

**Faculdade de Odontologia de Piracicaba
Universidade Estadual de Campinas**

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

PATRÍCIA CHAVES
Cirurgiã Dentista

**INFLUÊNCIA DE TRATAMENTOS SUPERFICIAIS
DO SUBSTRATO DENTINÁRIO NA RESISTÊNCIA À
TRAÇÃO DE SISTEMAS ADESIVOS**

Tese apresentada à Faculdade de
Odontologia de Piracicaba, da
Universidade Estadual de Campinas,
para obtenção do título de Mestre
em Clínica Odontológica, Área de
Concentração em Dentística.

**Piracicaba
2001**



N.º CHAMADA:
T/UNICAMP
C 3982
V. _____ Ex. _____
TOMBO BC/ 46131
PROC. 16- 392/01
C D
PREC. R\$ 11,00
DATA 17-03-01
N.º CPD _____

CM00158848-4

**Faculdade de Odontologia de Piracicaba
Universidade Estadual de Campinas**

**PATRÍCIA CHAVES
Cirurgiã Dentista**

**INFLUÊNCIA DE TRATAMENTOS SUPERFICIAIS
DO SUBSTRATO DENTINÁRIO NA RESISTÊNCIA À
TRAÇÃO DE SISTEMAS ADESIVOS**

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Giannini

**Banca Examinadora:
Prof. Dr. José Roberto Lovadino
Prof. Dr. Marcelo Giannini
Prof. Dr. Ricardo Carvalhaes Fraga**

**Tese apresentada à Faculdade de
Odontologia de Piracicaba, da
Universidade Estadual de Campinas,
para obtenção do título de Mestre
em Clínica Odontológica, Área de
Concentração em Dentística.**

Este exemplar foi devidamente corrigido,
de acordo com a Resolução CCPG-036/83

CPG, 2^a / 05 / 2001

Assinatura do Orientador

**Piracicaba
2001**

30077802

Ficha Catalográfica

C398i Chaves, Patrícia.
Influência de tratamentos superficiais do substrato dentinário na resistência à tração de sistemas adesivos. / Patrícia Chaves. – Piracicaba, SP : [s.n.], 2001.
xx, 105p. : il.

Orientador : Prof. Dr. Marcelo Giannini.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Dentina. 2. Resistência dos materiais. 3. Adesivos dentários.
I. Giannini, Marcelo. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Marilene Girello CRB/8-6159, da Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP.



FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de MESTRADO, em sessão pública realizada em 02 de Março de 2001, considerou a candidata PATRÍCIA CHAVES aprovada.

1. Prof. Dr. MARCELO GIANNINI

Handwritten signature of Marcelo Giannini in cursive script, written over a horizontal line.

2. Prof. Dr. RICARDO CARVALHAES FRAGA

Handwritten signature of Ricardo Carvalhaes Fraga in cursive script, written over a horizontal line.

3. Prof. Dr. JOSE ROBERTO LOVADINO

Handwritten signature of Jose Roberto Lovadino in cursive script, written over a horizontal line.

DEDICO ESTE TRABALHO

... A DEUS,

Força Suprema que guia e ilumina os meus caminhos em todos os instantes.

“Deus é o que um homem encontra de divino em si mesmo.

Deus é a melhor maneira na qual um homem pode

comportar-se nas situações cotidianas da vida

e o ponto mais distante em que um homem se encontra consigo mesmo.”

Max Lerner

...AOS MEUS PAIS,

pelo amor, compreensão, apoio e carinho sempre presentes em todas as fases da minha vida.

...AOS MEUS IRMÃOS,

pela amizade, carinho e incentivo.

“Um lar é muito mais que uma casa...

Dialogar é muito mais que contar o que passa conosco...

Reunir-se é muito mais que estar juntos...

Compartilhar é muito mais que emprestar coisas...

Viver felizes é muito mais que estar contentes...”

Juan Carlos Pisano

... AO PROF. DR. MARCELO GIANNINI,

pela dedicação e confiança depositada na realização deste trabalho. Exemplo de seriedade, dignidade e responsabilidade.

...AO PROF. DR. JOSÉ ROBERTO LOVADINO,

pela confiança, carinho e esforço dispensados para que hoje eu esteja aqui! Pessoa verdadeira e digna.

...AO PROF. DR. LUIZ VALDRIGHI,

pela compreensão e apoio sempre que precisei.

“Meus amigos fizeram a história de minha vida. De mil maneiras transformaram minhas limitações em formosos privilégios e me permitiram caminhar serena e feliz na penumbra de minha privação.”

Helen Keller

AGRADECIMENTOS

- À Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas em nome do seu diretor Prof. Dr. Antônio Wilson Sallum.
- À Prof^a. Dr.^a Altair Antoninha Del Bel Cury, pela direção da pós-graduação e pela utilização do laboratório de Prótese Parcial Removível.
- À Prof^a. Dr.^a Brenda Paula Figueiredo de Almeida Gomes, pela coordenação do curso de Pós-Graduação em Clínica Odontológica.
- À FAPESP, pela concessão de bolsa de estudo durante o curso, financiando este trabalho (Processo n.º 99/05569-2).
- Ao Prof. Dr. Luis Alexandre Maffei Sartini Paulillo, pelo senso crítico, inteligência e coerência demonstrados em suas opiniões durante o curso.
- Ao Prof. Dr. Luís Roberto Marcondes Martins, pela competência e simplicidade em transmitir os seus conhecimentos.
- Ao Prof. Dr. Simonides Consani pela colaboração neste trabalho e pela abertura à utilização das dependências da Área de Materiais Dentários.
- Ao Prof. Dr. Jaime Aparecido Cury, do Departamento de Ciências Fisiológicas da FOP, pela utilização do laboratório de Bioquímica Oral.
- À Prof^a. Dr.^a Gláucia M. Bovi Ambrosato, do Departamento de Odontologia Social da FOP, pela orientação na análise estatística.

- Ao Prof. Dr. E. W. Kitajima e a Silvânia Machado do NAP/MEPA-ESALQ/USP, onde foram realizadas as análises microscópicas.
- Às empresas Dentsply Ind. e Com. Ltda., pelo fornecimento do perfil técnico dos materiais utilizados neste trabalho.
- À amiga Mônica Keiko Yamada e ao Prof. Akira Okamoto, Japão, pela informação sobre o adesivo Clearfil Mega Bond.
- Aos amigos Alex Souza, Carlos José, Cláudia Cia, Fabiana Gomes, Fernão Campos, Flávio Aguiar por termos aprendido muito uns com os outros durante o mestrado.
- Aos amigos dos Cursos de Pós-Graduação.
- À bibliotecária Heloisa Maria Ceccotti, pela revisão das Referências Bibliográficas.
- Aos funcionários do Departamento de Odontologia Restauradora, Reinaldo José Casagrande, Ana Carolina Ferraz, Denize Lumena de Pinho, pela atenção, presteza e contribuição durante o curso.
- Aos funcionários do Laboratório de Materiais Dentários, Marcos e Selma, pela colaboração.
- Aos funcionários do Laboratório de Bioquímica Oral, Alfredo e Waldomiro, pela atenção dispensada.
- A todos que direta ou indiretamente contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

“A autêntica riqueza da experiência humana perderia parte de sua alegria se não existissem limitações a superar. O cume da colina não teria nem metade de sua maravilha se não houvesse vales obscuros para atravessar.”

Halina Buolez

SUMÁRIO

RESUMO	1
ABSTRACT	3
1 - INTRODUÇÃO	5
2 - REVISÃO DA LITERATURA	9
3 - PROPOSIÇÃO	49
4 - MATERIAIS E MÉTODO	51
5 - RESULTADOS	63
6 - DISCUSSÃO	75
7 - CONCLUSÃO	83
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85
OBRAS CONSULTADAS	95
ANEXO	97

O propósito deste estudo *in vitro* foi avaliar a influência de diferentes tratamentos superficiais dentinários: aplicação direta sobre a *smear layer* (SL), condicionamento com ácido fosfórico 37% por 15 segundos (AF), jateamento com óxido de alumínio (Al_2O_3) 50 μ m por 10 segundos (JA) e condicionamento com ácido etileno diamino tetra-acético (EDTA) 0,5 M pH 7,0 por 2 minutos (ED) na resistência à tração (RT) de três diferentes sistemas adesivos: Prime & Bond NT/Dentsply (PB), Clearfil Mega Bond/Kuraray Co. (CMB) e Etch & Prime 3.0/Degussa (EP). Trinta e seis terceiros molares foram seccionados na altura da metade da coroa clínica no sentido transversal, perpendicularmente ao seu longo eixo, com um disco diamantado de alta concentração e abrasionados com lixa de carbureto de silício (SiC) de granulação 600. Os dentes foram divididos aleatoriamente em doze grupos de acordo com o tratamento superficial e o sistema adesivo utilizado. Blocos de compósito (TPH Spectrum/Dentsply) com altura de 10 mm foram incrementalmente confeccionados nessas superfícies e, após 24 horas de armazenamento em solução salina a 37 ± 1 °C. secções foram realizadas paralelamente ao longo eixo das amostras nos sentidos méso-distal (MD) e vestibulo-lingual (VL). De cada amostra foram retirados quatro espécimes (n= 12), testados através de um dispositivo específico para microtração (Bencor Multi-T, Danville Engineering Co, Danville) com velocidade de 0,5 mm/min. O efeito superficial produzido pelas diferentes técnicas e a interface de união foram observados em microscopia eletrônica de varredura (MEV) com ampliações de 2000X e 1000X, respectivamente. Os valores médios de RT em Mega Pascal (MPa) foram: PB/SL=

40,17±6,14, PB/AF= 38,42±9,30, PB/JA= 38,58±12,26 e PB/ED= 44,55±2,98; CMB/SL= 21,13±4,27, CM/AF= 32,89±10,13, CM/JA= 25,74±4,09, CM/ED= 28,37±7,83; EP/SL= 12,8±4,21, EP/AF= 17,04±2,99, EP/JA= 11,38±3,60 e EP/ED= 17,72±0,84. Os dados foram estatisticamente analisados pela análise de variância (ANOVA) e teste Tukey. Diferenças estatísticas significativas foram observadas quanto ao tipo de adesivo utilizado ($p < 0,05$), enquanto diferenças estatísticas significativas quanto ao tipo de tratamento da *smear layer*, para o mesmo sistema adesivo, não foram observadas ($p > 0,05$).

Palavras Chave: resistência adesiva, microtração, dentina e *smear layer*.

