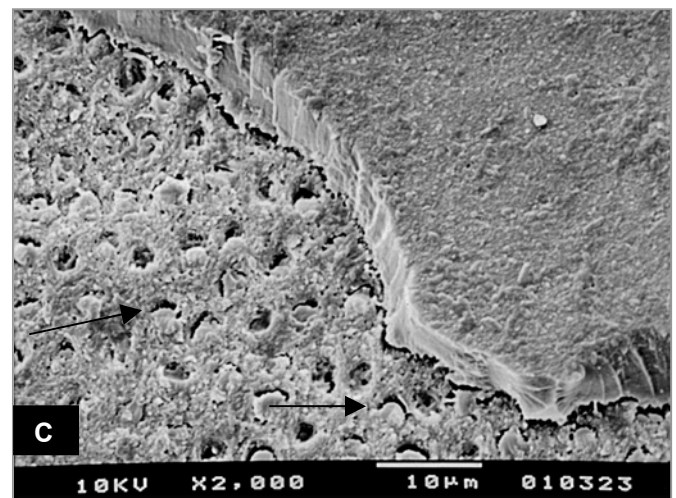
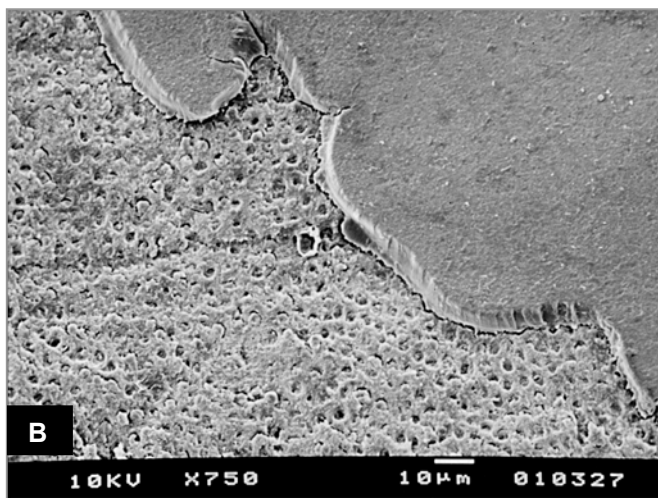
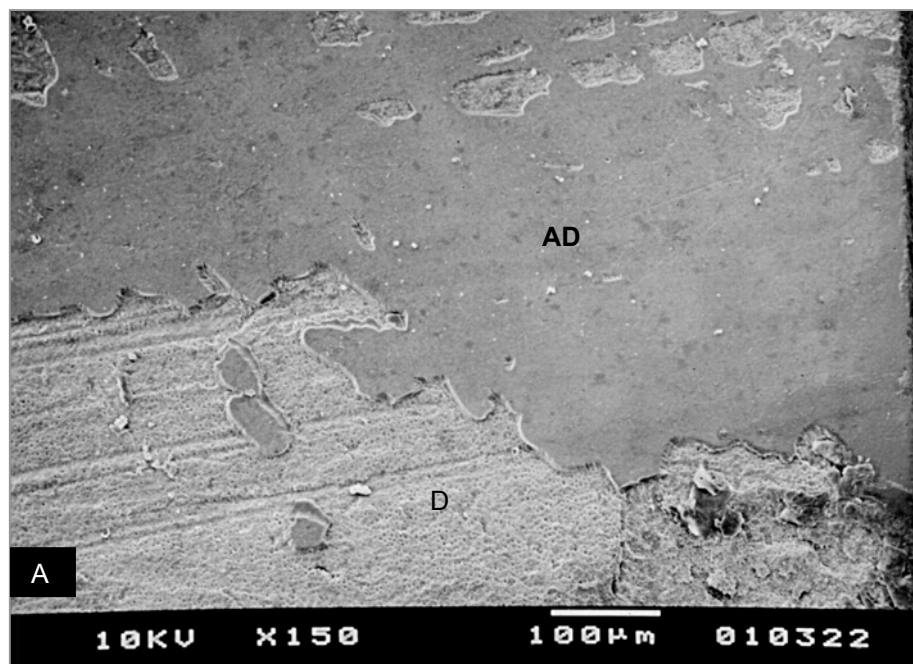


FIGURA 19- Espécime do grupo SB1 (SE Primer e Single Bond), classificação I.

19A. Aspecto das áreas de falha em menor aumento. Falha adesiva entre resina adesiva/dentina (D) e falha adesiva entre resina adesiva/resina restauradora (AD). MEV, 150x;

19B. Detalhe da figura 19A. Falha nas interfaces adesivo/resina restauradora e adesivo/dentina. MEV, 750x

19C. Detalhe da figura 19A mostrando a presença de *tags* de resina no interior dos túbulos dentinários (setas). MEV, 2000x.

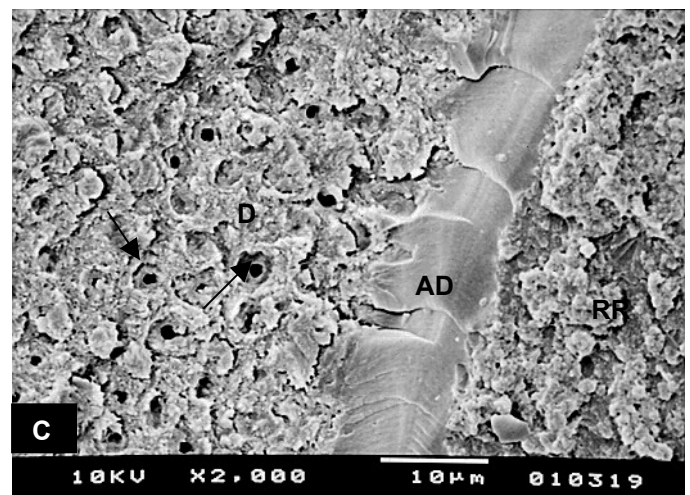
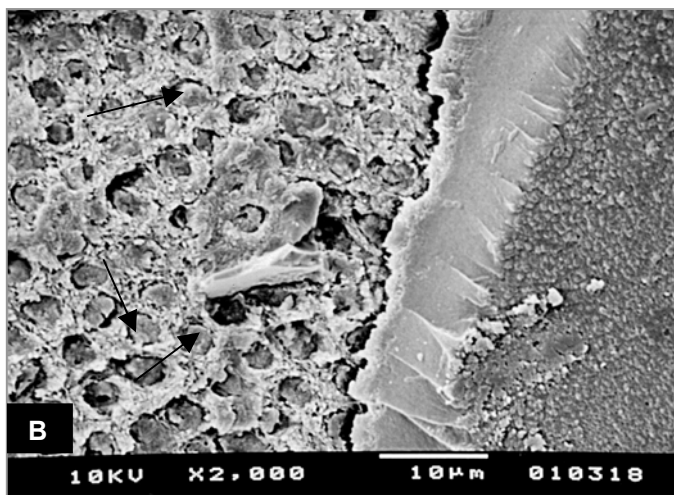
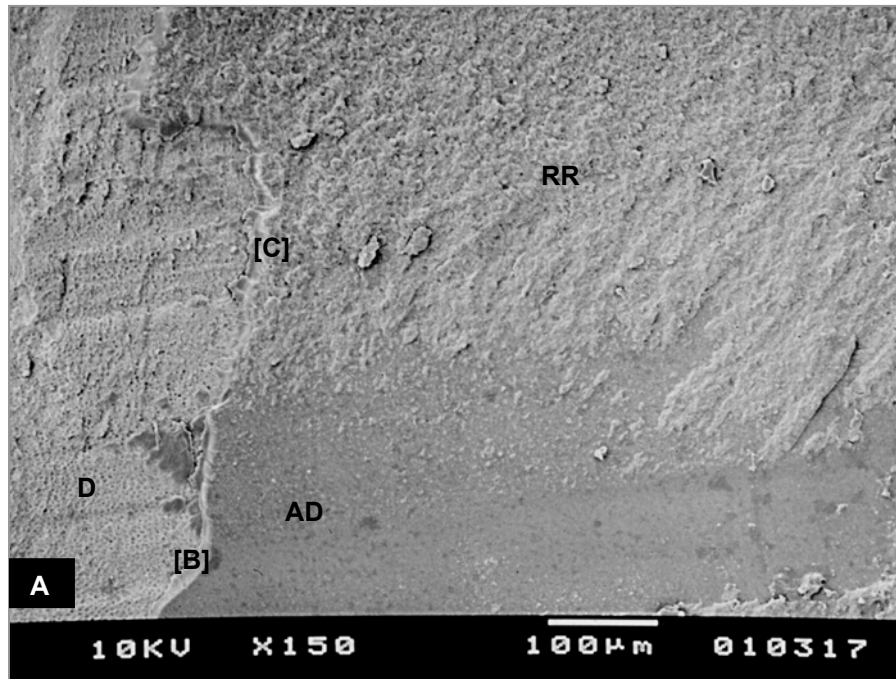


FIGURA 20- Espécime do grupo SB1 (SE Primer e Single Bond).

20A. Fratura mista (classificação III). Coesiva da resina restauradora (RR), adesiva entre resina adesiva/resina restauradora (AD) e adesiva entre resina adesiva e dentina (D). MEV, 150x.

20B. Detalhe da figura 20A. Interface resina adesiva/dentina. Observar presença de *tags* de resina no interior dos túbulos dentinários (setas). MEV, 2000x.

20C. Detalhe da figura 20A. Interface resina restauradora (RR)/resina adesiva (AD)/dentina (D). Túbulos dentinários (setas). MEV, 2000x.

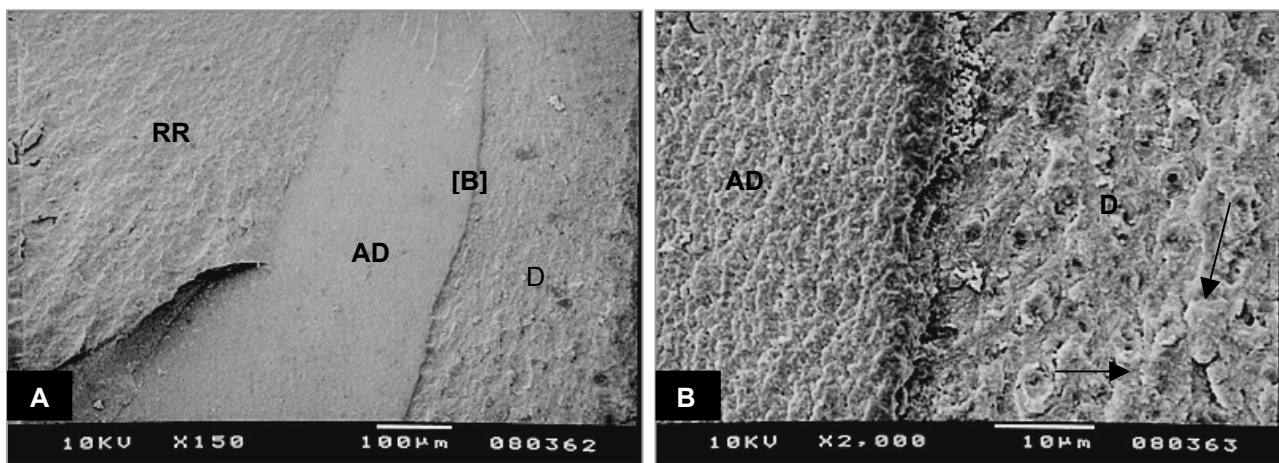


Figura 21 - Espécime do grupo CSE3 (EDTA e Clearfil SE Bond).

- 21A.** Falha mista (classificação III). Falha coesiva da resina restauradora (RR), falha adesiva entre a resina adesiva (AD) e restauradora, e falha adesiva entre resina adesiva e dentina (D). MEV, 150x.
- 21B.** Detalhe da figura 21A mostrando a superfície da resina adesiva (AD) e dentina (D). Setas mostram partículas resinosas sobre a dentina. MEV, 2000x.