ABSTRACT

The purpose of this in vitro study was to investigate the effects of different smear layer treatments: direct application over smear layer (SL), etching with 37% phosphoric acid for 15 seconds (PA), sandblasting with 50 μ m oxide aluminum for 10 seconds (OA) and etching with 0.5 M EDTA pH 7.0 for 2 minutes (ED) on bond strength (BS) of three adhesive systems: Prime & Bond NT/Dentsply (PB), Clearfil Mega Bond/Kuraray Co. (CMB) and Etch & Prime 3.0/Degussa (EP). Thirty-six third molars were sectioned on middle crown with a high concentrated diamond disc and abraded with a SiC 600 grid paper. Teeth were divided randomly into twelve groups according to treatment and adhesives used. Resin “crowns” with 10.0 mm high were constructed incrementally with TPH Spectrum/Dentsply composite and stored in distilled water at 37 \pm 1 $^{\circ}$ C for 24 hours. Bonded specimens were serially sectioned in both “x” and “y” directions transversally to the bonded interface to obtain four repetitions of bonded sticks, per tooth (n=12). Each bonded stick was tested under tension in a Bencor Multi-T testing assembly (Danville Engineering Co, Danville) at 0.5 mm/min. Superficial effects produced by different techniques and the bonded interface were observed on scanning electron microscope (SEM) on 2000X and 1000X magnifications, respectively. Mean bond strength of specimens tested (MPa) were: PB/SL= 40.17 \pm 6.14, PB/PA= 38.42 \pm 9.30, PB/OA= 38.58 \pm 12.26 and PB/ED= 44.55 \pm 2.98; CMB/SL= 21.13 \pm 4.27, CM/PA= 32.89 \pm 10.13, CM/OA= 25.74 \pm 4.09, CM/ED= 28.37 \pm 7.83; EP/SL= 12.8 \pm 4.21, EP/PA= 17.04 \pm 2.99, EP/OA= 11.38 \pm 3.60 and EP/ED= 17.72 \pm 0.84. Data were statistically evaluated by ANOVA and Tukey test.

Statistically significant differences were observed among adhesives ($p < 0.05$) while no significant differences were found among smear layer treatments with the same dentin adhesive ($p > 0.05$).

Key Words: Bond strength, microtensile, dentin and smear layer.

1 - INTRODUÇÃO

O advento da odontologia adesiva tem causado profundas mudanças na prática restauradora, sendo o desenvolvimento dos sistemas adesivos responsável por parte desses novos conceitos (STANDFORD, SABRI & JOSE, 1985; SWIFT & HANSEN, 1989). Os adesivos comumente usados apresentam mecanismos de união resultantes da formação da camada híbrida, de *tags* de resina e da adesão de superfície (PRATI *et al.*, 1995). A camada híbrida é resultado da infiltração do agente de união resinoso na rede de colágeno da dentina intertubular desmineralizada pela ação de ácidos (NAKABAYASHI, KOJIMA & MASUHARA, 1982). Os *tags* são formados a partir da penetração do mesmo agente de união na luz dos túbulos dentinários previamente abertos também pela ação de ácidos (FERRARI *et al.*, 1996; PASHLEY *et al.*, 1995b; YOUSSEF *et al.*, 1998). A infiltração do monômero resinoso, tanto na rede de colágeno quanto no interior dos túbulos, irá depender da permeabilidade obtida com a aplicação do agente condicionador (PRATI *et al.*, 1995; TAGAMI, TAO & PASHLEY, 1990). Já o íntimo contato entre o substrato e o adesivo proporcionará a adesão de superfície (PASHLEY *et al.*, 1995b).

Os primeiros estudos que buscaram aderir materiais restauradores às estruturas dentais mineralizadas surgiram na década de 50, inicialmente ao esmalte dental (BUONOCORE, 1955) e depois à dentina (BUONOCORE, WILEMAN & BRUDEVOLD, 1956; KRAMER & McLEAN, 1952). A adesão ao esmalte foi logo aceita clinicamente (SWIFT JR., PERDIGÃO & HEYMAN, 1995), entretanto a união à dentina não se consolidou, pois a fraca adesão e a baixa capacidade de selamento promoviam infiltração

pelas margens, levando ao insucesso da restauração (FITCHIE *et al.*, 1990; FLYNN, 1982, JENDRESEN, 1978; SWIFT & HANSEN, 1989). No início da década de 90, os adesivos dentinários evoluíram com a aceitação científica do condicionamento ácido total em esmalte e dentina (FUSAYAMA *et al.*, 1979). Com isso, o uso de *primers* apresentando características hidrófilas, em soluções com solventes como acetona, etanol ou água, permitiu a penetração do monômero resinoso nas estruturas dentinárias desmineralizadas, preenchidas por água e sem a presença da *smear layer* e *smear plug*, as quais foram removidas totalmente pela ação do ácido (EICK *et al.*, 1997; SWIFT JR., PERDIGÃO & HEYMANN, 1995). Contudo, a adesão à dentina ainda é problemática, devido principalmente, à variabilidade regional desse substrato (BRADFORD, 1955; GIANNINI *et al.*, 1999; MARSHALL Jr. *et al.*, 1997), que o difere do esmalte dental, por apresentar uma estrutura mais complexa e dinâmica, formada por minerais, água e compostos orgânicos como o colágeno tipo I (SWIFT JR., PERDIGÃO & HEYMANN, 1995).

Os adesivos autocondicionantes são aplicados diretamente sobre a *smear layer*, promovendo uma dissolução parcial e aumentando a permeabilidade local, o que proporciona a infiltração do monômero resinoso no substrato dentinário (TAY *et al.*, 2000a; TAY *et al.*, 2000b; WATANABE, NAKABAYASHI & PASHLEY, 1994). Com isso, elimina-se a etapa em que o agente de união é aplicado na dentina umedecida após o condicionamento ácido. Isso se torna importante clinicamente, uma vez que esse passo é crítico e de difícil padronização, podendo levar a baixos valores de adesão se o adesivo for aplicado na rede de colágeno colapsada pela secagem excessiva (EICK *et al.*, 1997; PASHLEY *et al.*, 1995b). Alguns estudos têm demonstrado que os adesivos autocondicionantes apresentam baixos valores de resistência adesiva (FERNANDES, 1997; WATANABE, NAKABAYASHI & PASHLEY, 1994), provavelmente devido à formação

de uma camada híbrida pouco espessa e com *tags* curtos em relação aos adesivos que atuam após o condicionamento total (FERRARI *et al.*, 1996; NAKABAYASHI, 1992; YOUSSEF *et al.*, 1998). Então, a remoção parcial da *smear layer* poderia, por hipótese, promover melhores condições para infiltração do adesivo nas estruturas dentinárias subjacentes (ROEDER *et al.*, 1995).

A indicação do jateamento da dentina com óxido de alumínio (50µm) pode ser feita com a finalidade de criar microrretenções e expor os túbulos dentinários pela parcial remoção da *smear layer* (LOS & BARKMEIER, 1994; NIKAIDO *et al.*, 1996). Com isso, a quantidade de *smear layer* é reduzida, aumentando, conseqüentemente, a permeabilidade local e permitindo melhor difusão do *primer* (MARSHALL Jr. *et al.*, 1997).

Seguindo essa linha, algumas soluções condicionadoras, como o EDTA, já foram utilizadas como pré-tratamento das estruturas dentais mineralizadas com intuito de aumentar a eficácia dos sistemas adesivos (CHIGIRA *et al.*, 1994; TAY *et al.*, 2000a). Dependendo do tempo, concentração e técnica empregada, pode-se remover quantidades variadas de *smear layer* e até a remoção completa da *smear plug*, fazendo com que os túbulos dentinários fiquem desobliterados (WENDT Jr., 1990). Com isso, pode-se esperar que a aplicação do EDTA promova menor remoção mineral em profundidade que a proporcionada pelo ácido fosfórico 37% por 15 segundos. Assim, uma menor remoção mineral em profundidade, evitaria o colapso das fibras colágenas, não envolvidas pelo agente resinoso, promovendo união mais efetiva.

A união do substrato dentinário sempre esteve baseada no tratamento da *smear layer*. A remoção total dessa camada depositada sobre a dentina, ou a sua incorporação na camada híbrida, descrevem o mecanismo de união dos sistemas adesivos. O presente estudo

se propôs investigar o efeito de diferentes tratamentos da *smear layer* na resistência à tração de três adesivos dentinários.

2 - REVISÃO DA LITERATURA

HISTÓRICO DOS ADESIVOS

Em 1952, KRAMER & McLEAN descreveram as primeiras observações que apontaram alterações estruturais no substrato dentinário pela aplicação de um adesivo. Ao estudar as alterações pulpares, frente a diferentes materiais restauradores, os autores relataram a formação de uma camada de alguns micrometros (μm) identificada pelos corantes histológicos, somente na interface entre a resina Sevriton e a dentina. Essa camada foi formada devido à ação do adesivo resinoso aplicado previamente na dentina.

BUONOCORE, em 1955, relatou, através de um método qualitativo simples, a adesão de materiais restauradores acrílicos às superfícies hígidas de esmalte. Acreditava-se que a solução ácida de fosfomolibídico oxálico e o ácido fosfórico 85%, aplicados por 30 segundos, promoveriam uma alteração física e química no esmalte, conferindo uma maior receptividade à adesão. Os resultados mostraram uma maior retenção da resina acrílica, medida pelo fator tempo nas condições intra-orais dos voluntários, nas irregularidades criadas pela desmineralização seletiva. O tratamento com ácido fosfórico apresentou resultados melhores do que o ácido fosfomolibídico oxálico.

Um ano depois, BUONOCORE, WILEMAN & BRUDEVOLD relataram a primeira tentativa de união ao substrato dentinário utilizando resina acrílica, após o

condicionamento ácido. Foi utilizada uma resina adesiva à base de ácido glicerofosfórico dimetacrilato a qual tinha uma afinidade química particular pela estrutura dental. As superfícies dentinárias dos dentes extraídos foram tratadas com uma solução de ácido clorídrico a 7%, por um minuto, em seguida houve aplicação do material adesivo. Os resultados do teste de tração mostraram que a adesão foi aproximadamente o dobro, quando comparados aos grupos onde não se realizou o condicionamento. O armazenamento em água, por um longo período, produziu significativa redução na resistência adesiva. No grupo em que a superfície dentinária não foi condicionada, o valor de resistência inicial foi de 2,74 MPa, sendo reduzido para 1,47 MPa, após três meses de armazenamento. O tratamento da superfície dentinária mostrou valor de resistência adesiva inicial de 5,19 MPa, diminuindo para 2,74 MPa, após cinco meses de armazenamento. A partir desses resultados, foi sugerido que havia adesão devido à possibilidade de combinação química entre um dos constituintes da resina e a matriz orgânica da dentina.

Em 1979, FUSAYAMA *et al.* desenvolveram um novo aparato para teste de tração. Eles avaliaram as propriedades adesivas de materiais restauradores e de um agente de união. O experimento revelou aumento significativo nos valores de adesão, quando o ácido fosfórico 40% foi aplicado em esmalte e dentina por 30 segundos. Os resultados mostraram aumento de 2,58 MPa para 10,93 MPa em esmalte e 1,65 MPa para 6,10 MPa em dentina, quando o adesivo Clearfil Bond System-F foi utilizado como agente de união. Os autores discutiram a possibilidade de uma adesão química desse material com o substrato, o que já era pretendido pelo fabricante.

NAKABAYASHI, KOJIMA & MASUHARA, em 1982, realizaram um estudo verificando através do teste de tração a efetividade da solução 4-metacriloxietil trimelitato anidrido (4-META) na adesão de um cilindro de acrílico ao esmalte e às dentinas, humana e bovina, condicionadas com uma solução ácido cítrico 10% e cloreto férrico 3% (10-3), por trinta segundos. Observaram que monômeros resinosos com grupos hidrófobos e hidrófilos, como o 4-META, infiltravam-se por entre as fibras colágenas expostas pelo tratamento ácido e, após a polimerização, constituía-se uma zona mista, ácido-resistente, de dentina desmineralizada permeada pela resina, denominada camada híbrida. Tal camada promoveu um aumento na resistência de união da resina (18 MPa), permitindo concluir que a obtenção de uma ótima adesão não se dava exclusivamente pela formação de *tags* no interior dos túbulos dentinários, como se acreditava até então, mas principalmente pela retenção micro-mecânica dos agentes resinosos com as fibras colágenas na dentina intertubular.

CARACTERÍSTICAS DO SUBSTRATO DENTINÁRIO

Utilizando diferentes técnicas de descalcificação e inclusão, BRADFORD, em 1955, interpretou as observações microscópicas do substrato dentinário. O autor definiu que os túbulos dentinários nos tecidos calcificados *in vivo* são ocupados pelos prolongamentos protoplasmáticos dos odontoblastos, e o diâmetro varia entre 1 a 5 μm , tendo a sua maior extensão 1,5 μm de comprimento. Os túbulos, nos espécimes descalcificados, também apresentam variações de 1 a 5 μm , mas na maior parte do comprimento, o diâmetro foi de 4 μm , devido à contração da matriz orgânica durante o processo de descalcificação.

Testes de resistência à tração das estruturas dentais e de alguns materiais restauradores, realizados por BOWEN & RODRIGUEZ, em 1962, mostraram que o esmalte dental (10,1 MPa) era menos resistente que o substrato dentinário (51,0 MPa), porém mais resistente que o cimento de silicato. O módulo de elasticidade do cimento de silicato foi semelhante ao do esmalte. Um material restaurador experimental, contendo 70% de material inorgânico e 30% de polímeros orgânicos, apresentou módulo de elasticidade semelhante ao da dentina e resistência à tração entre os valores de resistência da dentina e do esmalte.

GARBEROGLIO & BRÄNNSTRÖM, em 1976, estudaram as características dos túbulos dentinários, através de observações em microscopia eletrônica de varredura (MEV), das porções coronárias fraturadas de dentes com diferentes faixas etárias. Próximo à polpa, o número de túbulos por milímetros quadrado (mm^2) foi de 45.000 e o diâmetro médio dos túbulos foi de 2,5 μm . Em dentina de profundidade média, a densidade de túbulos foi de 29.500 por mm^2 , e o diâmetro médio foi de 1,2 μm . Nas proximidades da junção amelo-dentinária, o número de túbulos por mm^2 foi de 20.000 e o diâmetro médio dos túbulos foi de 0,9 μm . O volume médio ocupado pelos túbulos dentinários na porção coronária foi de 10% do volume da dentina. Esse valor próximo à polpa foi de 28%, e próximo ao esmalte foi de 4% do volume de dentina. Os autores não observaram grandes diferenças entre dentes jovens e adultos.

Com o objetivo de investigar a correlação entre permeabilidade dentinária, profundidade de dentina e resistência de união ao cisalhamento, TAGAMI, TAO & PASHLEY, em 1990, utilizaram os sistemas adesivos Scotchbond, Clearfil New Bond e Superbond C&B. Os resultados mostraram que, em dentina profunda, a permeabilidade aumentou com ou sem a presença da *smear layer*. Também em dentina profunda os valores de adesão diminuíram significativamente para os três adesivos. Enquanto os adesivos Clearfil New Bond e Scotchbond não sofreram influência da permeabilidade dentinária, o adesivo Superbond C&B apresentou baixos valores de adesão quando a permeabilidade era alta, mas demonstrou valores superiores, em todos os níveis de profundidade testados, quando comparado aos outros adesivos avaliados.

Em 1993, VAN MEERBEEK *et al.*, utilizando MEV e microscopia eletrônica de transmissão (MET), examinaram morfológicamente a zona de interdifusão resina/dentina produzida por um sistema adesivo que incorpora a *smear layer*, descalcificando simultaneamente a dentina superficial (Clearfil Liner Bond System). Os autores relatam a presença de três subcamadas dentro da zona de interdifusão. A camada superior, representada na sua maioria pelo o adesivo dentinário, continha poucas características estruturais e, logo abaixo, na segunda camada, fibras colágenas parcialmente alteradas estavam condensadas, a maioria delas paralelas à interface e perpendiculares aos túbulos dentinários. Na base da primeira camada, algumas projeções pigmentadas foram encontradas expandindo para dentro da rede de colágeno subjacente, sendo confinadas, entretanto, pela fibras colágenas paralelas à interface adesiva. Finalmente, uma terceira camada densa, contendo cristais de hidroxiapatita, demarcou a camada de dentina

desmineralizada da dentina inalterada. A difusão para dentro da superfície desmineralizada era visualizada, diminuindo com a profundidade, mostrando redução em profundidade da resina nos espaços interfibrilares.

PERDIGÃO *et al.*, 1994, avaliaram, através do teste de cisalhamento, a resistência adesiva de quatro sistemas adesivos ao substrato dentinário (All-Bond 2, Amalgambond Plus, Prisma Universal Bond 3 e Scotchbond Multi-Purpose), com diferentes níveis de mineralização. Os grupos experimentais, foram artificialmente hipermineralizados, pela imersão numa solução remineralizadora, desmineralizados, por meio de uma solução de ácido acético, ou armazenados em água destilada, padronizando, dessa forma, dentinas esclerótica, cariada e normal, respectivamente. Após a termociclagem, as resistências adesivas foram determinadas. Os substratos dentinários, assim como as interfaces adesivas, foram observados em MEV. Para cada sistema adesivo, as médias de resistência adesiva para dentina normal foram significativamente mais altas, quando comparadas às dos outros substratos. Os valores encontrados para dentina hipermineralizada foram significativamente mais altos do que os encontrados para dentina desmineralizada, exceto para o adesivo Prisma Universal Bond 3.

SWIFT JR., PERDIGÃO & HEYMANN, em 1995, publicaram uma revisão de literatura onde foram abordados o histórico e os novos conceitos da odontologia restauradora adesiva. Os autores relataram que a técnica do condicionamento total para adesão de resinas compostas às estruturas dentais, revolucionou a prática da dentística

operatória, provocando mudanças substanciais nos preparos cavitários, proporcionado estética e uma odontologia com maior conservação de tecidos dentais sadios. Ao contrário do esmalte, a adesão à dentina ainda é alvo de inúmeros estudos e críticas, embora a sua aplicabilidade tenha aumentado com a evolução dos adesivos. Os problemas da adesão ao substrato dentinário são decorrentes de sua estrutura histológica complexa e composição variável.

PRATI *et al.*, em 1995, examinaram a relação entre união dentinária e a condição da dentina para quatro sistemas adesivos (All Bond 2, Clearfil Liner Bond, Scotchbond MP e XR Bond). Diferentes condições dentinárias foram avaliadas e correlacionadas com os valores de adesão obtidos através do teste de cisalhamento. A permeabilidade dentinária foi calculada utilizando um aparato hidráulico trabalhando sobre pressão pulpar fisiológica, enquanto a espessura de dentina remanescente foi mensurada utilizando um paquímetro. Observações em MEV foram realizadas para analisar a morfologia dentinária. Após a aplicação dos sistemas adesivos, os espécimes ficaram armazenados por 24 h., sobre pressão pulpar, antes do teste de cisalhamento. Correlações significativas foram observadas somente para o adesivo XR-Bond, o qual foi sensível à permeabilidade e à espessura dentinária remanescente. Os demais sistemas adesivos não mostraram correlação entre as características dentinárias e a força de adesão. Além disso, apresentaram os valores médios mais altos de resistência adesiva, formação de camada híbrida e fraturas coesivas dos espécimes testados.