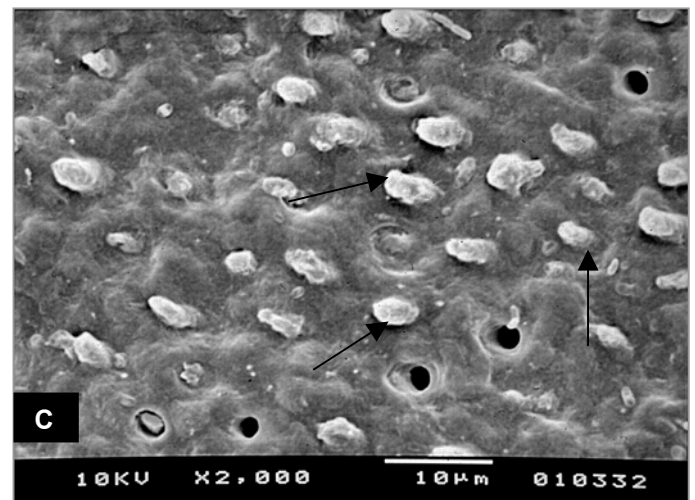
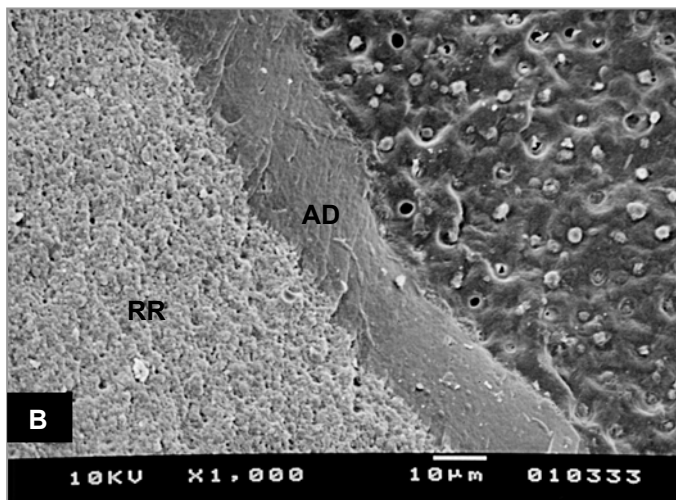
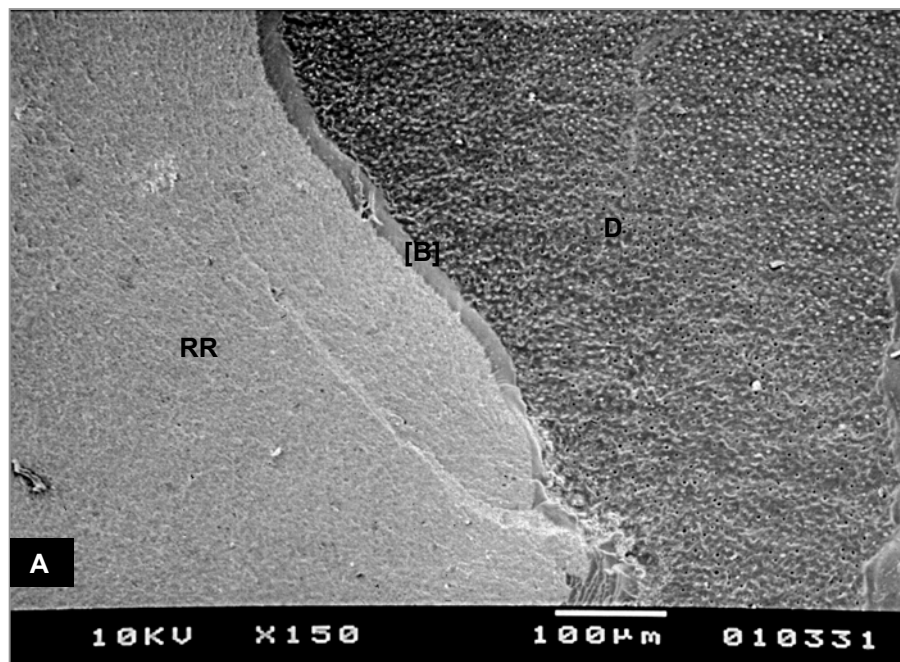


FIGURA 22 - Espécime do grupo SB2 (ácido fosfórico e Single Bond). Falha mista.

22A. Fratura coesiva da resina restauradora (RR) e fratura adesiva entre a resina adesiva e a dentina (D). MEV, 150x.

22B. Detalhe da figura 22A, resina adesiva (AD) e resina restauradora (RR). MEV, 1000x.

22C. Superfície de dentina apresentando presença de tags de resina no interior de alguns dos túbulos dentinários (setas). MEV, 2000x.

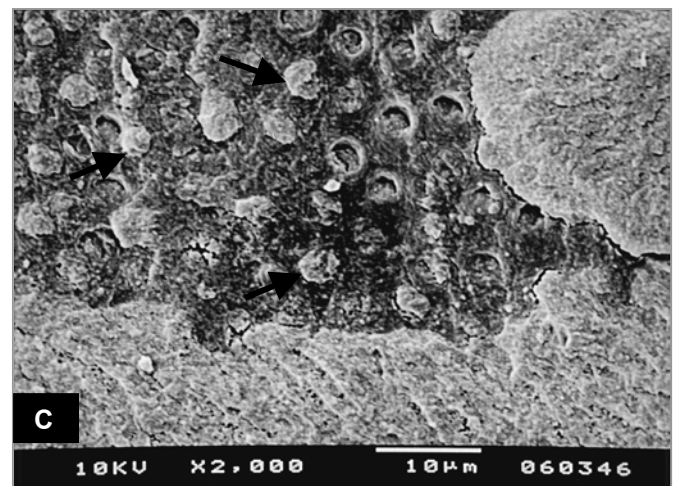
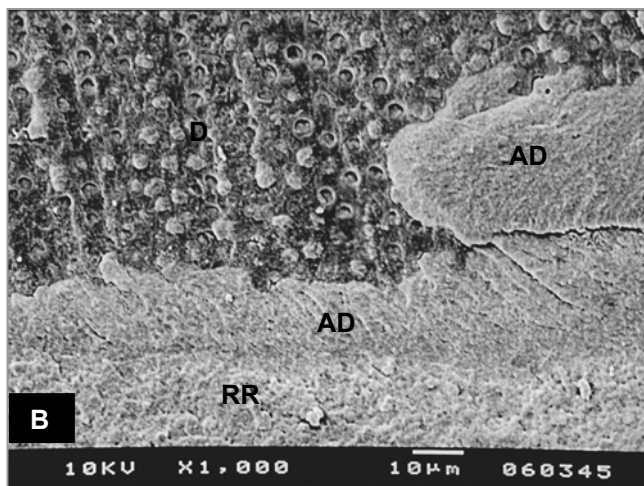
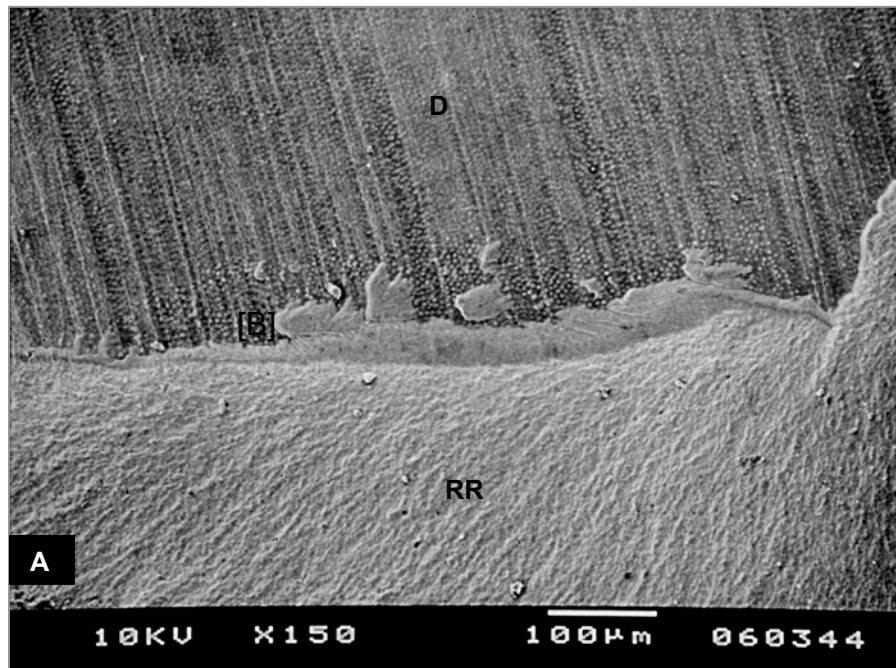


FIGURA 23 - Espécime do grupo CSE2 (ácido fosfórico e Clearfil SE Bond). Falha mista (classificação III).
23A. Fratura coesiva da resina restauradora (RR), falha adesiva entre resina adesiva e dentina (D). MEV, 150x.
23B. Detalhe da figura 23A. Resina restauradora (RR), resina adesiva (AD) e dentina (D). MEV, 2000x.
23C. Maior aumento da figura 23B mostrando a presença de tags de resina no interior dos túbulos dentinários (setas). MEV, 2000x.

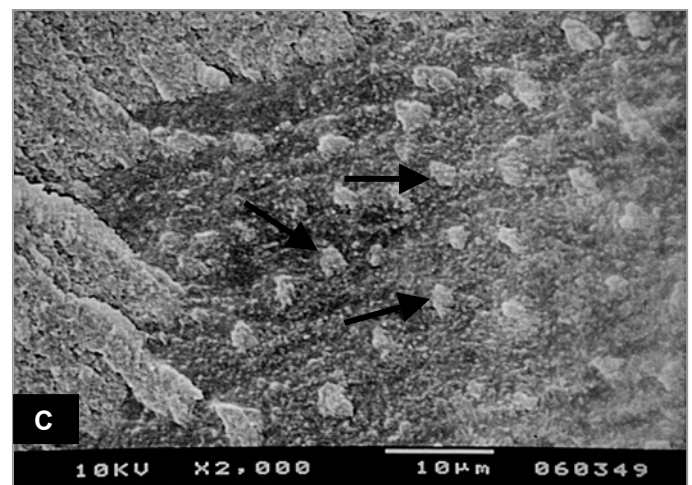
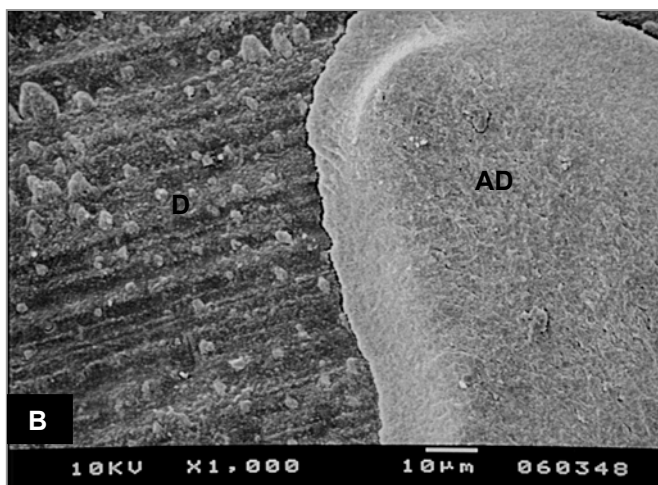
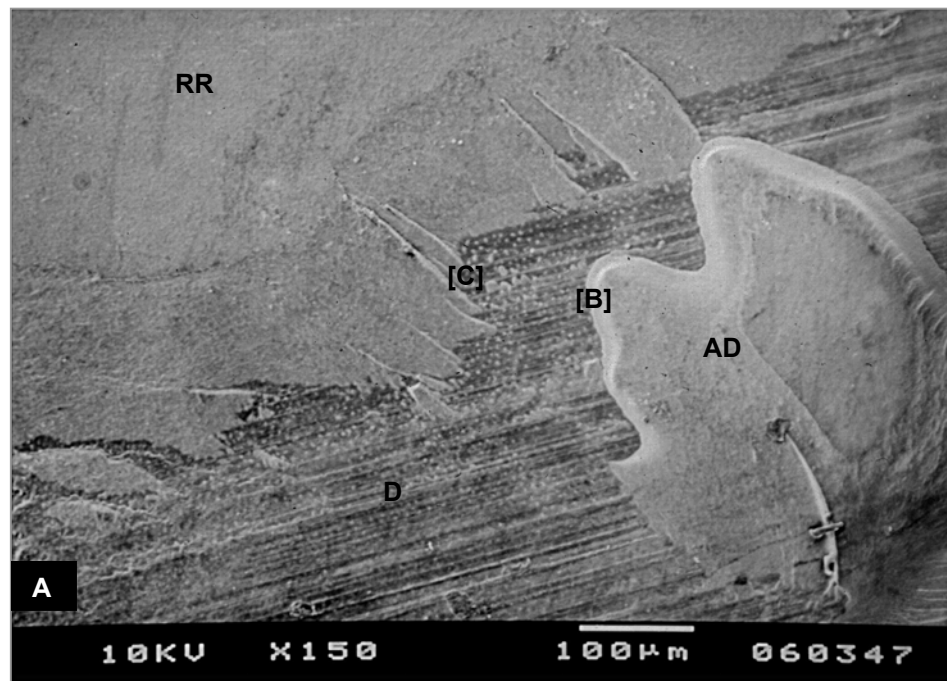
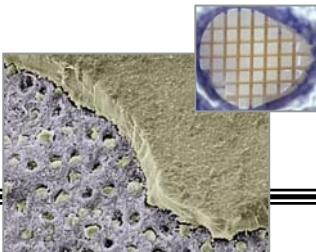


FIGURA 24. Espécime do grupo CSE2 (ácido fosfórico e Clearfil SE Bond). Falha mista (classificação III).
24A. Fratura coesiva da resina restauradora (RR), falha adesiva entre resina adesiva/dentina (D) e entre resina restauradora/resina adesiva (AD). MEV, 150x.
24B. Detalhe da figura 24A. Resina adesiva (AD) e dentina (D). MEV, 2000x.
24C. Detalhe da figura 24A mostrando a presença de tags de resina no interior dos túbulos dentinários (setas). MEV, 2000x.