NAKAJIMA *et al.*, em 1995, investigaram a resistência adesiva, através de ensaios de microtração, dos sistemas adesivos Clearfil Liner Bond II (CF), Scotchbond Multi-Purpose (SB) e All Bond 2 (AB) às dentinas normal e afetada por cárie. Molares humanos extraídos, apresentando cárie oclusal que se estendia pelo menos até a metade da distância da junção amelo-dentinária à câmara pulpar, e que possuía dentina normal suficiente em volta (controle), num mesmo plano oclusal, foram utilizados. As superfícies foram tratadas com os respectivos agentes adesivos e cobertas com 4 camadas da resina Silux Plus. Após 24 h. de armazenamento, os dentes foram seccionados de maneira seriada, transversalmente à superfície adesiva no sentido proximal. Dessa maneira, foi possível obter espécimes para o teste de microtração, representantes dos dois substratos, obtidos de um mesmo dente. Após os testes, os espécimes foram enquadrados nos grupos de dentinas normal e cariada, através de medições de dureza Knoop na dentina imediatamente subjacente à interface adesiva e também por imagens de MEV. Os resultados expressos em MPa foram: para dentina normal: (CF)= $29,52 \pm 10,9$; (SB)= $20,32 \pm 5,5$; (AB)= $26,90 \pm 8,8$ e para dentina esclerótica: (CF)= $13,97 \pm 4,3$; (SB)= $18,49 \pm 4,0$; (AB)= $13,01 \pm 3,6$. Os sistemas adesivos (CF) e (AB) foram sensíveis ao fator substrato, e os valores médios de resistência adesiva para ambos apresentaram-se significativamente menores, quando aplicados em dentina esclerótica. Contrariamente, o sistema (SB) se mostrou insensível aos diferentes substratos, embora esses valores tenham sido significativamente menores que os outros materiais em dentina normal. Em MEV, as interfaces adesivo/dentina foram submetidas a uma solução de ácido fosfórico a 10% e a uma solução de hipoclorito de sódio a 5%, para observar a qualidade da camada híbrida. As fotomicrografias mostraram que a camada híbrida, criada pelo (AB) em dentina normal e pelo (CF) em dentina normal e esclerótica, apresentou

resistência às soluções previamente citadas. Entretanto, a camada híbrida criada pelo (AB) em dentina esclerótica e aquelas criadas pelo (SB) em ambas as formas de dentina, mostraram susceptibilidade parcial ao tratamento com ácido e hipoclorito. 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 é dependente do sistema adesivo empregado.

A resistência de união de um adesivo dentinário hidrófilo foi calculada em função da profundidade dentinária para avaliar a importância das variáveis em um modelo simples. A hipótese testada por PASHLEY *et al.*, em 1995 (1995b), foi a de que a resistência total de união era resultante do somatório das resistências obtidas pela camada híbrida, *tags* e a adesão de superfície. Foram consideradas as propriedades físicas da dentina mineralizada, do colágeno e do monômero resinoso, estimando a contribuição de cada um desses processos adesivos na adesão total, em dentinas superficial, média e profunda. Isso é explicado pela área ocupada pelos túbulos dentinários e dentina intertubular, que variam significativamente com a profundidade. Desse modo, a quantidade de *tags*, seus respectivos calibres e a área disponível para a formação da camada híbrida também variam de acordo com a profundidade da dentina. Considerando os fatores supracitados, foi calculado que em dentina superficial a camada híbrida contribuiria com 55,7% da adesão total, a adesão de superfície com 37,2% e os *tags* com apenas 7,1%. Em dentina profunda, os *tags* de resina contribuiriam de forma mais significativa com 40,3%, restando 35,8% para formação da camada híbrida e 23,9% para a adesão de superfície. Os cálculos foram baseados em

condições ideais, considerando que os *tags* estariam perfeitamente aderidos às paredes internas dos túbulos dentinários.

MANSON *et al.*, em 1996, realizaram um estudo para determinar se os adesivos dentinários aplicados sob condições clínicas eram confiáveis como as pesquisas laboratoriais mostravam. Testes *in vivo* e *in vitro* de resistência ao cisalhamento de 4 sistemas adesivos: Scotchbond Multipurpose (SM), Clearfil Liner Bond (CLB), Optibond (O) e All Bond 2 (AB2) foram realizados. O teste *in vitro* foi realizado em substrato dentinário obtido de dentes extraídos, enquanto no teste *in vivo*, as amostras eram preparadas em dentina após o desgaste da face oclusal de terceiros molares, os quais foram cuidadosamente extraídos após 1 semana. Os resultados em MPa foram, *in vivo*: SM= 16,5±1,9, CLB= 12,3±2,7, O= 14,6±1,5 e AB2= 14,1±1,6 e *in vitro*: SM= 18,7±2,0, CLB= 11,1±2,0, O= 12,5 ± 3,0 e AB2= 9,8±2,7. Os adesivos Clearfil Liner Bond, Optibond e All Bond 2 tiveram melhores resultados quando aplicados *in vivo* do que *in vitro*. O adesivo Scotchbond Multipurpose mostrou efeito contrário, mas a resistência adesiva foi, para ambas as condições, superiores aos três outros produtos. Somente o adesivo All Bond 2 apresentou diferenças estatísticas significativas na resistência adesiva entre condições *in vitro* e *in vivo*. Os autores concluíram que, com os sistemas adesivos hidrófilos, as aplicações *in vitro* não levaram a resultados substancialmente diferentes comparados com a aplicação *in vivo*.

Em 1996, FERRARI *et al.* compararam através de MEV, a capacidade de formação da camada híbrida, *tags* e ramificações laterais de resina, utilizando três sistemas adesivos em amostras preparadas sob condições *in vivo* e *in vitro*. Os adesivos Prime & Bond 2.0 (G1) e Scotchbond Multi-Purpose Plus (G2) foram aplicados de acordo com suas respectivas recomendações, enquanto o *primer* do adesivo Clearfil Liner Bond 2 foi aplicado por 30 (G3) e 60 segundos (G4). Todos os grupos apresentaram formação de camada híbrida e uma morfologia semelhante tanto *in vivo* quanto *in vitro*. Em diversas regiões, as amostras dos grupos G1, G2 e G4 apresentaram prolongamentos laterais de resina com formato de cone invertido, ao contrário do grupo G3, onde foram encontrados em pouca quantidade. O comprimento dos *tags* nos grupos G1 e G2 foi maior do que os encontrados nos grupos G3 e G4. Como significado clínico da pesquisa, os autores concluíram que o adesivo Prime & Bond 2.0 e o adesivo Scotchbond Multi-Purpose Plus são clinicamente efetivos quando aplicados de acordo com as recomendações dos fabricantes. Também afirmaram que o Clearfil Liner Bond 2 cria um maior entrelaçamento com as fibras colágenas quando aplicado pelo dobro do tempo sugerido pelo fabricante.

Em 1997, MARSHALL Jr. *et al.* revisaram os componentes estruturais e as propriedades da dentina, as quais podem variar com a localização. Os autores classificaram várias formas de dentina (secundária, terciária, esclerótica e transparente), analisando as alterações fisiológicas e patológicas e seu impacto na união dentinária. Utilizando diversas formas de análise microscópica, eles relacionaram a distribuição de seus componentes (colágeno, matriz orgânica e reforço mineral) às propriedades mecânicas como microdureza (0,25-0,8 GPa), resistência à compressão (230-370 MPa), módulo de elasticidade (10,1-

19,3 GPa), resistência à tração (31-104 MPa) e resistência ao cisalhamento (36-139 MPa). Os autores afirmaram que a desmineralização e a união dentinária também se relacionam com a distribuição dos componentes estruturais dentinários .

Examinando os conceitos fundamentais de união dentinária, EICK *et al.*, 1997, estudaram as características estruturais dentinárias, sua permeabilidade e a influência entre esses dois fatores com o adesivo. Várias técnicas para examinar as interfaces entre resina/dentina foram revisadas indicando algumas de suas limitações. As vantagens e desvantagens dos agentes condicionadores *versus primers* autocondicionantes também foram discutidas. Problemas referentes à tensão superficial dos sistemas adesivos, energia de superfície do substrato, permeabilidade da dentina intertubular, difusão dos reagentes de união, polimerização e testes de resistência foram bastantes discutidos pelos autores.

Em 1998, YOUSSEF *et al.* avaliaram comparativamente quatro sistemas adesivos quanto à penetração na dentina e suas respectivas camadas híbridas e profundidades de descalcificação. Os sistemas adesivos estudados foram: Scotchbond Multi-Purpose, Prime & Bond 2.0, Super D-Liner II e Clearfil Liner Bond II. Dez espécimes foram preparados para cada sistema, e posteriormente observados em MEV. Os três primeiros sistemas apresentaram *tags* longos e camadas híbridas relativamente grossas, quando comparados ao Clearfil Liner Bond II. Os autores concluíram que os sistemas que apresentaram soluções ácidas promoveram uma descalcificação relativamente profunda, ocorrendo a formação de camadas híbridas espessas e *tags* longos. O Clearfil Liner Bond II apresentou uma camada

híbrida menos espessa e *tags* mais curtos, em virtude da menor descalcificação causada por esse sistema.

GIANNINI, em 1999, avaliou o efeito da densidade e da área ocupada pelos túbulos dentinários na resistência à tração de dois sistemas adesivos: Clearfil Liner Bond 2 e Prime & Bond 2.1. Superfícies oclusais planas em 3 diferentes níveis de profundidades dentinárias: profunda, média e superficial foram obtidas com lixas de SiC de granulação 600. Realizada a aplicação dos sistemas adesivos, blocos em compósito (Z-100) com altura de 10 mm foram confeccionados nessas superfícies. Após 24 horas de armazenamento em solução salina a 37° C, secções foram realizadas paralelamente ao longo eixo das amostras nos sentidos MD e VL. Os espécimes foram submetidos ao teste de microtração com velocidade 0,5mm/min e, após suas fraturas, foram preparados e observados em MEV. Os valores médios de resistência à tração, em MPa, foram: Clearfil Liner Bond 2: 26,04±10,25 e Prime & Bond 2.1: 42,64±15,20. A análise de regressão linear mostrou, para o adesivo Prime & Bond 2.1, uma significativa relação inversa ($p < 0,05$) entre densidade e resistência à tração ($r^2 = 0,6309$), bem como entre área ocupada pelos túbulos dentinários e resistência à tração ($r^2 = 0,6638$). Nenhuma correlação estatística significativa ($p > 0,05$) foi observada entre os dois parâmetros (túbulos dentinários x resistência à tração $r^2 = 0,0508$ e área ocupada pelos túbulos dentinários x resistência à tração $r^2 = 0,2066$) para o adesivo Clearfil Liner Bond 2. Os resultados sugeriram que, quanto maior a densidade de túbulos dentinários e a área ocupada pelos mesmos, menor a resistência à tração para o adesivo

Prime & Bond 2.1. O adesivo Prime & Bond 2.1 apresentou valores médios de resistência à tração superiores em relação ao adesivo Clearfil Liner Bond 2.

ENSAIOS MECÂNICOS PARA RESISTÊNCIA ADESIVA

Em 1989, VAN NOORT *et al.* publicaram uma crítica aos testes de cisalhamento e tração, ressaltando a possibilidade de interpretações ambíguas dos dados. Os autores afirmaram que essas variações nos valores devem ser sempre consideradas nos relatos de diferentes procedimentos. Os resultados mostraram que os testes de cisalhamento e tração são altamente dependentes da geometria dos aparatos e dos materiais envolvidos. Durante a aplicação do carregamento, no ensaio de cisalhamento, verificou-se uma distribuição não uniforme da tensão. Os autores concluíram que há necessidade de se padronizar os procedimentos laboratoriais, para que diferentes resultados obtidos universalmente possam ser comparados.