6 - Discussão

6 - Discussão

A utilização de testes mecânicos para a avaliação da resistência de adesão, tem permitido o desenvolvimento de materiais e técnicas adesivas mais aprimoradas, embora os resultados destes testes não possam ser utilizados para prever o desempenho clínico dos materiais avaliados⁶⁴.

Os novos produtos, por produzirem altos valores de resistência adesiva, induzem a ocorrência de um grande número de falhas coesivas do substrato quando testes convencionais, como a resistência ao cisalhamento e a tração, são utilizados⁴⁹. Uma grande porcentagem das falhas em dentina humana ocorre com forças de tração de 15 a 20MPa⁶⁴, embora sua resistência máxima a tração seja entre 50 e 138MPa^{59, 60}. Isso ocorre devido a distribuição desigual de estresses desenvolvidos durante o ensaio mecânico⁶⁴, a presença de *tags* resinosos de comprimentos variados penetrando a dentina e defeitos intrínsecos do próprio tecido⁵⁸.

A grande área de adesão utilizada nos testes convencionais favorece a ocorrência de defeitos como bolhas, separação de fases, rugosidade superficial e espessura não uniforme da camada de resina adesiva, defeitos esses que podem orientar a propagação das fraturas, gerando valores de resistência adesiva não representativos da interface⁴⁹, questionando a validade dos testes mecânicos convencionais para a avaliação do desenvolvimento de novos produtos adesivos.

O ensaio mecânico de microtração foi desenvolvido por Sano et al.^{57, 58} com a finalidade de permitir a avaliação de pequenas áreas de adesão. Além de favorecer a ocorrência de falhas predominantemente na interface, também

produz maiores valores de resistência adesiva do que os testes convencionais, ambas vantagens devido a redução da área de adesão, o que diminui a probabilidade de ocorrência de defeitos na interface.

A possibilidade de avaliar as diferenças regionais em um mesmo dente e a presença de áreas irregulares também são vantagens deste teste⁴⁹. Entre outros, o estudo de Nakajima et al.³⁸, que comparou a resistência adesiva em áreas saudáveis e afetadas por cárie de um mesmo dente devido às vantagens do ensaio mecânico de microtração. Da mesma forma, este tipo de teste permite observar a influência da direção dos túbulos dentinários na resistência adesiva. Ogata et al.⁴¹ observaram que a direção dos túbulos é uma importante variável na adesão dentinária, sendo a adesão aos túbulos cortados paralelamente maior do que aquela realizada aos túbulos cortados transversalmente. Carvalho et al.¹⁵ também observaram que valores de resistência coesiva foram maiores quando a força de tração era aplicada perpendicularmente à orientação tubular, e menores quando aplicada paralelamente.

A forma da secção transversal dos espécimes utilizados no ensaio mecânico de microtração, segundo os estudos de Phrukkanon et al.^{53, 54}, não influencia os valores de resistência adesiva registrados, sendo que a área passa a ser a variável mais importante. A resistência adesiva à microtração é inversamente dependente da área de adesão utilizada^{13, 57, 58}, ou seja, quanto menor a área de adesão, maiores os valores de resistência adesiva registrados, e quanto maior a área, menores os valores. Sano et al.⁵⁷ recomendaram a utilização de áreas adesivas em torno de 1,6 a 1,8mm², por terem favorecido uma menor variação dos valores de resistência e um maior número de falhas

adesivas. A área utilizada no presente trabalho, de 1mm^2 , é freqüentemente adotada em estudos de microtração^{16, 26, 29, 38, 39, 41, 63, 75}.

Uma vez que a área influencia o valor de resistência adesiva, cuidados foram tomados no presente estudo, para a limitação da sua variabilidade. Assim sendo, antes do ensaio mecânico de microtração, as faces laterais de cada palito foram separadamente aferidas, e uma variação de 4%, o que representou áreas entre $0,96\text{mm}^2$ e $1,04\text{mm}^2$, ou seja, $1\pm 0,04\text{mm}^2$ foi aceita. No estudo de Phrukkanon et al.⁵³, a variação da área de $1,1\text{mm}^2$ para $1,5\text{mm}^2$ não influenciou os valores de resistência adesiva para nenhum dos sistemas estudados, porém quando a área foi ampliada para $3,1\text{mm}^2$, os valores de resistência foram estatisticamente menores.

Áreas de união de aproximadamente 1mm^2 favorecem a ocorrência de falhas exclusivamente adesivas⁴⁹, porém a literatura relata diferentes observações quanto ao tipo de falha predominante. No presente estudo, 46% das falhas observadas foram predominantemente adesivas, enquanto 18% foram mistas e 36% foram predominantemente coesivas da resina restauradora. Nenhuma falha predominantemente coesiva de dentina foi observada, assim como nos trabalhos de Carvalho et al.¹³, Perdigão et al.⁵¹ e Hashimoto et al.²⁸.

Devido a pequena dimensão dos espécimes, a desidratação ocorre de forma mais crítica, o que requer maiores cuidados quanto à armazenagem dos espécimes. No presente estudo, todos os espécimes, desde a fase de obtenção da superfície plana de dentina, foram armazenadas em soluções por períodos iguais, inclusive os palitos, os quais foram armazenados por 24h em água a temperatura ambiente, antes do ensaio mecânico de microtração. A rápida desidratação, a complexidade do preparo dos espécimes e a necessidade de

equipamento especial para adaptar os espécimes a máquina de ensaios, são apontadas como desvantagens do teste de microtração⁴⁹.

Além da área adesiva, existe um grande número de variáveis que pode influenciar os resultados dos testes mecânicos de adesão. Segundo Pashley et al.⁴⁹ estas variáveis podem ser agrupadas em categorias, como variáveis relacionadas ao substrato, ao condicionamento, aos materiais adesivos, à armazenagem e ao próprio teste. As particularidades de cada estudo, no que dizem respeito a estas variáveis, dificultam a comparação direta dos resultados, o que demonstra a necessidade de protocolos para padronização destes testes⁶⁴.

A complexidade estrutural e de composição do substrato dentinário confere a este tecido particularidades que dificultam a obtenção de interfaces homogêneas⁶³. Características regionais como permeabilidade, densidade e orientação dos túbulos dentinários podem responder, entre outras, pelas variações dos valores de resistência adesiva obtidos em diferentes trabalhos utilizando os mesmos sistemas adesivos. Mesmo superfícies planas de dentina apresentam grandes variações devido a estas diferentes características regionais⁶³. Alguns sistemas adesivos são mais sensíveis à diferenças de profundidade dentinária do que outros⁷³.

A presença de fluido no interior dos túbulos dentinários, proveniente do tecido pulpar, representa uma das principais características deste substrato. Este fluido está sob constante pressão¹⁹, movimentando-se no sentido da polpa para a junção amelo-dentinária, movimento este denominado de permeabilidade transdentinária, responsável pela sensibilidade e constante umedecimento da dentina exposta⁴⁴.

A dentina profunda tem um maior conteúdo de água do que a dentina superficial devido ao maior diâmetro e número de túbulos por unidade de área, características estas que também lhe confere maior permeabilidade⁴⁵. A área ocupada por túbulos pode chegar até 22% na dentina profunda, comparada a apenas 1% na dentina superficial^{42,43}. A densidade tubular pode afetar a resistência máxima da dentina às forças de tração. Carvalho et al.¹⁵ observaram uma tendência de diminuição dos valores de resistência coesiva com o aumento da densidade tubular, embora esta correlação não tenha sido estatisticamente significativa.

A presença de água no substrato dentinário pode diluir os solventes orgânicos presentes em alguns sistemas adesivos, resultando no desprendimento de monômeros da fase solúvel, o que pode interferir com a conversão dos monômeros em polímeros⁷³. Os monômeros livres, que se apresentam em forma de glóbulos, podem se locomover pelos túbulos dentinários com a movimentação do fluido pulpar.

No presente estudo, não foi encontrada correlação ($r=-0,057$) entre a resistência adesiva e a espessura da dentina remanescente para nenhum dos sistemas adesivos avaliados, que reflete indiretamente a profundidade em dentina. Os sistemas adesivos foram aplicados em dentina superficial, onde a espessura da dentina remanescente foi, em média, 3,94mm. A mesma ausência de correlação foi observada por Carvalho et al.¹³.

A maioria dos estudos de adesão *in vitro* é desenvolvida na ausência de pressão intra-pulpar, assim como o presente estudo, porém, a perfusão dos dentes com soluções que se assemelhem ao fluido dentinário é uma forma de simular mais adequadamente as condições *in vivo* de dentes vitais².

Vários estudos *in vitro*^{18, 2, 67} sugerem que a presença de fluido dentro dos túbulos dentinários, com ou sem pressão, pode reduzir os valores de resistência adesiva para alguns sistemas, especialmente em dentina profunda⁶⁷. A ausência de pressão simulada no interior dos túbulos dentinários poderia explicar a ausência de correlação observada neste estudo entre a resistência adesiva e a espessura da dentina remanescente, associado ao fato de que os sistemas adesivos têm se tornado cada vez mais hidrofílicos e foram aplicados sobre dentina superficial.

Dentes humanos são freqüentemente utilizados em estudos *in vitro* para a obtenção do substrato dentinário. Assim como neste estudo, vários outros utilizaram terceiros molares humanos^{1, 3, 4, 5, 11, 12, 13, 16, 17, 20, 23, 28, 33, 38, 39, 40, 41, 53, 54, 55, 57, 59, 62, 63, 66, 67, 73, 74}. Entretanto, dentes incisivos bovinos também são considerados adequados, especialmente por fornecerem uma ampla área para adesão, o que é particularmente conveniente quando da utilização dos testes mecânicos convencionais, como tração e cisalhamento.

Resultados estatisticamente semelhantes de adesão podem ser obtidos quando da aplicação de sistemas adesivos em dentes humanos recém extraídos, dentes humanos extraídos de crânios secos e dentes bovinos³⁷. A resistência máxima à forças de tração da dentina coronária humana gira em torno de 104MPa, enquanto que o mesmo tipo de resistência para a dentina coronária bovina é de 91MPa. Também o módulo de elasticidade destes dois substratos é bastante similar, variando entre 13 a 15MPa⁵⁹.

Na grande maioria dos estudos, a resistência adesiva é avaliada utilizando-se substrato dentinário, humano ou bovino, saudável. Nakajima et al.³⁸ utilizaram substrato dentinário afetado por cárie e observaram que os valores de

resistência adesiva foram menores do que os valores observados quando da aplicação dos mesmos sistemas adesivos em dentina saudável. Resistência adesiva significativamente maior à dentina normal do que à dentina cariada também foi observado por Yoshiyama et al.⁷⁵. Provavelmente, na dentina afetada por cárie, a presença de depósitos minerais obliterando a entrada dos túbulos (esclerose dentinária) além de impedir a formação de *tags* de resina, também confere a matriz intertubular uma maior resistência à dissolução ácida⁷⁵.

Novos adesivos dentinários deveriam ser capazes de produzir altos valores de resistência adesiva em todos os tipos de substratos, especialmente dentina afetada por cárie, além de promoverem um hermético selamento marginal, impedindo a microinfiltração e conseqüente degradação da interface adesiva, recorrência de cárie e irritação pulpar³⁸.

Segundo as recomendações da ISO TR 11450³⁰, a utilização da ciclagem térmica com 500 ciclos em banhos alternados em temperaturas de 5°C e 55°C pode ser utilizada para submeter a interface adesiva a desafios térmicos e conseqüentemente reproduzir o envelhecimento da restauração^{36, 39}. Neste estudo, o ensaio mecânico de microtração foi realizado após a ciclagem térmica dos espécimes, que consistiu de 500 ciclos em banhos alternados em água a temperaturas de 5°C e 55°C, porém, ainda existe controvérsia na literatura a respeito da necessidade ou não deste procedimento. Outros trabalhos como os de Gordan et al.²³ e Perdigão et al.⁵⁰ também utilizaram as mesmas condições de ciclagem térmica.

Segundo Nikaido et al.³⁹, a resistência adesiva não foi afetada quando o sistema adesivo Clearfil Liner Bond 2V foi aplicado sobre superfícies planas de dentina submetidas a ciclos de alteração térmica ou mecânica, enquanto que,

quando o mesmo material adesivo foi utilizado em cavidades de classe I, apenas após 50.000 ciclos térmicos, ocorreu a queda da resistência adesiva. Miyasaki et al.³⁶ observaram uma diminuição da resistência adesiva com o aumento do número de ciclos térmicos, porém, esta diminuição foi estatisticamente significativa apenas para alguns dos sistemas avaliados. A redução da resistência foi significativa para os sistemas convencionais simplificados, incluindo o Single Bond, para os grupos submetidos a 30.000 ciclos térmicos, enquanto que os sistemas auto-condicionantes mantiveram seus valores de adesão.

A ação mecânica de corte da dentina durante os procedimentos restauradores resulta na formação da *smear layer*, que por sua vez tem uma grande influência sobre a permeabilidade da dentina⁴². Oitenta e seis por cento da resistência à movimentação de fluidos através da dentina é devido a presença da *smear layer*. Embora seja semipermeável, sua remoção total pode aumentar o transporte de fluidos para a superfície em vinte vezes⁴⁸.

Diferentes *smear layers* são formadas na dependência do procedimento mecânico realizado sobre a dentina. Diferenças na quantidade e qualidade desta camada podem afetar a resistência adesiva de materiais aplicados sobre ela, como os sistemas adesivos auto-condicionantes, uma vez que podem apresentar uma fraca acidez³⁹.

Convencionalmente, as superfícies dentinárias utilizadas nos testes de microtração são desgastadas com discos de lixa para sua planificação e criação da *smear layer*, assim como realizado no presente estudo. Watanabe et al.⁷² observaram que a *smear layer* criada com lixas de papel de diferentes granulações apresentavam densidade e espessura distintas. Quando lixa de granulação 180 foi utilizada, a *smear layer* apresentava-se menos compacta e

mais espessa, o que favoreceu a difusão do agente acidificado e sua interação com a superfície de dentina, enquanto que a *smear layer* criada utilizando-se lixa de granulação 600 apresentava-se mais compacta e fina, dificultando tal difusão. Esta diferença de densidade pode influenciar a capacidade de difusão de primers acidificados, encontrados mais freqüentemente nos sistemas auto-condicionantes, e conseqüentemente, sua interação com a superfície de dentina. *Smear layers* menos compactas, como as criadas com lixas de granulação maior, representam uma pobre barreira à permeação de materiais resinosos ⁷².

A mesma influência de diferentes *smear layers* sobre a resistência adesiva foi observada por Koibuchi et al.³², porém com resultados inversos aos apresentados por Watanabe et al.⁷². Foi observado que quando a *smear layer* foi criada por lixa de granulação 600, esta apresentou-se mais lisa superficialmente e favoreceu a obtenção de maiores valores de resistência adesiva, enquanto que com lixa de granulação 180, a *smear layer* mais irregular e áspera, não permitiu a obtenção de valores tão altos. Segundo estes autores, a *smear layer* produzida pela lixa de granulação 180, simularia a *smear layer* formada in vivo com a utilização de broca.

Resultados diferentes aos de Watanabe et al.⁷² e Koibuchi et al.³² (2001) foram obtidos por Tay et al.⁶⁹. Segundo os autores, o conceito de que a espessura da *smear layer* interfere na habilidade de sistemas adesivos auto-condicionantes em condicionar a superfície da dentina e criar verdadeiras camadas híbridas não é provável. Todos os sistemas adesivos avaliados em seu estudo foram capazes de interagir com a dentina subjacente, criando camadas híbridas de espessura similar, independente se a *smear layer* havia sido criada com lixa de papel de granulação 180 ou 600.

Smear layers compactas como as criadas pela utilização de lixa de granulação 600, não são produzidas *in vivo* quando da utilização de brocas, de aço ou diamantada, e curetas. Ogata et al.⁴⁰ observaram que a resistência adesiva de sistemas auto-condicionantes aplicados à dentina preparada por brocas, foi inferior a resistência adesiva quando os mesmos sistemas foram aplicados à superfícies preparadas por lixa de granulação 600. A *smear layer* produzida por brocas de aço ou diamantadas é mais irregular e áspera, além de apresentarem propriedades mecânicas inferiores. Brocas diamantadas deveriam ser evitadas quando do preparo clínico da dentina, especialmente quando da posterior utilização de sistemas auto-condicionantes⁴⁰. No trabalho de Ogata et al.⁴⁰, a resistência adesiva do sistema Clearfil SE Bond aplicado a dentina preparada com lixa 600 foi de $47,0 \pm 13,7$ MPa, enquanto que no presente estudo, sob as mesmas condições de produção da *smear layer*, a média observada foi de $31,93 \pm 12,49$ MPa. Castro¹⁶ obteve um valor médio de $39,02 \pm 9,84$ MPa.

Assim sendo, além de depender da concentração de ácido, viscosidade, poder de umectabilidade, coeficiente de difusão, pH, pKa e tempo de aplicação do primer, a profundidade de desmineralização da dentina pode também depender da espessura e densidade da *smear layer*, o que foi considerado no presente estudo com a padronização da formação da *smear layer*, pela utilização de lixa de granulação 600 umedecida em água, e tempo de desgaste igual para todas as superfícies de dentina antes da aplicação dos agentes condicionadores.

A presença da *smear layer* pode interferir na resistência adesiva, tanto pela quantidade como pela qualidade de seus componentes. Um exemplo disso, são os sistemas denominados de segunda geração que foram desenvolvidos para serem aplicados diretamente sobre a *smear layer*, os quais produziam

baixos valores de resistência adesiva devido a pequena força coesiva entre as partículas presentes nesta camada. A força coesiva da *smear layer* é reportada como sendo 5MPa⁴³.

Somente quando a presença e a influência da *smear layer* nos processos de adesão à dentina foram cientificamente comprovados, condicionadores dentinários começaram a ser desenvolvidos com o intuito de limpar a superfície dentinária ou remover superficialmente a *smear layer*, uma vez que esta poderia conter colágeno desnaturado⁴⁷. Hipoclorito de sódio a 5% foi um dos primeiros agentes utilizados como condicionadores da dentina, cujo objetivo era a solubilização do colágeno desnaturado e geleificado presente na superfície⁴⁷.

A observação de Brännström⁷ de que bactérias poderiam estar incorporadas à *smear layer* resultou no desenvolvimento de uma solução de EDTA a 0,2%, pH7,4 associada a um agente desinfetante de superfície, o cloreto de benzalcônio.

A remoção completa da *smear layer* utilizando condicionadores ácidos, como o ácido fosfórico, foi utilizada com sucesso pela primeira vez por Fusayama et al.²² em 1979, quando realizou-se o condicionamento de esmalte e dentina com ácido fosfórico a 37% por 60 segundos previamente à aplicação do sistema adesivo Clearfil New Bond, resultando em aumento da resistência adesiva. Este trabalho foi o pioneiro na introdução da técnica então denominada de condicionamento ácido total.

Pashley et al.⁴⁷ apontam como vantagens do condicionamento ácido total a remoção da *smear layer*, a qual é fracamente aderida à superfície dentinária, e a exposição de fibras colágenas que servem como arcabouço para a criação de uma camada híbrida composta por colágeno e resina. Um dos problemas deste

tipo de condicionamento da dentina é o aumento da umidade superficial, a qual pode interferir na habilidade adesiva de componentes resinosos hidrofóbicos, levando ao estabelecimento de uma fraca adesão. Contudo, tal desvantagem foi superada pela incorporação de HEMA em concentrações que podem variar de 30 a 55%, e outros monômeros hidrofílicos na composição dos sistemas adesivos, especialmente dos primers. Outras desvantagens da técnica de condicionamento ácido total seriam o aumento do potencial de irritação pulpar, possibilidade de desnaturação do colágeno, possibilidade de redução da porosidade da matriz desmineralizada pela precipitação de íons cálcio e fosfato e discrepância entre a profundidade de desmineralização e de penetração dos monômeros resinosos⁴⁵.

A interação de agentes ácidos com a dentina é limitada pelo efeito tampão que a hidroxiapatita e outros componentes dentinários, como as fibras colágenas, exercem. Além disso, todos os ácidos utilizados sobre a dentina são hipertônicos, os quais estimulam o aumento da movimentação do fluido dentinário no sentido da polpa para a superfície, limitando a penetração do agente ácido e promovendo sua diluição⁵¹.

Embora a capacidade de desmineralização da dentina por ácidos seja limitada pelos mecanismos citados acima, o aumento do tempo de condicionamento aumenta a zona de desmineralização. Entretanto, foi observada a ocorrência da redução da resistência adesiva quando a dentina foi condicionada por prolongados períodos de tempo, provavelmente pela presença de uma zona de colágeno não reforçada por resina²⁷. Altos valores de resistência adesiva foram observados por Hashimoto et al.²⁷ quando do condicionamento ácido da dentina por 15 segundos, assim como camadas híbridas menos espessas, o que demonstra a não existência de correlação entre

a espessura da camada híbrida e a resistência adesiva^{26, 51, 55, 69}. O tempo de condicionamento por 15 segundos foi adotado no presente estudo.

A incompleta penetração da rede de colágeno exposto por monômeros resulta na formação de uma zona intrinsecamente frágil, que embora possa produzir altos valores de resistência adesiva inicialmente, se torna fraca com o passar do tempo devido a hidrólise das fibras colágenas que foram expostas, porém não protegidas⁴⁷.

Foi demonstrado por Sano et al.⁶⁰ a possibilidade de ocorrência de nanoinfiltração na interface adesiva. A presença de espaços nanométricos na interface que permitem a infiltração ocorrem como resultado da incompleta infiltração da dentina desmineralizada, assim como da inadequada polimerização da resina adesiva. A infiltração de fluidos por estes espaços pode causar a remoção de monômeros não polimerizados solúveis em água e hidrólise das fibras colágenas expostas⁴⁷ levando a degradação da interface adesiva entre resina e dentina, o que poderia afetar a longevidade das restaurações adesivas.

Dados conflitantes são observados na literatura quanto à estabilidade, a longo prazo, da interface adesiva. Embora estudos clínicos tenham demonstrado a ocorrência de degradação desta interface^{10, 26, 61}, Carvalho et al.¹⁴ demonstraram que a armazenagem de dentina desmineralizada por EDTA, com exposição das fibras colágenas, em solução salina tamponada por 48 meses, não causou degradação das fibras e nem a conseqüente redução de suas propriedades físicas.

Apesar do condicionamento ácido total ser o método mais popular de tratamento do esmalte e da dentina²⁵, devido a possibilidade da presença de uma zona de colágeno não infiltrada por resina e do colapso das fibras

colágenas, novas alternativas foram desenvolvidas visando promover a dissolução superficial da dentina e penetração do agente adesivo concomitantemente, além da eliminação da etapa clínica de lavagem do agente condicionador e posterior secagem da superfície, o que favorece o colapso das fibras colágenas.

Uma forma bastante simples de se evitar os problemas decorrentes da utilização de ácidos fortes sobre a dentina, como o ácido fosfórico, é a utilização de agentes adesivos auto-condicionantes, que segundo Milia et al.³³ alteram o colágeno de forma menos severa do que o ácido fosfórico.

Primers auto-condicionantes eram inicialmente compostos por substâncias ácidas como o *Phenyl-P* misturado com monômeros resinosos hidrofílicos como o hidroxietilmetacrilato (HEMA)⁷². Estes primers acidificados produziam altos valores de resistência adesiva quando aplicados diretamente sobre a *smear layer*, por dissolverem parcialmente as partículas presentes em sua fase mineral, promovendo a infiltração desta camada por HEMA⁷², e por desmineralizar superficialmente a dentina subjacente.

Altos valores de resistência adesiva são obtidos quando da utilização sobre dentina de sistemas que contém primers auto-condicionantes, valores estes comparáveis ou até mesmo superiores aos obtidos quando da utilização dos sistemas convencionais^{20, 29, 36}. Entretanto, quando utilizados sobre esmalte, a resistência adesiva produzida por esses sistemas ainda é inferior à observada quando do condicionamento deste tecido com ácido fosfórico^{31, 46}.