Em 1994, foi testado por SANO *et al.* a relação entre a área de superfície dentinária unida e a resistência à tração dos materiais adesivos. O esmalte oclusal de terceiros molares humanos foi removido e um bloco de compósito foi unido à superfície dentinária planificada, após aplicação dos agentes adesivos. Vinte e quatro horas depois, os espécimes foram seccionados paralelamente ao longo eixo do dente em 10-20 secções finas que eram constituídas, na metade superior, de resina composta e na metade inferior, por dentina. Essas pequenas secções eram preparadas usando uma ponta diamantada em alta velocidade até configurarem uma ampulheta na porção mais estreita da interface adesiva. A área de superfície foi variada alterando espessura e largura. A resistência à tração foi mensurada

utilizando garras feitas sobre medida em uma máquina universal de ensaio. Os resultados mostraram que a resistência à tração foi inversamente relacionada à área de superfície unida. Em áreas abaixo de $0,4\text{mm}^2$ os valores médios de resistência adesiva foram 55 MPa para o Clearfil Liner Bond, 23,8 MPa para o Scotchbond Multi-Purpose e 20 MPa para o Vitremer. Os autores concluíram que esse novo método permite mensurações múltiplas feitas com apenas um único dente, produzindo menor variação nos resultados, além de apresentar fraturas adesivas na maioria dos espécimes.

Seguindo a mesma metodologia, CARVALHO *et al.*, em 1994, realizaram um estudo com a finalidade de avaliar esse novo método de microtração, para determinar a resistência de união do Scotchbond Multi-Purpose e do Variglass. Essa nova metodologia permitiu testar a resistência adesiva em pequenas áreas através de desgaste de secção transversal de espécimes com até $0,5\text{ mm}^2$. A principal observação desse estudo foi que a resistência à tração depende da superfície de área adesiva, que variaram de $0,5$ a $5,0\text{ mm}^2$, sendo muito menor que as superfícies adesivas utilizadas rotineiramente em testes laboratoriais. Quando foi avaliada a relação entre a espessura de dentina remanescente e resistência à tração, não houve correlação estatística significativa. No entanto, foi observada uma relação inversa entre resistência à tração e a área de superfície adesiva para ambos os materiais. Desse modo, nas menores áreas testadas, o adesivo Scotchbond Multi-Purpose atingiu valores de até 46 MPa (em $0,48\text{mm}^2$) e o material Variglass resultou em valores de até 34 MPa (em $0,58\text{ mm}^2$). A natureza das falhas para o adesivo dentinário foi basicamente adesiva, ao contrário do material ionomérico, o qual apresentou falhas adesivas e coesivas.

VAN NOORT, em 1994, relatou seu ponto de vista sobre a relevância clínica dos trabalhos laboratoriais que abordam a determinação da resistência dos materiais. O autor considera que a mensuração da resistência dos materiais deva ser realizada primeiramente em laboratório para determinar a sua relação com as características microestruturais do material, visto que, compreendendo-se a microestrutura, é possível produzir materiais mais resistentes. Salientou, entretanto, que problemas começam aparecer quando se tenta relacionar dados laboratoriais com algum significado clínico, sem levar em consideração os aspectos funcionais do material. Esclareceu ainda que a resistência, embora desejável, não é necessariamente a consideração mais importante; que devemos tomar cuidado ao interpretar dados sobre resistência e que, clinicamente, a maioria das propriedades devem ser consideradas individualmente.

Num estudo realizado em 1994, WATANABE & NAKABAYASHI descreveram os métodos de mensuração de adesão à dentina disponíveis no Japão, considerando suas vantagens e desvantagens. Em primeiro lugar, os autores ressaltaram que fatores como substrato dentinário, condições de armazenamento e metodologia do ensaio adesivo provocaram variações nos valores de resistência adesiva. Os métodos empregados foram divididos em teste de tração, teste de cisalhamento e o *push-out*. Os autores relataram que o teste de tração é usualmente utilizado para analisar o mecanismo de união, apresentando a vantagem de que, durante o teste, o ponto mais fraco é fraturado primeiro. Como desvantagem, apontaram que para sua realização, é necessário um aparato especial onde há uma dificuldade em se aplicar a força perpendicularmente à superfície dental. No teste de cisalhamento, apesar do ponto de fratura nem sempre ser o ponto mais fraco, tem-se a

vantagem de possuir aparato e metodologia mais simples e uma menor influência de variações durante a aplicação do carregamento. Um outro ensaio chamado de *push-out* é mais propenso aos efeitos da contração de polimerização do que o teste de cisalhamento, conseqüentemente, mais difícil de mensurar a resistência adesiva. Concluíram que, confiabilidade e condições experimentais *in vitro* que simulem completamente condições *in vivo* para avaliar adesão à dentina ainda são aguardadas.

PASHLEY *et al.* em 1995a, apresentaram uma revisão da literatura sobre os tipos de testes de resistência adesiva e a validade dos valores obtidos com os mesmos, enfocando diversos aspectos como substratos para adesão, variáveis envolvidas no condicionamento e aplicação dos *primers* e adesivos, variáveis de armazenamento e também as variáveis do teste em si. Considerando que muitos dos sistemas adesivos apresentavam capacidade de desenvolver resistências adesivas da ordem de 20 a 30 MPa, tendo como conseqüência muitas falhas coesivas em dentina, os autores enfatizaram a importância de se desenvolver novos tipos de testes para avaliar a resistência de união. Dentre esses, destacaram o método de microtração como uma possível solução, pois, segundo os autores, esse método permite analisar adesões, sob condições clinicamente relevantes, apresentando valores de união de até 70 MPa e uma maior porcentagem de falhas adesivas. Foram citadas as seguintes vantagens do teste de microtração: maior porcentagem de falhas adesivas do que coesivas; possibilidade de mensuração de resistência de união bem mais elevada; possibilidade de mensuração de resistências de união regionais; possibilidade de cálculo da média e do desvio-padrão em um único dente; possibilidade de testar a resistência em superfícies irregulares; possibilidade de testar áreas muito pequenas e facilidade de exame em MEV da

área da fratura, visto que a superfície avaliada é de aproximadamente 1 mm². Como desvantagens, foram citadas: dificuldade em preparar os espécimes, o que demanda cuidados técnicos; dificuldade em se mensurar valores de resistência de união inferiores à 5 MPa; necessidade de equipamento especial e a tendência dos espécimes desidratarem rapidamente, pelo fato de serem muito pequenos.

Em 1998, CARDOSO, BRAGA & CARRILHO avaliaram a resistência adesiva da dentina após a aplicação de três sistemas adesivos: Scotchbond Multi-Purpose Plus (SMP), Single Bond (SB) e Etch & Prime 3.0 (EP), utilizando testes de microtração, cisalhamento e tração. Molares humanos extraídos foram embebidos em resina acrílica e tiveram a dentina coronária exposta em três superfícies planas diferentes. Em cada superfície, um espécime foi preparado para ser submetido a um dos três testes supracitados. Todos os testes dispuseram os adesivos na mesma ordem crescente de médias: SB>SMP>EP, sendo que as médias obtidas com o teste de microtração não apresentaram diferenças significativas entre eles (SB= 34,60±10,88, SMP= 32,74±12,52 e EP= 27,77±7,88) (p>0,05). Os testes de cisalhamento e de tração demonstraram médias estatísticas similares. Ao comparar os três testes, os autores concluíram que médias maiores e um menor coeficiente de variação foram observados para o teste de microtração (CV= 33.67%). Além disso, afirmaram que, dependendo do teste aplicado, diferenças existentes entre os materiais podem não ser descobertas.

SHONO *et al.*, em 1999, determinaram a consistência da resistência adesiva resina/dentina através do teste de microtração. Terceiros molares humanos tiveram o esmalte oclusal removido por um disco diamantado, e reconstruções em resina foram feitas após a aplicação dos sistemas adesivos One-Step ou Mac Bond. Após serem armazenados em água, a 37°C por um dia, os dentes foram verticalmente seccionados em blocos de 1mm. Cada bloco foi adicionalmente subdividido por secções verticais obtendo espécimes medindo 1x1x8 mm. Dois clínicos diferentes (A e B) realizaram os mesmos procedimentos, utilizando o adesivo One-Step em um estudo paralelo. Os resultados mostraram para o clínico A médias, em Mega Pascal, de 22±20 em dentina superficial e 27±14 em dentina profunda para o adesivo One-Step e 41±13 em dentina superficial e 27±12 em dentina profunda para o adesivo Mac Bond. O clínico B obteve médias, em Mega Pascal, de 56±13 em dentina superficial e 57±12 em dentina profunda com o adesivo One-Step. Os autores concluíram que, dividindo os espécimes em arranjos de 1x1x8mm, pode-se avaliar a uniformidade das uniões resina/dentina e que estas podem não ser tão homogêneas como se pensava previamente, pois o método detectou diferenças regionais. As diferenças encontradas entre os clínicos, para o adesivo One-Step, foram relacionadas à técnica ao invés do material.

PASHLEY *et al.*, em 1999, revisaram várias modificações do teste de microtração, permitindo aos pesquisadores selecionar aquela que melhor se adapte às suas necessidades. A essência do teste de microtração se baseia na divisão dos dentes, unidos com resina, em lâminas ou blocos de 0,5 a 1,0 mm de espessura e seu posterior desgaste, fazendo com que

a força de tração seja concentrada na interface adesiva durante o teste. Dentre as várias vantagens da técnica, os autores destacaram que um único dente produz vários espécimes, que não há a necessidade de uma matriz para limitar a área de superfície unida, pois a área é determinada pelas dimensões dos espécimes desgastados. Relataram ainda que as várias modificações do teste de microtração têm sido utilizadas para mensurar diferenças regionais na dentina oclusal: desde a superfície externa dos dentes da coroa até as raízes; da superfície interna dos canais radiculares até os terços cervicais, bem como para comparar dentina normal *versus* dentina oclusal afetada por cárie e dentina normal *versus* dentina esclerótica cervical. A técnica também é ideal para avaliar a durabilidade das uniões aos tecidos dentinários. Os autores concluíram que o teste de microtração é bastante versátil comparado aos métodos convencionais.