No presente estudo, valores médios estatisticamente iguais foram obtidos para os sistemas adesivos aplicados de acordo com as orientações dos fabricantes, ou seja, Single Bond após condicionamento ácido da dentina (grupo

SB2), e Clearfil SE Bond, após tratamento da dentina com SE primer (grupo CSE1), $40,88 \pm 14,28 \text{ MPa}$ e $31,93 \pm 12,49 \text{ MPa}$ respectivamente. A mesma igualdade de resistência adesiva entre estes dois sistemas, embora com valores médios inferiores, $24,6 \pm 4,4$ e $24,3 \pm 4,7$, foi observada por Dünn & Söderholm²⁰ e por Castro¹⁶, $32,44 \pm 12,45$ e $39,02 \pm 9,84 \text{ MPa}$, respectivamente.

Inoue et al.²⁹ obtiveram um valor médio de resistência adesiva para o sistema Clearfil SE Bond de $46,5 \pm 15,0 \text{ MPa}$ e praticamente o mesmo valor médio, $46,11 \pm 11,27 \text{ MPa}$, foi observado por Takahashi et al.⁶⁶, valores estes superiores ao valor médio observado neste estudo, $31,93 \pm 12,49 \text{ MPa}$.

A diferença entre os valores de resistência adesiva para um mesmo sistema em diferentes estudos, é justificada pelas particularidades da metodologia, assim como pela individualidade do operador⁶³. Espessura e densidade da *smear layer*, especialmente para os sistemas auto-condicionantes, grau de umedecimento da superfície^{26, 65} e profundidade da dentina, tempo de condicionamento ácido, espessura da camada de adesivo⁷⁶, particularidades do teste mecânico, entre outros, podem responder por tal diferença.

Tay & Pashley⁶⁸ observaram que diferentes sistemas auto-condicionantes apresentam diferentes potenciais de penetração e solubilização da *smear layer* e desmineralização superficial da dentina subjacente. Sistemas mais agressivos, como o sistema Prompt L-Pop, podem dissolver completamente a *smear layer* e formar verdadeiras camadas híbridas tão espessas quanto aquelas formadas com a utilização de ácido fosfórico (2,5 a $5,0 \mu\text{m}$). O sistema Clearfil SE Bond foi considerado como pouco agressivo, permitindo a formação de camadas híbridas verdadeiras de 0,4 a $0,5 \mu\text{m}$ de espessura.

Esta agressividade dos sistemas auto-condicionantes, como denominada por Tay & Pashley⁶⁸, entre outras particularidades de sua composição, está relacionada ao pH do produto. Enquanto o pH do sistema Prompt L-Pop é de 1,0, o sistema Clearfil SE Bond apresenta pH 2,0.

A mesma correlação negativa entre a agressividade do sistema e seu pH foi observada por Tay et al.⁶⁹. Sistemas adesivos auto-condicionantes com pequeno valor de pH, como o sistema Clearfil Liner Bond II (pH 1,4), produzem verdadeiras camadas híbridas mais espessas quando comparadas com as formadas com sistemas como o Clearfil SE Bond e Clearfil Liner Bond 2V, cujos pH são respectivamente 2,0 e 2,8. Quando o sistema All Bond 2, cujo pH é 5,2, foi aplicado sobre a dentina coberta por *smear layer*, não foi observada a formação de camada híbrida, provavelmente devido a sua incapacidade de desmineralizar a superfície de dentina subjacente. Entretanto, este sistema foi capaz de hibridizar 0,3 a 0,5µm da *smear layer* presente.

À semelhança do sistema All Bond 2, o sistema Single Bond também apresenta um alto pH, 4,3, quando comparado ao pH dos sistemas auto-condicionantes. No estudo piloto desenvolvido antes da execução do presente trabalho, o sistema Single Bond foi aplicado diretamente sobre a *smear layer*, sem nenhum tipo de tratamento. Todos os espécimes foram perdidos no momento da realização dos cortes para a obtenção dos espécimes em forma de palito, o que inviabilizou a inclusão deste grupo na pesquisa.

Apesar das vantagens destes sistemas e da alta resistência adesiva obtida inicialmente, a produção de uma camada de *smear layer* reforçada pela impregnação de resina, ou seja, a incorporação da *smear layer* à interface

adesiva, é apontada como uma importante desvantagem, uma vez que pode resultar em defeitos nesta interface ³⁵.

A combinação do condicionamento da dentina com EDTA e a aplicação de sistemas auto-condicionantes resulta em adesão dentinária clinicamente aceitável³⁵. Soluções de EDTA, quando aplicadas sobre a dentina, preservam as fibras colágenas mais do que o ácido fosfórico^{6, 33} por apresentarem propriedade desmineralizante mais suave. Enquanto o ácido fosfórico a 32% é um ácido relativamente forte (pKa2,12) com pH próximo de 1, o EDTA é um agente quelante suave (pKa6.1) com capacidade de remover íons cálcio em pH neutro, resultando em dissolução da *smear layer* e remoção seletiva da hidroxiapatita, preservando as fibras colágenas da matriz ⁴.

A utilização de EDTA 0,5M, mesmo em pH7,0, é quase tão efetiva na remoção da *smear layer* quanto os ácidos cítrico e fosfórico, resultando em aumento da permeabilidade dentinária em 73,2% quando aplicado por 30 segundos. O ácido fosfórico aplicado por 10 segundos aumenta a permeabilidade dentinária em 132,5% ⁴⁷.

Vários estudos têm demonstrado a capacidade de soluções de EDTA em remover a *smear layer*, em concentrações variando entre 0,1 até 24% ^{3, 4, 5, 7}. Blömlöf et al. ³ observaram uma grande dissolução da *smear layer*, com apenas alguns remanescentes ainda presentes, e ainda a presença esparça de fibras colágenas expostas quando uma solução de EDTA 0,5M foi aplicada sobre a dentina. Quando a concentração da solução foi elevada a 24%, foi observada dissolução quase completa da *smear layer* e fibras colágenas expostas por toda a superfície.

Miyasaka & Nakabayashi³⁵, demonstraram que a combinação de EDTA 0,5M pH 7,4 com um primer auto-condicionante contendo *Phenyl P*/HEMA em acetona, produziu efetivos valores de resistência à dentina e camadas híbridas de alta qualidade.

O condicionador dentinário do sistema Gluma, é composto por EDTA 0,5M pH7,0, e segundo recomendações do fabricante, deve ser aplicado sobre a dentina por 30s⁶⁵. Cederlund et al.¹⁷ observaram que 30 segundos de aplicação foi um período adequado para se conseguir altos valores de resistência adesiva quando da utilização de EDTA a 24%. Baseado nestes resultados, foi estabelecido o tempo de 30 segundos para a aplicação da solução de EDTA como condicionador dentinário neste estudo.

No presente estudo, a combinação do condicionamento da dentina com EDTA 0,5M pH7,2 com o sistema adesivo auto-condicionante Clearfil SE Bond (grupo CSE3), produziu um valor médio de resistência adesiva de $47,81 \pm 15,01$ MPa, valor este estatisticamente maior do que o valor médio observado quando o sistema foi aplicado diretamente sobre a *smear layer* (grupo CSE1), $31,93 \pm 12,49$ MPa, ou quando o condicionamento com ácido fosfórico foi realizado (grupo CSE2), $36,44 \pm 15,16$ MPa. O mesmo não foi observado por Tay et al.⁶⁹ quando utilizaram o sistema Clearfil SE Bond sobre dentina fraturada, portanto sem *smear layer*, ou sobre dentina coberta por *smear layer* produzida com lixa de papel de granulação 600. A resistência deste sistema quando aplicado sobre a dentina fraturada foi estatisticamente igual a resistência observada quando de sua aplicação sobre a dentina coberta com *smear layer*, $54,83 \pm 11,63$ MPa e $57,54 \pm 11,22$ MPa, respectivamente. Segundo estes autores, o sistema Clearfil SE Bond foi capaz de penetrar com facilidade através de *smear*

layer com espessura de 3 a 4µm e ainda permanecer suficientemente ácido para desmineralizar 400 a 500nm da dentina peritubular. Esta mesma profundidade de desmineralização da dentina foi observada nos dentes criofraturados.

A presença da *smear layer* hibridizada na interface adesiva, pode representar uma área mais susceptível a falhas³⁵. A separação desta *smear layer* da verdadeira camada híbrida subjacente seria possível pois o único material conectando estas duas camadas é a resina que se difundiu entre os glóbulos agregados que compõem a *smear layer*, entre as fibras colágenas e dentro dos túbulos dentinários formando *smear plugs* hibridizados⁶⁹. Assim sendo, parece plausível especular que a remoção prévia da *smear layer* quando da aplicação do sistema Clearfil SE Bond (grupo CSE3) favoreceu a maior homogeneidade da interface adesiva, gerando, como consequência, maiores valores de resistência adesiva quando comparado aos valores produzidos quando o mesmo sistema foi aplicado diretamente sobre a *smear layer* (grupo CSE1).

Por outro lado, a combinação do condicionamento com EDTA e o sistema adesivo Single Bond (grupo SB3), resultou em uma média de resistência adesiva de 27,51±22,87MPa, média esta estatisticamente inferior as observadas para os grupos onde a dentina foi tratada com o primer acidificado SE Primer (grupo SB1) ou com ácido fosfórico (grupo SB2), 58,51±20,81MPa e 40,88±14,28MPa, respectivamente.

Estes resultados para o sistema convencional, são conflitantes com os observados por Blomlöf et al.⁵ e Cederlund et al.¹⁷. Quando o sistema adesivo All Bond 2, cujo pH é 5,2, foi aplicado à dentina condicionada com EDTA a 24%, o valor médio de resistência adesiva ao cisalhamento de 13,1±4,5MPa, foi

estatisticamente superior à média observada quando o sistema adesivo foi aplicado à dentina condicionada com ácido fosfórico, $8,2 \pm 3,5$ MPa. Este aumento da resistência adesiva variou entre 61 e 123%. Quando o sistema adesivo Prime & Bond NT foi utilizado, valores estatisticamente iguais foram observados, $6,1 \pm 2,1$ MPa e $5,9 \pm 2,6$ MPa, respectivamente para a associação com EDTA e ácido fosfórico⁵.

Neste estudo de Blömlöf et al.⁵, foi utilizada uma solução de EDTA a 24% por 3 minutos, enquanto que no presente estudo, tanto o tempo de aplicação como a concentração da solução, foram menores, 30 segundos e 18% (0,5M). Como demonstrado por Blömlöf et al.⁴ (1999), a utilização de uma solução de EDTA mais concentrada e por tempo prolongado, resulta em desmineralização superficial da dentina, além da remoção da *smear layer*, o que provavelmente não ocorreu no presente estudo, impedindo a formação de uma adequada camada híbrida quando o sistema Single Bond foi utilizado (grupo SB3), cujo pH é 4,3.

Além disso, este grupo (SB3) apresentou um altíssimo coeficiente de variação (83%), com valores de resistência adesiva variando entre 0 e 75,2 MPa. Esta variabilidade demonstra que a resistência adesiva obtida com a associação do EDTA com o sistema adesivo Single Bond é imprevisível, o que contra-indica sua recomendação.

A associação de sistemas adesivos auto-condicionantes ao condicionamento ácido da dentina parece não influenciar a resistência adesiva. No trabalho de Gordan et al.²³ quando o sistema Clearfil Liner Bond 2 foi aplicado à dentina condicionada com ácido fosfórico, a resistência adesiva obtida de $20,4 \pm 5,8$ MPa foi estatisticamente igual a resistência obtida sem o

condicionamento ácido, $15,7 \pm 5,8$ MPa. O mesmo foi observado no presente estudo para o sistema Clearfil SE Bond. O condicionamento da superfície de dentina com ácido fosfórico antes de sua aplicação, não melhorou sua resistência adesiva à microtração. Um valor médio de $31,93 \pm 12,49$ foi obtido sem o condicionamento enquanto que $36,44 \pm 15,16$ MPa foram obtidos com o condicionamento ácido.

Uma vez que as desvantagens do condicionamento da dentina com ácido fosfórico já foram discutidas, esta associação também não seria recomendada.

Como a utilização de primers acidificados poderiam superar os efeitos indesejáveis causados pelo ácido fosfórico, seria plausível avaliar a associação deste tipo de produto como agente condicionador da dentina a sistemas adesivos convencionais simplificados. No trabalho de Francci et al.²¹, a utilização do sistema Single Bond após o condicionamento da dentina com o primer acidificado do sistema Clearfil SE Bond, resultou em altos valores de resistência adesiva (média de $47,5 \pm 13,8$ MPa), valores esses similares aos obtidos com a utilização do ácido fosfórico (média de $52,2 \pm 6,9$ MPa)²¹. O mesmo resultado foi observado no presente estudo, porém, quando associado ao primer auto-condicionante SE Primer, o valor médio de resistência adesiva do sistema Single Bond (grupo SB1), $58,51 \pm 20,81$ MPa, foi estatisticamente maior do que o valor obtido quando do condicionamento prévio com ácido fosfórico, $40,88 \pm 14,28$ MPa.

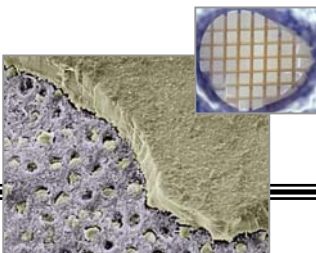
Este aumento da resistência adesiva provavelmente ocorreu devido a melhor impregnação da camada de dentina desmineralizada, evitando a ocorrência de uma zona de colágeno exposto desprotegido, a qual representa uma estrutura mais sujeita à falhas⁴⁷, uma vez que primers auto-condicionantes

apresentam a propriedade de desmineralizar e impregnar a dentina concomitantemente.

A utilização do primer auto-condicionante SE Primer como agente condicionador da dentina antes da aplicação do sistema adesivo Single Bond (SB1) produziu um valor médio de resistência adesiva, $58,51 \pm 20,81 \text{ MPa}$, estatisticamente maior quando comparado ao valor médio, $31,93 \pm 12,49 \text{ MPa}$, da aplicação do sistema Clearfil SE Bond após o mesmo tratamento (grupo CSE1). Uma vez que todas as variáveis metodológicas, exceto para a resina adesiva, foram as mesmas, nos parece que a química dos materiais aplicados após o primer auto-condicionante seria a principal responsável por esta diferença, embora os solventes presentes nos dois sistemas sejam os mesmos. Pela limitada informação na literatura sobre a utilização de primers auto-condicionantes como agentes condicionadores da dentina antes da aplicação de sistemas convencionais simplificados, mais estudos são necessários.

Conscientes das limitações de um estudo *in vitro* e baseados nos resultados obtidos no presente trabalho, pode-se dizer que a melhor associação entre os agentes condicionadores e sistemas adesivos avaliados foi a obtida com o agente SE Primer e o sistema Single Bond (grupo SB1), seguida da obtida com o EDTA e o sistema Clearfil SE Bond (grupo CSE3).

Fica evidente que estudos clínicos longitudinais, como os de Burrow et al.¹⁰ e Hashimoto et al.²⁷, assim como estudos *in vivo* como o de Sano et al.⁶¹ são de fundamental importância para se avaliar o comportamento clínico a longo prazo dessas associações.



7 - Conclusão

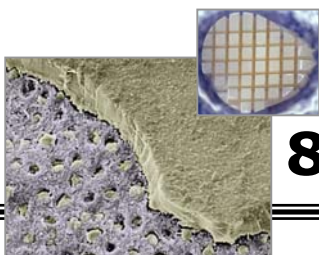
7 - Conclusão

Com base na metodologia empregada e resultados obtidos, pode ser concluído que:

1. O tipo de agente condicionador utilizado sobre a dentina influenciou os valores de resistência adesiva dos sistemas convencional simplificado (Single Bond) e auto-condicionante (Clearfil SE Bond);
2. Para o sistema adesivo auto-condicionante Clearfil SE Bond, o condicionamento da dentina com primer auto-condicionante (SE Primer) produziu valores de resistência adesiva estatisticamente iguais aos valores observados quando a dentina foi condicionada com ácido fosfórico e inferiores aos observados quando a dentina foi condicionada com EDTA, ou seja, $T1=T2<T3$.
3. Para o sistema convencional simplificado Single Bond, o condicionamento da dentina com primer auto-condicionante (SE Primer) produziu valores de resistência adesiva estatisticamente superiores aos valores observados quando a dentina foi condicionada com ácido fosfórico, que por sua vez produziu valores superiores aos valores obtidos quando do condicionamento com EDTA, ou seja, $T1>T2>T3$.
4. Quando os sistemas adesivos foram aplicados segundo as recomendações dos respectivos fabricantes, os valores de resistência adesiva obtidos não apresentaram evidência de diferença estatística significativa ($p=0,0967$),

31,93MPa para o sistema Clearfil SE Bond e 40,88MPa para o sistema Single Bond.

5. Não foi encontrada correlação entre a resistência adesiva e a espessura de dentina remanescente.



8 - Referências Bibliográficas

8 – Referências Bibliográficas*

1. ARMSTRONG, S. R.; BOYER, D. B.; KELLER, J. C. Microtensile bond strength testing and failure analysis of two dentin adhesives. **Dent. Mater.**, Washington, v. 14, n. 1, p. 44-50, Jan. 1998.
2. BELLI, S.; ÜNLÜ, N.; ÖZER, F. Bonding strength of two different surfaces of dentin under simulated pulpal pressure. **J. Adhesive Dent.**, New Maldin, v. 3, n. 2, p. 145-152, Summer. 2001.
3. BLOMLOF, J.; BLOMLOF, L.; LINDSKOG, S. Effect of different concentrations of EDTA on smear removal and collagen exposure in periodontitis-affected root surfaces. **J. Clin. Periodontol.**, Copenhagen, v. 24, n. 8, p. 534-537, Aug. 1997.
4. BLOMLÖF, J. P. S. et al. A new concept for etching in restorative dentistry? **Int. J. Periodontics Restorative Dent.**, Chicago, v. 19, n. 1, p. 31-35, Feb. 1999.
5. BLOMLÖF, J. et al. Acid conditioning combined with single- component and two-component dentin bonding agents. **Quintessence Int.**, Illinois, v. 32, n. 9, p. 711-715, Oct. 2001.
6. BRÄNSTRÖM, M. Smear layer: pathological and treatment considerations. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 9, suppl.3, p. 35-42, 1984.
7. BRÄNSTRÖM, 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.**, Chicago, v. 59, n. 7, p. 1127-1131, July 1980.
8. BUONOCORE, M.; WILEMAN, W.; BRUDEVOLD, F. A report on a resin composition capable of bonding to human dentin surfaces. **J. Dent. Res.**, Chicago, v. 35, n. 6, p. 846-851, Dec. 1956.

* ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR6023**: informação e documentação – referências – elaboração. Rio de Janeiro, 2000.

9. 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.
10. BURROW, M.F.; SATOH, M.; TAGAMI, J. Dentin bonding durability after three years using a dentin bonding agent with and without priming. **Dent. Mater.**, Washington, v. 12, n. 5, p. 302-307, Sept. 1996.
11. CARDOSO, P. E. C.; BRAGA, R. R.; CARRILHO, M. R. O. Evaluation of micro-tensile, shear and tensile tests determining the bond strength of three adhesive systems. **Dent. Mater.**, Washington, v. 14, n. 6, p. 394-398, Nov. 1998.
12. CARDOSO, P. E. C. et al. Microtensile bond strengths of one - bottle dentin adhesives. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 14, n. 1, p. 22-24, Feb. 2001.
13. CARVALHO, R. M. et al. Determinação da resistência adesiva a dentina através de um dispositivo de micro tração. **Rev. Fac. Odontol. Bauru**, Bauru, v. 2, n. 3, p. 78-82, 1994.
14. CARVALHO, R. M. et al. Long-term mechanical properties of EDTA-demineralized dentin matrix. **J. Adhesive Dent.**, New Maldin, v. 2, n. 3, p.193-199, Autumn 2000.
15. CARVALHO, R.M. et al. Tensile strength of human dentin as a function of tubule orientation and density. **J. Adhesive Dent.**, New Maldin, v. 3, n. 4, p. 309-314, Winter 2001.
16. CASTRO, F.L.A. **Efeito da clorexidina a 2% na força de união da resina composta à dentina tratada com três sistemas adesivos.** 2001. 227f. Tese (Mestrado em Dentística Restauradora) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araraquara.

- 17.CEDERLUND, A. et al. Shear strength after ethylenediaminetetraacetic acid conditioning of dentin. **Acta Odontol. Scand.**, Oslo, v. 59, n. 6, p. 418-422, Dec. 2001.
- 18.CHIGIRA, H. et al. Self etching dentin primer containing phenyl-P. **J. Dent. Res.**, Washington, v. 73, n. 5, p. 1088-1093, March. 1994.
- 19.CIUCCHI, B. et al. Dentinal fluid dynamics in human teeth, in vivo. **J. Endod.**, v. 21, n. 4, April. 1995.
- 20.DUNN, W. J.; SÖDERHOLM, K-L. M. Comparison of shear bond strength tests versus failure modes of dentin bonding systems. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 14, n. 5, p. 297-303, Oct. 2001.
- 21.FRANCCI, C. E. et al. In vitro study of total etch adhesives used with self etching primers. **J. Dent. Res.**, Washington, v. 80, sp.iss., p. 60, Jan. 2001. Abstract 199.
- 22.FUSAYAMA, T. et al. Non-pressure adhesion of a new adhesive restorative resin. **J. Dent. Res.**, Washington, v. 58, n. 4, p. 1364-1370, Apr. 1979.
- 23.GORDAN, V. V. et al. Evaluation of adhesive systems using acidic primers. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 10, n. 5, p. 219-223, Oct. 1997.
- 24.GWINNETT, A. J. Smear layer: morphological considerations. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 9, suppl. 3, p. 2-12, 1984.
- 25.HALLER, B. Recent developments in dentin bonding. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 13, n. 1, p. 44-50, Feb. 2000.
- 26.HASHIMOTO, M. et al. The effect of hybrid layer thickness on bond strength: demineralized dentin zone of the hybrid layer. **Dent. Mater.**, Washington, v. 16, n. 6, p. 406-411, Nov. 2000.

-
27. HASHIMOTO, M. et al. In vivo degradation of resin-dentin bonds in humans over 1 to 3 years. **J. Dent. Res.**, Washington, v. 79, n. 6, p. 1385-1391, Jun. 2000.
28. HASHIMOTO, M. et al. Fractured surface characterization: wet versus dry bonding. **Dent. Mater.**, Washington, v. 18, n. 2, p. 95-102, Mar. 2002.
29. INOUE, H. et al. Microtensile bond strength of eleven contemporary adhesives to dentin. **J. Adhesive Dent.**, New Maldin, v. 3, n. 3, p. 237-245, Fall. 2001.
30. INTERNATIONAL ORGANIZATION for STANDARDIZATION - ISO TR 11405 - Dental materials – Guidance on testing of adhesion to tooth structure. Geneve: first edition, p. 1-14. 1994.
31. KANEMURA, N.; SANO, H.; TAGAMI, J. Tensile bond strength to and SEM evaluation of ground and intact enamel surfaces. **J. Dent.**, Guildford, v. 27, n. 7, p. 523-530, Sep. 1999.
32. KOIBUCHI, H.; YASUDA, N.; NAKABAYASHI, N. Bonding to dentin with a self-etching primer: the effect of smear layers. **Dent. Mater.**, Washington, v. 17, n. 12, p. 122-126, Mar. 2001.
33. MILIA, E.; LALLAI, M. R.; GARCÍA-GODOY, F. In vivo effect of a self etching primer on dentin. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 12, n. 4, p. 167-171, Aug. 1999.
34. MIYASAKA, K.; NAKABAYASHI, N. Combination of EDTA conditioner and phenyl-p/HEMA self-etching primer for bonding to dentin. **Dent. Mater.**, Washington, v. 15, n. 3, p. 153-157, May. 1999.
35. MIYASAKA, K.; NAKABAYASHI, N. Effect of Phenyl-P/HEMA acetone primer on wet bonding to EDTA-conditioned dentin. **Dent. Mater.**, Washington, v. 17, n. 6, p. 499-503, Nov. 2001.