TRATAMENTOS SUPERFICIAIS DA DENTINA

Utilizando terceiros molares humanos extraídos, TAO & PASHLEY, em 1988, compararam a resistência adesiva do Scotchbond/Silux testado em diferentes posições e profundidades em dentina, antes e depois de diversos pré-tratamentos. Em cada dente foram feitas duas secções perpendiculares ao seu longo eixo, a primeira, abaixo da junção esmalte-dentina (JED), obtendo uma superfície plana de dentina e a segunda, paralelamente à primeira e próxima à junção esmalte-cimento (JEC), removendo as raízes. As *smear layers* foram criadas usando uma lixa abrasiva de carbureto de silício (SiC) de granulação 320 e brocas cone-invertido n.º 37, girando em baixa velocidade e sem refrigeração. Cada segmento de coroa foi preparado de tal forma que o processo adesivo foi aplicado seqüencialmente em dentinas superficial, média e profunda. O adesivo foi aplicado no centro da dentina ou na área sobre os cornos pulpares. Cinco diferentes tratamentos de

superfície foram aplicados sobre a *smear layer*: 1 – tratamento com água por um minuto (controle); 2 – lavagem em ultra-som por uma hora; 3 – tratamento com Tubulicid (EDTA a 0,2%), por um minuto; 4 – condicionamento com ácido cítrico a 6%, por um minuto; ou condicionamento com ácido fosfórico 37% por 15 segundos. As *smear layers* criadas com lixas abrasivas de SiC de granulação 320 demonstraram resistência adesiva maior do aquelas criadas com broca em baixa rotação. A análise dos resultados do teste de cisalhamento mostrou que não houve diferenças significativas na resistência adesiva em dentinas superficial, média e profunda, quando a *smear layer* cobriu a dentina. Entretanto, quando a *smear layer* foi removida através dos tratamentos superficiais, os resultados de adesão foram significativamente maiores em dentina superficial, seguida pela dentina média e profunda.

Em 1990, WENDT Jr., JEBELES & LEINFELDER avaliaram a resistência ao cisalhamento do compósito Oclusin unido pelo sistema adesivo Gluma Dental Bonding System após remoção da *smear layer* com dois agentes condicionadores diferentes: EDTA 0,5 M e um condicionador experimental representado por uma solução 1:1 de ácido poliacrílico/maleico a 25%. Os grupos experimentais eram formados por espécimes condicionados com EDTA e com a solução experimental, ambos aplicados por 40 segundos na superfície dentinária. O grupo A era formado por dentes armazenados por 15 minutos, o grupo B, por dentes armazenados por 24 horas, o grupo C, por dentes armazenados por 24 horas e com termociclagem adicional, o grupo D, por dentes armazenados por um mês e o grupo E, por dentes armazenados por um mês e com termociclagem adicional. A solução armazenadora era água deionizada a 37 ± 1 °C. Nos grupos A, C e D os dentes que

utilizaram a solução de ácido poliacrílico/maleico apresentaram resistências adesivas maiores do que aqueles condicionados por EDTA. Nos grupos B e E essa diferença não foi significativa. Os autores justificaram a baixa resistência adesiva dos grupos tratados com EDTA pela quantidade de *smear layer* removida, embora nas fotomicrografias pudesse ser observado que os dois condicionadores removeram os *smear plugs*, abrindo os túbulos dentinários.

GOODIS, MARSHALL Jr. & WHITE, em 1991, realizaram uma pesquisa com o intuito de verificar o efeito do armazenamento após a extração de dentes humanos na permeabilidade dentinária *in vitro*. Terceiros molares recém-extraídos foram armazenados por uma semana em uma das quatro soluções: etanol 70%, formol 10%, água destilada com timol e solução salina fosfatada tamponada com timol. Segmentos de coroas foram preparados, a *smear layer* removida (EDTA 0,5 M, pH 7,4) e a mensuração da permeabilidade inicial tomada. Posteriormente, cada espécime foi colocado em preparações frescas das suas soluções originais, e a permeabilidade novamente mensurada após dois períodos: 1, 4, 6 e 8 dias (grupo I) e 1, 8, 15 e 22 dias (grupo II). Dez segmentos de coroas foram utilizados para cada solução e para cada seqüência de tempo. A permeabilidade foi menor para aqueles espécimes armazenados em etanol e formol do que em água/timol e solução salina/timol, mas a maioria dos espécimes mostraram aumento na permeabilidade com o tempo. Tanto o tipo de solução quanto o tempo de armazenamento tiveram efeito estatístico significativo na permeabilidade dentinária ($p < 0,05$).

No mesmo ano, MANABE, MOH & WAKUMOTTO verificaram a eficácia de sistemas adesivos compostos por um limpador comercial (GLUMA 2) e um experimental (EDTA neutralizado 0,5% pH 7,4); *primers* (GLUMA 3; 2-hidroxi-etil-metacrilato (HEMA); HEMA + glutaraldeído), e uma resina intermediária (GLUMA 4; Clearfil New Bond e Pyrofil Ligth Bond). Cavidades cilíndricas foram preparadas nas superfícies proximais de pré-molares humanos, e a contração de polimerização (fendas) entre as paredes do preparo e o compósito (Pekalux) foi medida através de um microscópio de luz com o auxílio de um micrômetro. Os autores concluíram que a combinação de um limpador dentinário experimental (EDTA neutralizado 0,5 M aplicado por 1 minuto), um *primer* (35% de HEMA ou 35% de HEMA contendo 5% de glutaraldeído) e o compósito comercial (Clearfil New Bond) foram efetivos ao compensar a tensão de contração do compósito e obter integridade marginal.

Através de observações em MEV, VAN MEERBEEK *et al.*, em 1992, classificaram morfológicamente os sistemas adesivos em três grupos, através de seus respectivos mecanismos de ação. O primeiro grupo foi classificado como constituído por produtos que removem a *smear layer*. Os agentes condicionadores desmineralizam a superfície dentinária e monômeros hidrófilos penetram entre as fibras colágenas expostas. O condicionamento da superfície facilita a infiltração do adesivo, resultando numa camada de interdifusão resina/dentina. O segundo grupo preserva a *smear layer*, mantendo os túbulos dentinários obliterados, e a *smear plug* intacta. Esse tipo de adesivo incorpora à *smear layer* a camada híbrida, possuindo afinidade com os componentes orgânicos e inorgânicos da dentina subjacente. Finalmente, um terceiro grupo dissolve parcialmente a *smear layer*,

criando uma camada híbrida fina impregnada por resina. Os autores concluíram que todos os tipos de adesivos baseiam-se na formação da camada híbrida.

PASHLEY *et al.*, em 1993, desenvolveram um trabalho com o objetivo de comparar as características estruturais da dentina fraturada e da dentina recoberta pela *smear layer*, antes e após o condicionamento ácido com ácido fosfórico a 37% por 30 segundos. Através de análise em microscopia eletrônica de varredura, os resultados demonstraram que a aplicação do referido ácido sobre a dentina fraturada aumentava 3 vezes o diâmetro dos túbulos dentinários, devido à ausência da dentina peritubular, e que essa desmineralização atingiu em média 5 μm de profundidade. Quando a aplicação do ácido foi realizada sobre a dentina recoberta pela *smear layer*, esta foi totalmente removida, juntamente com a maioria dos *smear plugs*, fazendo com que os orifícios dos túbulos apresentassem 2 a 3 μm de diâmetro. Notou-se também a presença de numerosos pequenos poros (0,05 μm) na dentina intertubular. Os autores observaram que essas porosidades na dentina intertubular seriam de fundamental importância para uma posterior infiltração dos monômeros resinosos e a conseqüente formação da camada híbrida, obtida com a manutenção da umidade superficial, após a aplicação e lavagem do ácido. As mesmas porosidades não foram observadas quando a dentina foi ressecada com jatos de ar após o condicionamento, fato devido à contração e colapso das fibras colágenas causados pela desidratação.

O aumento da concentração de 2-metacrilóxi-etil fenil hidrogênio fosfato (Fenil-P) em solução de HEMA 30% foi testada por WATANABE, NAKABAYASHI, & PASHLEY, em 1994, para melhorar a união do adesivo à *smear layer*. Na concentração de 5% de Fenil-P em solução de HEMA 30%, a resistência à tração mostrou valor médio de 4,7 MPa, semelhante à resistência à tração do Fenil-P a 10% (6,4 MPa), também em solução HEMA 30%. Essa mesma solução adicionada a 20, 30 e 40% de Fenil-P apresentou valores médios de 10,4, 9,7 e 10,6 MPa, respectivamente. As fotomicrografias das *smear layers* suave (180 SiC) e densa (180, 400 e 600 SiC) demonstraram que a acidez produzida pelo Fenil-P 20% em HEMA 30% foi suficiente para desmineralizar a dentina, através da criação, na *smear layer*, de canais de dissolução que estavam contíguos com os canais da matriz dentinária subjacente. Os túbulos dentinários ficaram impregnados com a mistura do monômero e *smear layer*. Essa investigação mostrou que o sistema adesivo incorporou a *smear layer* na camada híbrida e que a acidez não conseguiu remover totalmente o *smear plug*, mantendo assim, a permeabilidade dentinária relativamente baixa, durante o processo adesivo.

Em 1994, CHIGIRA *et al.* testaram a eficácia de união de quinze adesivos dentinários comerciais e também determinaram o efeito de vários condicionadores no processo de adesão e na dureza da dentina. Cada sistema comercial foi examinado por dois métodos: 1) mensuração da máxima contração de fenda de um compósito fotoativado numa cavidade dentinária cilíndrica e 2) determinação da resistência adesiva através do teste de tração em uma superfície dentinária plana. Vários condicionadores dentinários foram investigados com o intuito de determinar se a dureza da dentina seria reduzida após sua

aplicação. Como controle, a superfície dentinária foi condicionada com EDTA 0,5 M por 1 minuto, neutralizada com solução de hidróxido de sódio (NaOH), lavada e seca previamente à aplicação de um *primer* experimental (contendo 35% de gliceril metacrilato); um adesivo e um compósito comerciais (Clearfil Photo Bond & Silux Plus Universal, respectivamente). Os resultados mostraram que uma completa adaptação marginal só foi conseguida com o grupo controle e que alta correlação ($r= 0,88$) foi observada entre máxima largura de contração de fenda e redução da dureza nos grupos em que a dentina foi lavada após o condicionamento.