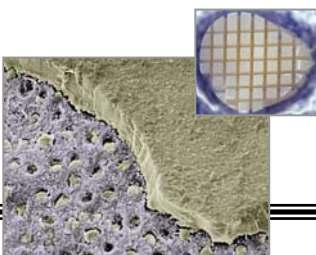
36. MIYAZAKI, M. et al. Influence of thermal cycling on dentin bond strength of two step bonding systems. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 11, n. 3, p. 118-122, Jun. 1998.
37. MUENCH, A.; SILVA, E.M.; BALLESTER, R.Y. Influence of different dentinal substrates on the tensile bond strength of three adhesive systems. **J. Adhesive Dent.**, New Maldin, v. 2, n. 3, p. 209-212, Autumn 2000.
38. NAKAJIMA, M. et al. Tensile bond strength and SEM evaluation of caries affected dentin using dentin adhesives. **J. Dent. Res.**, Washington, v. 74, n. 10, p. 1679-1688, Oct. 1995.
39. NIKAIDO, T. et al. Evaluation of thermal cycling and mechanical loading on bond strength of a self-etching primer system to dentin. **Dent. Mater.**, Washington, v. 18, n. 3, p. 269-275, May 2002.
40. OGATA, M. et al. 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. et al. Influence of the direction of tubules on bond strength to dentin. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 26, n. 1, p. 27-35, Jan./Feb. 2001.
42. PASHLEY, D. H. Smear layer: Physiological considerations. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 9, suppl 3, p. 13-29, 1984.
43. PASHLEY, D. H. Dentin bonding: overview of the substrate with respect to adhesive material. **J. Esthet. Dent**, Ontario, v. 3, n. 2, p. 46-50, Mar./Apr. 1991.
44. PASHLEY, D. H.; CARVALHO, R. M. Dentin permeability and dentin adhesion. **J. Dent.**, Guildford, v. 25, n. 5, p. 355-72, Sept. 1997.

45. PASHLEY, D. H.; PASHLEY, E. L. Dentin permeability and restorative dentistry: a status report for American Journal of Dentistry. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 4, n. 1, p. 5-9, Feb. 1991.
46. PASHLEY, D.H.; TAY, F.R. Aggressiveness of contemporary self-etching adhesives. Part II: etching effects on unground enamel. **Dent. Mater.**, Washington, v. 17, n. 5, p. 430-444, Sep. 2001.
47. PASHLEY, D. H.; HORNER, J. A.; BREWER, P. D. Interactions of conditioners on the dentin surface. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 17, suppl 5, p. 137-150, 1992.
48. 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.
49. PASHLEY, D.H. et al. Adhesion testing of dentin bonding agents: a review. **Dent. Mater.**, Washington, v. 11, n. 2, p. 117-125, Mar. 1995.
50. PERDIGÃO, J.; RAMOS, J. C.; LAMBRECHTS, P. In vitro interfacial relationship between human dentin and one bottle dental adhesives. **Dent. Mater.**, Washington, v. 13, n. 4, p. 218-227, July 1997.
51. PERDIGÃO, J. et al. The effect of depth of dentin demineralization on bond strengths and morphology of the hybrid layer. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 25, n. 3, p. 186-194, May/June 2000.
52. PERDIGÃO, J. et al. New trends in dentin/enamel adhesion. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 13, sp. iss., p. 25D-30D, Nov. 2000.
53. PHRUKKANON, S.; BURROW, M. F.; TYAS, M. J. Effect of cross-sectional surface area on bond strength between resin and dentin. **Dent. Mater.**, Washington, v. 14, n. 2, p. 120-128, Mar. 1998.

54. PHRUKKANON, S.; BURROW, M. F.; TYAS, M. J. The influence of cross-sectional shape and surface area on the microtensile bond test. **Dent. Mater.**, Washington, v. 14, n. 3, p. 212-221, June 1998.
55. PRATI, C. et al. Resin infiltrated dentin layer formation of new bonding systems. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 23, n. 4, p. 185-194, July/Aug. 1998.
56. RETIEF, D. H.; DENNYS, F.R. Adhesion to enamel and dentin. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 2, sp. iss., p. 133-144, July 1989.
57. SANO, H. et al. Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength – evaluation of a micro-tensile bond test. **Dent. Mater.**, Washington, v. 10, n. 4, p. 236-240, July 1994.
58. SANO, H. et al. Tensile bond strength vs. surface area for dentin bonding – Evaluation of a method using limited surface areas. **Jpn. J. Conserv. Dent.**, Tokyo, v. 37, p. 882-887, 1994.
59. SANO, H. et al. Tensile properties of mineralized and demineralized human and bovine dentin. **J. Dent. Res.**, Washington, v. 73, n. 6, p. 1205-1211, June 1994.
60. SANO, H. et al. Nanoleakage: leakage within the hybrid layer. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 20, n. 1, p. 18-25, Jan./Feb. 1995.
61. SANO, H. et al. 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.
62. SCHREINER, R. S. et al. Microtensile testing of dentin adhesives. **Dent. Mater.**, Washington, v. 14, n. 3, p. 194-201, Jun. 1998.
63. SHONO, Y. et al. Regional measurement of resin-dentin bonding as an array. **J. Dent. Res.**, Washington, v. 78, n. 2, p. 699-705, Feb. 1999.

64. SUDSANGIAM, S.; VAN NOORT, R. Do dentin bond strength tests serve a useful purpose? **J. Adhesive Dent.**, New Maldin, v. 1, n. 1, p. 57-57, Spring 1999.
65. 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.
66. TAKAHASHI, A. et al. Effects of mechanical properties of adhesive resins on bond strength to dentin. **Dent. Mater.**, Washington, v. 18, n. 3, p. 263-268, May 2002.
67. 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.
68. TAY, F. R.; PASHLEY, D. H. Aggressiveness of contemporary self-etching systems. I: depth of penetration beyond dentin smear layers. **Dent. Mater.**, Washington, v. 17, n. 4, p. 296-308, July 2001.
69. TAY, F. R. et al. 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.
70. TAY, F. R. et al. 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.
71. VAN MEERBEEK, B. et al. Morphological aspects of the resin-dentin interdiffusion zone with different dentin adhesive systems. **J. Dent. Res.**, Washington, v. 71, n. 8, p. 1530-1540, Aug. 1992.
72. 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, Jun. 1994.

-
73. YOSHIKAWA, T. et al. Effects of dentin depth and cavity configuration on bond strength. **J. Dent. Res.**, Washington, v. 78, n. 4, p. 898-905, Apr. 1999.
74. YOSHIYAMA, M. et al. Regional bond strengths of self-etching / self-priming adhesive systems. **J. Dent.**, Guildford, v. 26, n. 7, p. 609-616, Sept. 1998.
75. YOSHIYAMA, M. et al. Comparison of conventional vs self-etching adhesive bonds to caries-affected dentin. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 25, n. 3, p. 163-169, May./June 2000.
76. ZHENG, L. et al. Relationship between adhesive thickness and microtensile bond strength. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 26, n. 1, p. 97-104, Jan./Feb. 2001.



9 - Resumo

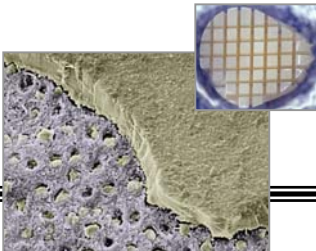
JACQUES, P. *Resistência adesiva de um sistema auto-condicionante e um convencional simplificado, aplicados à dentina tratada com diferentes agentes condicionadores*. 2002. 187 f. Dissertação (Mestrado em Odontopediatria) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araraquara.

RESUMO:

A resistência adesiva de um sistema auto-condicionante e um convencional simplificado, Clearfil SE Bond e Single Bond, respectivamente, quando aplicados à dentina superficial tratada com diferentes agentes condicionadores, foi avaliada por meio de ensaios mecânicos de microtração. Superfícies planas de dentina, obtidas removendo-se a superfície oclusal de 30 terceiros molares humanos foram polidas com lixa de granulação 600 antes da aplicação de diferentes agentes condicionadores, SE Primer, ácido fosfórico ou EDTA. O primer acidificado SE Primer foi aplicado sobre a superfície por 20 segundos, seguido de suave secagem com jatos de ar. O ácido fosfórico a 37% foi aplicado por 15 segundos, seguido de lavagem e remoção do excesso de água com papel absorvente e a solução de EDTA 0,5M pH7,2 foi aplicada por 30 segundos, também seguida de lavagem e secagem. Com exceção das superfícies que receberam a aplicação do primer acidificado, as demais foram mantidas úmidas para a posterior aplicação dos sistemas adesivos avaliados. Sobre a superfície coberta pelo sistema adesivo foi construída uma coroa em resina composta Z250 e os dentes foram mantidos em água a 37% por 24h. Após 500 ciclos térmicos em temperaturas de 5° e 55°C, cortes paralelos no sentido mesio-distal e cortes perpendiculares aos primeiros, no sentido vestibulo-lingual, permitiram a obtenção de amostras com área de secção transversal quadrangular

de 1,0mm² em número mínimo de 10 para cada dente. Cada amostra foi colada a um dispositivo especialmente desenvolvido, e este foi acoplado à uma máquina universal de testes operada à velocidade de 0,5mm/min. O lado correspondente à dentina de aproximadamente 50% das superfícies fraturadas após o ensaio mecânico foi analisado em MEV. Os resultados mostraram que o maior valor médio de resistência adesiva foi observado para a associação SE Primer e Single Bond, 58,51MPa, seguido pela associação Clearfil SE Bond e EDTA, 47,81MPa. As demais associações apresentaram valores médios de resistência adesiva estatisticamente semelhantes entre si, com exceção da associação Single Bond e EDTA, que apresentou o menor valor médio de resistência adesiva, 27,1MPa, além de coeficiente de variação de 83%. Nenhuma correlação entre a resistência adesiva e a espessura da dentina remanescente foi encontrada ($r=-0.057$). A análise em MEV revelou 46% de falhas adesivas, 36% de falhas coesivas da resina restauradora e 18% de falhas mistas. A resistência adesiva de diferentes sistemas adesivos pode ser afetada pelo tipo de agente condicionador utilizado para o tratamento da dentina.

Palavras-chave: Adesivos dentinários; dentina; resistência à tração.



10 - Abstract

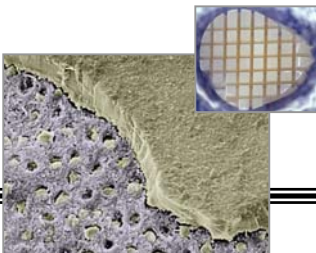
JACQUES, P. *Microtensile bond strength of a self-etching primer and a one-step smear layer removing system to dentin treated with different conditioners*. 2002. 187 f. Dissertação (Mestrado em Odontopediatria) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araraquara.

ABSTRACT:

Microtensile bond strength of a self-etching primer and a conventional one-bottle system, Clearfil SE Bond and Single Bond, respectively, bonded to superficial dentin treated with different conditioners was investigated. Flat dentin surfaces obtained by removing the occlusal enamel with a diamond saw were ground with 600-grit SiCs under wet conditions to create the smear layer before the conditioners application. Three different dentin conditioning was performed, SE Primer, phosphoric acid and EDTA. The SE Primer was applied on dentin for 20 seconds followed by slight air-drying. Phosphoric acid (37%) was applied for 15 seconds followed by rinsing. EDTA 0.5M pH7.2 was applied for 30 seconds, also followed by water rinsing. Except for the surfaces that received the SE Primer conditioner, the surfaces were left moist by blot-drying the excess water. The adhesive systems were applied and a 5mm high composite resin (Z250) was built up covering the whole surface. After 24h of storage in water at 37°C the teeth were thermocycled for 500 cycles at preset temperatures of 5° and 55°C. The teeth were sectioned with a diamond saw, perpendicular to the adhesive interface to produce beams with 1.0mm² of adhesive area. These specimens were then attached to a testing apparatus and a tensile load was applied by a universal machine at a crosshead speed of 0.5mm/min. After the micro-tensile bond test, the dentin side of 50% of the fractured surfaces was examined under a scanning

electron microscope. The highest tensile bond strength mean was found for the association of SE Primer and Single Bond, 58.51MPa, followed by the association Clearfil SE Bond and EDTA, 47.81MPa. The remaining associations showed mean tensile bond strength statistically similar, except for the association Single Bond and EDTA, which showed the lowest mean and the highest coefficient of variation, 83%. No correlation was found between tensile bond strength and the remaining dentin thickness ($r=-.057$). The SEM analysis showed 46% of adhesive failures, 36% of composite cohesive failures and 18% of mixed failures. The type of dentin conditioner can affect the bond strength of different adhesive systems.

Key words: Dentin adhesive; dentin; tensile bond strength.