Em 1995, YOSHIYAMA *et al.* avaliaram, através de MEV, a morfologia da interface de dois sistemas adesivos em dentinas superficial e profunda e mensuraram, por meio do teste de microtração, suas resistências adesivas. Discos de dentinas superficial e profunda do mesmo dente foram preparados e unidos pelos sistemas adesivos All-Bond 2 (frasco único) ou Imperva Bond (autocondicionante) aplicados às superfícies, após seu condicionamento ou não com ácido fosfórico 10% por 20 segundos. As fotomicrografias revelaram que, após o condicionamento ácido, os adesivos All Bond 2 e Imperva Bond formaram uma camada híbrida mais espessa (4-8 μm) em dentina profunda do que em dentina superficial (2-4 μm), e que o All Bond 2 e o Imperva Bond, quando aplicados à dentina não condicionada, formaram nos substratos dentinários uma camada híbrida muito fina (menos de 0,5 μm). As resistências à tração do All Bond 2 e do Imperva Bond foram maiores do que 20 MPa e não foram significativamente diferentes, independente da profundidade dentinária. A resistência à tração dos dois sistemas adesivos em dentina

profunda, sem a aplicação do condicionamento ácido, foi significativamente menor do que em dentina superficial. Como conclusão, os autores sugeriram que a qualidade da camada híbrida, ao invés de espessura, deva receber mais atenção em pesquisas futuras.

TAY, GWINNET & WEI, em 1996, identificaram as características ultra-estruturais da interação *primer*/água utilizando adesivo, contendo álcool e acetona, aplicado à dentina condicionada. Três grupos, constituídos por oito discos de dentina, foram unidos com o sistema adesivo All-Bond 2 sob diferentes graus de umidade superficial: umidade removida por três segundos com ar (seca), umidade removida com papel absorvente (ligeiramente úmida) e dentina com 40 ml adicionais de água destilada (excesso de umidade). Observações em MET relataram que o deslocamento da água pelos solventes voláteis do *primer* resultaram na formação de uma camada de dentina impregnada por resina nos três grupos. A interação do *primer* com água, seguida da evaporação dos solventes voláteis do mesmo, resultaram numa fase de separação de seus componentes. Os autores concluíram que o excesso de umidade resultou numa interação irreversível dos componentes bifuncionais do *primer*: os solúveis em água com aqueles que são imissíveis em água, através da formação de micelas, resultando, portanto, na ausência de total integridade entre as interfaces.

PASHLEY & CARVALHO, em 1997, revisaram a estrutura dentinária, descrevendo a importância da penetração da resina nos túbulos e também nos espaços criados entre as fibras colágenas, pelo condicionamento ácido, durante a união. Nessa

revisão, as vantagens e desvantagens dos procedimentos de ataque ácido, aplicação do *primer* e do adesivo foram discutidas. Os autores concluíram que o procedimento do ataque ácido provoca profundas mudanças na composição química e nas propriedades físicas da matriz da dentina, podendo influenciar na qualidade das uniões resina/dentina, em suas resistências e talvez na durabilidade das mesmas.

Em 1999, MIYASAKA & NAKABAYASHI examinaram um sistema adesivo combinado EDTA, como condicionador, Phenyl-P e HEMA. Utilizando dentes bovinos, através do ensaio de tração, a resistência adesiva foi mensurada, e avaliações microscópicas foram realizadas utilizando MEV. Os maiores valores de resistência adesiva foram obtidos com a combinação de EDTA e 1% de Phenyl-P em 30% de solução aquosa de HEMA (22 MPa). As fotomicrografias identificaram a camada híbrida e mostraram fraturas coesivas da resina nas superfícies testadas. Os autores concluíram que a combinação apresentada produziu uma camada híbrida de alta qualidade, sugerindo sua aplicação em dentina humana.

Com o objetivo de definir a morfologia e a rugosidade da dentina a partir de diferentes áreas dentinárias, e após vários pré-tratamentos, COLI *et al.*, em 1999, realizaram um estudo *in vitro*. Secções de dentina cervical (c) e lateral (l). Cinco pré-tratamentos foram realizados: A) 0,2% de EDTA; B) abrasão com partículas de Al₂O₃ e 0,2% de EDTA; C) ácido fosfórico a 10%; D) ácido fosfórico a 10 % e imersão em solução de colagenase; E) controle: sem tratamento. Cilindros de compósito Z-100 foram unidos à

dentina com o sistema adesivo All Bond 2 para a realização do teste de cisalhamento. Doze espécimes de cada grupo também foram analisados através de observações microscópicas. As médias de resistência adesiva foram, em Mega Pascal, Ac: $8,36 \pm 4,23$; Al: $8,77 \pm 3,68$; Bc: $6,05 \pm 3,62$; Bl: $8,39 \pm 4,60$; Cc: $6,87 \pm 3,45$; Cl: $9,00 \pm 5,62$; Dc: $13,30 \pm 5,45$; Dl: $8,44 \pm 4,47$; Ec: $4,10 \pm 1,54$; El: $6,09 \pm 4,34$. Diferenças estatísticas significativas não foram encontradas para dentina cervical *versus* lateral dentro dos tratamentos, exceto para o grupo D. Tratamentos realizados em dentina lateral não diferiram significativamente. Na dentina cervical, A diferiu de E; C de E; e D de A, B, C, e E. Uma maior rugosidade superficial foi encontrada no grupo D. Os autores concluíram que a resistência ao cisalhamento aparentemente não é dependente da formação da camada híbrida, mas sim do direto contato do adesivo com a superfície dentinária mineralizada e parcialmente da orientação dos túbulos dentinários.

Em 1999, TAY, MOULDING & PASHLEY examinaram a interface do adesivo Prime & Bond NT com o intuito de determinar a distribuição das nanopartículas dentro da rede de colágeno da camada híbrida. Discos de dentina foram divididos em dois grupos, os quais utilizaram duas técnicas recomendadas de condicionamento: Grupo I: NRC (*Non-Rinse Conditioner*), e Grupo II: condicionamento com 36% de ácido fosfórico em sílica coloidal. Secções finas desmineralizadas foram observadas em MET e, nas secções não coradas, para os dois grupos, as nanopartículas da camada de adesivo estavam congestionadas em volta dos orifícios dos túbulos dentinários, não sendo encontradas dentro dos espaços interfibrilares. Os autores concluíram que a agregação das

nanopartículas do adesivo resultaram em uma rede de partículas muito largas para se infiltrar nos espaços interfibrilares da camada híbrida, e que a retenção de substâncias moleculares na matriz de colágeno desmineralizada também pode ter prevenido a infiltração das nanopartículas. Notaram também que o adesivo Prime & Bond NT formou uma rede de polímeros reforçada com nanopartículas, a qual pode ter servido como uma camada amortecedora entre a camada híbrida e o compósito.

TAY *et al.* em 2000a, determinaram a profundidade de desmineralização da dentina hígida utilizando vários adesivos autocondicionantes: Clearfil Liner Bond II, (CLBII), Clearfil Liner Bond 2V (CLB2V) e Clearfil Mega Bond (CMB), os quais possuem diferentes valores de pH. (1,4, 2,8 e 2,0, respectivamente). O grupo controle foi representado pelo adesivo All Bond 2 (AB2) (pH 5,2), sem prévio condicionamento ácido. Examinaram, também, através de MET, se a hibridização de dentina hígida, utilizando o Clearfil Mega Bond, poderia ser afetada por *smear layers* criadas com lixas de SiC com diferentes granulações (60, 180 ou 600). O controle constituía-se de dentinas criofraturadas. Os resultados mostraram que o adesivo AB2 não condicionou a *smear layer* subjacente, ao contrário dos três adesivos autocondicionantes, que formaram camadas híbridas com a dentina subjacente. As espessuras das camadas híbridas foram maiores para o CLBII (1,2 a 1,4 μm) porém muito finas para o CLB2V e CMB (0,5 μm). A aplicação do CMB à dentina com rugosidades superficiais diferentes produziram *smear layers* penetradas com monômeros resinosos de várias espessuras. Entretanto, a espessura da camada híbrida subjacente permaneceu constante para todos os grupos (0,4-0,5 μm). Os autores concluíram

que os adesivos autocondicionantes incorporam as *smears layers* e que o conceito de que a espessura das mesmas pode interferir na difusão dos adesivos autocondicionantes em dentina hígida subjacente não foi suportado.

No mesmo ano, 2000b, os mesmos autores, utilizando o adesivo autocondicionante Clearfil Mega Bond, avaliaram a resistência adesiva a dentinas com a presença ou ausência de *smear layer*. Superfícies dentinárias com diferentes espessuras de *smear layer* foram criadas a partir da metade da coroa clínica de terceiros molares humanos hígidos. O grupo controle foi criofraturado com o intuito de se obter uma superfície de união desprovida de *smear layer*. Os dentes experimentais foram abrasionados com lixas de SiC de granulações 60, 180 ou 600 em politriz refrigerada com água, e unidos à um bloco de compósito AP-X através do sistema adesivo. Após um dia, os espécimes foram seccionados em múltiplos “palitos” medindo 1x1 mm e submetidos ao teste de microtração. As interfaces foram estudadas tanto por MEV quanto por MET. Nesse estudo, o adesivo Clearfil Mega Bond produziu altos valores de resistência adesiva (aproximadamente 50 MPa) nas dentinas isenta ou recoberta por *smear layer*. As observações realizadas em MEV não definiram adequadamente a natureza exata das fraturas. Nas observações em MET, pôde-se visualizar uma camada híbrida fina em dentina fraturada (400-500 nm) e uma camada híbrida mais espessa em dentina recoberta por *smear layer* (1-4 µm). Isso incluiu uma *smear layer* com penetração de monômeros resinosos espessa e uma fina camada híbrida autêntica, subjacente, em dentina intacta. A separação das duas camadas híbridas não foi evidente nas fraturas de interface. Os autores concluíram que os *primers* autocondicionantes criam

camadas híbridas finas, as quais incorporam a *smear layer*; que a formação de camadas híbridas autênticas ocorrem independente da espessura da *smear layer* e que ambas as camadas híbridas podem funcionar como uma entidade única durante o carregamento, sem apresentar separação.