11 – Anexos

Consentimento Livre e esclarecido

Por esse instrumento particular declaro, para os devidos fins éticos e legais, que eu,

_____,
(nacionalidade)_____, portador do RG nº _____ residente
à _____, na cidade de
_____, Estado de _____, concordo voluntariamente

em participar da pesquisa “ **Resistência adesiva à microtração de um sistema auto-condicionante e um convencional simplificado, aplicados à dentina tratada com diferentes condicionadores**” e declaro que tomei ciência e que fui esclarecido de maneira a não restarem dúvidas sobre a minha participação no estudo, de acordo com os termos abaixo relacionados:

- 01 – Fui esclarecido que a referida pesquisa tem por objetivo avaliar o desempenho de alguns materiais utilizados na clínica odontológica;
- 02 – Fui esclarecido que a realização da pesquisa não implica em riscos aos participantes, uma vez que os dentes voluntariamente cedidos serão utilizados após serem extraídos;
- 03 – Fui esclarecido que, uma vez doados os dentes, não terei nenhum compromisso com a referida pesquisa;
- 04 – Estou ciente de que os dados e resultados obtidos na pesquisa serão utilizados para fins didáticos e de divulgação em revistas científicas brasileiras ou estrangeiras; porém será garantido o sigilo de minha identidade, assegurando a minha privacidade;
- 05 – Estou ciente de que a doação dos dentes será voluntária, não envolvendo nenhuma forma de envolvimento monetário.

Desta forma, uma vez tendo lido e entendido tais esclarecimentos, lido e assino esse termo de consentimento, por estar de pleno acordo com o teor do mesmo.

Assinatura do paciente

ANEXO C. Valores de resistência adesiva (MPa), espessura de dentina remanescente (mm) e tipo de fratura para cada amostra (palito) de acordo com o tipo de tratamento da dentina para o material adesivo **Clearfil SE Bond**.

SE Primer (T1)				Ácido Fosfórico (T2)				EDTA (T3)			
	MPa	Espessura Dentina	Tipo Fratura		MPa	Espessura Dentina	Tipo Fratura		MPa	Espessura Dentina	Tipo Fratura
1	11.89	5.0	Ila	51	30.56	4.0	n.a.	101	28.28	3.0	n.a.
2	10.38	4.0	Ila	52	40.82	5.0	n.a.	102	54.77	3.0	III
3	21.39	5.0	n.a.*	53	46.43	5.0	n.a.	103	19.48	5.0	n.a.
4	7.15	4.0	n.a.	54	19.69	4.0	n.a.	104	31.70	5.0	n.a.
5	28.00	5.0	Ila	55	38.63	4.0	III	105	30.45	4.5	Ia
6	24.46	4.0	n.a.	56	59.29	4.5	Ib	106	64.32	5.0	Ila
7	7.27	5.0	n.a.	57	65.12	3.5	Ila	107	55.70	3.0	n.a.
8	28.78	4.0	III	58	46.98	4.0	Ia	108	32.60	5.0	n.a.
9	32.19	5.0	n.a.	59	44.30	4.0	n.a.	109	61.73	5.0	Ila
10	28.42	5.0	n.a.	60	29.63	4.0	Ia	110	55.12	3.0	Ila
11	51.66	2.0	n.a.	61	69.68	4.0	Ila	111	54.63	2.0	Ib
12	26.74	4.0	n.a.	62	76.08	5.0	n.a.	112	42.60	3.0	Ib
13	29.04	5.0	Ila	63	32.98	5.5	n.a.	113	48.50	5.0	n.a.
14	36.87	3.0	n.a.	64	24.85	5.0	n.a.	114	73.69	5.0	n.a.
15	32.49	2.0	III	65	36.32	5.0	n.a.	115	34.01	5.5	n.a.
16	37.42	5.0	III	66	43.39	5.0	Ia	116	67.58	4.0	Ia
17	13.70	4.0	III	67	62.67	5.0	Ib	117	35.43	3.0	n.a.
18	41.76	4.0	n.a.	68	31.88	3.0	n.a.	118	74.94	5.0	n.a.
19	40.72	3.0	Ila	69	38.79	5.0	Ila	119	68.17	4.0	III
20	26.48	4.5	Ila	70	20.90	5.0	Ila	120	69.74	5.0	Ila
21	37.93	4.0	Ila	71	36.58	3.0	n.a.	121	28.91	3.0	n.a.
22	30.87	4.0	Ila	72	37.19	3.0	III	122	41.16	3.0	Ila
23	43.28	5.0	n.a.	73	51.78	3.0	n.a.	123	57.08	3.0	Ila
24	45.34	4.0	n.a.	74	32.11	3.0	n.a.	124	61.49	3.0	n.a.
25	64.82	4.0	Ib	75	28.80	3.0	I	125	59.10	3.0	Ila
26	45.79	4.0	n.a.	76	40.70	2.0	III	126	46.84	3.0	Ia
27	58.89	4.0	n.a.	77	7.95	3.0	Ib	127	27.26	3.0	n.a.
28	33.52	4.0	n.a.	78	47.71	3.0	n.a.	128	56.60	3.0	n.a.
29	19.05	3.0	III	79	32.36	5.0	n.a.	129	59.73	4.0	Ila
30	26.12	4.0	Ila	80	22.94	3.0	Ila	130	55.14	3.0	n.a.
31	42.29	3.0	n.a.	81	20.12	5.0	Ila	131	33.77	5.0	n.a.
32	28.36	5.0	III	82	48.79	3.0	n.a.	132	72.62	5.0	Ib
33	18.32	3.0	III	83	19.43	4.0	n.a.	133	54.81	4.0	Ia
34	19.66	3.0	III	84	39.05	3.0	n.a.	134	46.61	4.0	n.a.
35	15.40	5.0	n.a.	85	22.89	5.0	n.a.	135	78.75	5.0	III
36	40.19	3.0	n.a.	86	38.02	3.0	Ia	136	48.60	3.0	Ia
37	40.87	4.0	Ib	87	43.83	3.0	III	137	42.32	6.0	n.a.
38	30.84	3.0	III	88	20.26	5.0	III	138	53.96	4.0	Ila
39	22.76	3.0	n.a.	89	1.51	4.0	III	139	34.19	4.0	n.a.
40	28.53	3.0	n.a.	90	24.32	3.0	n.a.	140	31.19	5.0	n.a.
41	32.92	5.0	Ia	91	22.70	5.0	n.a.	141	29.74	4.0	Ila
42	49.71	5.0	Ia	92	54.67	5.0	Ia	142	31.23	2.0	Ila
43	35.53	3.0	n.a.	93	40.70	5.0	n.a.	143	22.11	3.0	n.a.
44	43.57	5.0	n.a.	94	38.30	4.0	Ia	144	43.60	4.0	n.a.
45	30.55	5.0	n.a.	95	23.03	5.0	Ib	145	54.69	4.0	n.a.
46	39.78	5.0	III	96	38.67	5.0	Ia	146	38.03	4.0	Ib
47	33.96	5.0	Ia	97	39.20	4.0	n.a.	147	51.60	4.0	n.a.
48	29.84	5.0	n.a.	98	18.20	3.0	Ib	148	37.70	4.0	Ia
49	46.77	5.0	n.a.	99	23.67	3.0	n.a.	149	41.83	4.0	n.a.
50	24.35	5.0	Ila	100	56.44	5.0	n.a.	150	46.60	5.0	Ia

*n.a. – não avaliado

ANEXO D. Valores de resistência adesiva (MPa), espessura de dentina remanescente (mm) e tipo de fratura para cada amostra (palito) de acordo com o tipo de tratamento da dentina para o material adesivo **Single Bond**.

SE Primer (T1)				Ácido Fosfórico (T2)				EDTA (T3)			
	MPa	Espessura Dentina	Tipo Fratura		MPa	Espessura Dentina	Tipo Fratura		MPa	Espessura Dentina	Tipo Fratura
151	75.00	3.0	III	201	78.07	3.0	Ib	251	40.20	4.0	n.a.
152	30.10	2.0	n.a.*	202	38.72	5.0	Ib	252	30.10	4.0	n.a.
153	30.10	2.0	n.a.	203	24.70	4.0	n.a.	253	35.00	3.0	n.a.
154	20.00	4.5	I	204	52.95	4.0	Ila	254	40.40	3.0	n.a.
155	45.20	3.0	n.a.	205	60.98	4.5	n.a.	255	35.00	3.0	Ib
156	50.00	2.5	III	206	29.17	4.0	n.a.	256	42.20	4.0	n.a.
157	15.10	3.0	n.a.	207	68.48	5.0	Ila	257	35.00	3.0	Ib
158	25.20	6.0	I	208	55.55	3.0	n.a.	258	60.00	2.0	n.a.
159	65.00	3.0	Ila	209	15.49	4.0	n.a.	259	35.30	3.0	Ib
160	40.20	2.0	n.a.	210	48.40	4.0	Ila	260	45.30	3.0	n.a.
161	65.10	4.5	Ila	211	59.15	5.0	n.a.	261	25.00	3.0	I
162	25.00	5.0	n.a.	212	27.41	5.0	n.a.	262	30.10	3.0	n.a.
163	65.00	4.5	Ib	213	45.68	3.0	I	263	30.20	3.0	Ila
164	70.40	3.0	n.a.	214	36.46	4.0	n.a.	264	0	n.a.	n.a.
165	40.00	3.0	n.a.	215	43.26	5.0	Ia	265	0	n.a.	n.a.
166	75.40	3.0	n.a.	216	32.75	5.0	Ila	266	0	n.a.	n.a.
167	40.20	4.0	III	217	39.92	5.0	Ila	267	0	n.a.	n.a.
168	60.10	4.5	Ib	218	28.63	4.0	n.a.	268	0	n.a.	n.a.
169	60.60	3.5	n.a.	219	29.50	3.0	I	269	0	n.a.	n.a.
170	70.00	5.0	n.a.	220	35.41	5.0	n.a.	270	0	n.a.	n.a.
171	80.60	3.0	Ib	221	42.23	5.5	n.a.	271	36.0	3.0	n.a.
172	60.32	2.5	Ib	222	45.63	4.0	Ia	272	42.20	3.5	n.a.
173	85.10	4.0	Ib	223	22.25	5.0	Ila	273	5.10	4.0	n.a.
174	65.30	4.5	n.a.	224	61.63	5.0	Ila	274	35.20	4.0	Ila
175	45.20	5.0	Ila	225	39.01	4.0	n.a.	275	55.30	3.5	Ila
176	60.40	3.0	n.a.	226	26.75	5.0	Ila	276	30.1	3.0	n.a.
177	80.10	5.0	Ib	227	32.56	4.5	n.a.	277	25.0	4.0	Ib
178	75.10	3.0	n.a.	228	45.86	4.0	n.a.	278	0	n.a.	n.a.
179	30.20	4.0	n.a.	229	32.22	4.0	Ila	279	0	n.a.	n.a.
180	70.20	3.0	n.a.	230	43.80	5.5	n.a.	280	0	n.a.	n.a.
181	65.70	3.0	n.a.	231	29.10	5.0	n.a.	281	35.30	3.0	n.a.
182	90.10	4.5	Ib	232	33.43	5.0	n.a.	282	45.10	2.5	Ib
183	85.20	4.5	Ib	233	59.66	3.5	Ib	283	30.30	3.0	Ila
184	85.30	3.0	Ila	234	45.04	5.0	III	284	0	n.a.	n.a.
185	80.20	6.0	n.a.	235	21.64	5.0	Ila	285	0	n.a.	n.a.
186	45.50	6.0	n.a.	236	39.17	5.0	n.a.	286	0	n.a.	n.a.
187	100.10	3.0	n.a.	237	31.30	5.0	n.a.	287	0	n.a.	n.a.
188	80.40	5.0	Ib	238	34.01	5.0	n.a.	288	0	n.a.	n.a.
189	80.10	5.0	Ib	239	47.76	5.0	Ib	289	0	n.a.	n.a.
190	60.20	4.5	n.a.	240	25.95	5.0	Ila	290	0	n.a.	n.a.
191	25.20	4.0	Ib	241	39.26	3.0	Ia	291	45.10	3.0	n.a.
192	60.20	5.0	n.a.	242	48.76	3.0	n.a.	292	65.50	4.0	n.a.
193	30.00	5.0	Ib	243	24.08	5.0	III	293	75.20	3.0	n.a.
194	70.40	5.0	Ib	244	49.22	3.0	Ib	294	54.50	3.0	n.a.
195	75.10	2.0	Ila	245	48.56	3.0	Ia	295	50.40	2.0	n.a.
196	50.40	2.0	n.a.	246	42.21	3.0	n.a.	296	55.20	4.5	n.a.
197	45.60	2.0	n.a.	247	66.39	5.0	Ila	297	60.30	3.0	Ila
198	60.00	5.0	Ib	248	24.18	2.0	n.a.	298	55.10	5.0	n.a.
199	70.10	2.0	n.a.	249	68.77	3.5	n.a.	299	50.40	4.0	III
200	45.40	1.5	n.a.	250	22.82	5.0	n.a.	300	40.30	3.0	n.a.

*n.a. – não avaliado