Em 2000, BARKMEIER, HAMMESFAHR & LATTA avaliaram a resistência adesiva de compósito ao esmalte e dentina usando o adesivo Prime & Bond 2.1 com três regimes de aplicação: grupo 1A) esmalte, condicionamento ácido, primeira camada (30 segundos), fotoativação (10 segundos), segunda camada e fotoativação (10 segundos); grupo 2A) esmalte, condicionamento ácido, primeira camada (20 segundos), fotoativação (10 segundos), segunda camada, sem fotoativação; grupo 3A) esmalte, condicionamento ácido, primeira camada (20 segundos), fotoativação (10 segundos), sem segunda camada. Os grupos 1B, 2B e 3B seguiram os mesmos procedimentos realizados nos grupos 1A, 2A e 3A, modificando-se apenas o substrato, que passou a ser dentina. Já os Grupos 1C, 2C e 3C não realizaram o procedimento de condicionamento, porém mantiveram o substrato dentinário e toda a seqüência restante. Os valores de resistência adesiva obtidos através do teste de cisalhamento variaram: no esmalte de 29,2 a 29,8 MPa, e em dentina, de 18,6 a 21,3 MPa. A resistência adesiva no esmalte foi significativamente maior do que na dentina. Não houve diferenças significativas tanto nos grupos de esmalte e dentina usando os três regimentos de aplicação. Os autores concluíram que mesmo o condicionamento ácido na dentina não aumentou sua resistência adesiva.

Utilizando dentes bovinos, BRAGA, CESAR & GONZAGA, em 2000, realizaram um estudo, determinando a resistência à tração de cinco adesivos, três com partículas de carga: OptiBond Solo, Prime & Bond NT e Prime & Bond NT (presa dual) e dois sem partículas de carga: Prime & Bond 2.1 e Single Bond. Após realização do teste de tração, a análise estatística revelou diferenças significativas nas resistências entre os adesivos Single Bond (15,6 MPa) e Prime & Bond NT (presa dual) (8,5MPa) e entre o Single Bond e Prime & Bond 2.1 (7,1 MPa). Quanto ao modo de fratura, observado em magnificação de 10 X em estereomicroscópio, os adesivos Single Bond e Prime & Bond NT mostraram áreas de fratura coesiva em dentina. Para os adesivos restantes, as fraturas foram predominantemente adesivas.

Em 2000, TANUMIHARJA, BURROW & TYAS avaliaram, a resistência à tração dos adesivos dentinários: Solid Bond (SB), EBS-Multi (EM), Perma Quick (PQ), One Coat Bond (OCB), Gluma One Bond (GOB), Prime & Bond NT/NRC (PBNT/NRC) e Clearfil Liner Bond 2V (CLB2V) e seus respectivos modos de fratura. Dentina oclusal superficial de dentes humanos extraídos foi abrasionada com lixas de SiC de granulação 600 e unida à um bloco de resina composta após a aplicação dos sistemas adesivos supracitados. Os dentes foram mantidos em água de torneira por 24 h. a 37 °C, seccionados para obter três ou quatro espécimes em forma de barras, os quais foram modelados utilizando pontas diamantadas em alta rotação até configurarem uma ampulheta ($1,2 \pm 0,02$ mm de diâmetro). Os espécimes foram tracionados a uma velocidade de 1 mm/min até a ruptura da interface. As resistências adesivas do CLB2V= $36,0 \pm 8,1$ MPa e do PQ= $30,8 \pm 8,5$ MPa não foram

significativamente diferentes, porém mais altas do que os outros materiais. As resistências adesivas em MPa do SB= $17,8 \pm 7,0$, EM= $18,7 \pm 5,0$ e GOB= $23,4 \pm 5,2$ também não foram significativamente diferentes. As observações em MEV indicaram que SB, EM e OCB não mostraram diferenças significativas nos modos de fratura, mas foram significativamente diferentes do PQ, PBNT/NRC e CLB2V. Concluíram que o sistema CLB2V apresentou a técnica mais simples e, juntamente com o PQ, exibiu as maiores resistências adesivas.

Em 2000, PERDIGÃO *et al.* avaliaram, através do teste de microtração, o efeito do condicionamento dentinário na resistência adesiva de um adesivo autocondicionante Clearfil SE Bond (CSB). O terço oclusal de 24 terceiros molares foi removido com um disco diamantado expondo uma superfície plana de dentina. Os espécimes foram divididos em quatro grupos: 1) controle - CSB foi aplicado de acordo com as recomendações dos fabricantes; 2) *primer* foi lavado com água por 30 seg.; 3) dentina foi condicionada com ácido fosfórico 35% por 15 seg. + *primer* e 4) dentina foi tratada com EDTA 0,5 M (pH 7,4) por 2 min. + *primer*. Após a aplicação dos adesivos, acrescentou-se o compósito Tetric Ceram, que foi polimerizado em incrementos de 2 mm. Após armazenagem em água destilada a 37 °C por 24 h, os espécimes foram cortados em secções V-L de 0,8 mm de espessura. A interface resina/dentina foi reduzida com um ponta diamantada em alta rotação até configurar uma ampulheta. Cada espécime foi testado a uma velocidade de 1 mm/min num aparato específico (Bencor). As médias em MPa foram: 1) $34,3 \pm 12,6$, 2) $29,3 \pm 9,0$, 3) $35,3 \pm 11,2$ e 4) $31,0 \pm 9,8$. Após a análise estatística, nenhuma diferença significativa foi encontrada para os pares de médias. Os resultados mostram que o uso de

um passo adicional de condicionamento no esmalte e dentina, antes da aplicação do *primer*, não interferiu na resistência coesiva dos materiais.

Utilizando dentes bovinos, RITTER *et al.*, em 2000, compararam resistência ao cisalhamento de dois adesivos de frasco único, aplicados sobre diferentes condições de condicionamento: superfície dentinária ressecada, umedecida, e ressecada e reumedecida novamente com diferentes soluções: água destilada, Gluma Dessensibilizador (GD), Aqua-Prep (AP) (35% de HEMA em solução aquosa) e 5% de glutaraldeído em água. Os autores testaram o efeito do reumedecimento na resistência adesiva de sistemas adesivos de frasco único, baseados em acetona (Prime & Bond NT) e álcool (Single Bond). O intervalo de resistência adesiva (em MPa) para o adesivo Single Bond foi de 12,5 a 26,6 e para o adesivo Prime & Bond NT de 5,6 a 14,7. Os autores concluíram que os adesivos foram afetados pelas diferentes técnicas de reumedecimento. Para cada sistema adesivo, as três médias mais altas foram obtidas, em ordem decrescente, para as superfícies dentinárias reumedecidas com GD, AP ou nunca ressecadas. As diferenças estatísticas entre essas condições superficiais não foram significativas para cada material.

JATEAMENTO

Em 1945, BLACK desenvolveu uma técnica para preparação não mecânica de cavidade e profilaxia. Preocupado em minimizar o desconforto dos pacientes e, conseqüentemente, o medo gerado pela utilização de instrumentos rotatórios e suas reações adversas como pressão, calor, vibração e som desagradável, BLACK relatou o princípio da abrasão a ar citando como vantagens: eliminação da tensão por parte do operador, eliminação do perigo de se cortar tecidos moles e aumento na velocidade do corte. Como desvantagens citou a impossibilidade de se utilizar o aparelho quando precisão extrema era necessária, como por exemplo em preparos para *inlays*, *onlays* e coroas três quartos. Quanto às características do óxido de alumínio, o autor descreveu esse material como quimicamente estável, não tóxico, de baixo custo e de cor neutra.

Em 1994, LOS & BARKMEIER determinaram a resistência ao cisalhamento utilizando seis sistemas adesivos após abrasão a ar das superfícies dentinárias com óxido de alumínio (50 μm) e hidroxiapatita (20-40 μm), sendo o grupo controle representado por superfícies dentinárias planas, abrasionadas com lixas de SiC de granulação 600. Microscopia eletrônica de varredura foi utilizada para examinar os efeitos da técnica abrasiva e dos condicionadores/*primers* na superfície dentinária. Como resultados, os autores encontraram que a abrasão a ar da superfície dentinária, utilizando óxido de alumínio ou hidroxiapatita, não aumentou a resistência adesiva dentinária para os adesivos utilizados: All Bond 2, Prisma Universal Bond 3, Scotchbond Multi-Purpose, Tenure Solution, Amalgambond e Mirage ABC. Ressaltaram, entretanto, que a resistência das

superfícies dentinárias abrasionadas com óxido de alumínio foram geralmente maior do que aquelas jateadas com hidroxiapatita. As fotomicrografias mostraram que a abrasão a ar com óxido de alumínio criou uma superfície mais irregular do que a abrasionada com hidroxiapatita e que as superfícies dentinárias abrasionadas com óxido de alumínio, e posteriormente condicionadas para remoção da *smear layer*, apareceram mais irregulares do que superfícies dentinárias planas apenas condicionadas.

ROEDER *et al.*, em 1995, determinaram o efeito da abrasão a ar utilizando dois tamanhos de partículas abrasivas, na resistência adesiva de esmalte e da dentina. Utilizando dois tamanhos de partículas de óxido de alumínio (27 μ m e 50 μ m), a abrasão a ar foi realizada com 120 libras por polegada quadrada (psi) (KCP-2000) em esmalte: E-1: somente abrasão a ar; E-2: abrasão a ar + adesivo; E-3: abrasão a ar + condicionamento ácido + adesivo e em dentina: D-1: somente abrasão a ar; D-2: abrasão a ar + adesivo/*sem primer*; D-3: abrasão a ar + *primer* + adesivo. O grupo controle era formado por esmalte e dentina abrasionados com lixas de SiC de granulação 600, com condicionamento ácido e adesivo. O sistema adesivo Optibond foi aplicado unindo o compósito Herculite XRV às superfícies tratadas. Os espécimes foram armazenados por 24 horas, a 37°C e 100% de umidade relativa, e o teste de cisalhamento foi realizado numa máquina universal de ensaio a uma velocidade de 0,05 cm/min. Baseados na análise de variância, os autores concluíram que o tamanho das partículas de óxido de alumínio não influenciou a resistência adesiva ao esmalte ou dentina. A resistência adesiva máxima ao esmalte foi alcançada com a combinação de abrasão a ar + condicionamento ácido + adesivo (E-3) não sendo

significativamente diferente do grupo controle. A combinação de abrasão a ar, aplicação de *primer* e adesivo (D-3), promoveu máxima resistência adesiva à dentina, a qual também foi estatisticamente semelhante ao do grupo controle. Portanto, a abrasão a ar no esmalte e dentina, somente, resultou em resistências adesivas baixas quando comparadas ao esmalte e dentina condicionados e preparados com *primer* e adesivo.

O efeito do jateamento, ou seja, abrasão a ar com baixa pressão (41,8 psi) com trióxido de dialumínio e grânulos de vidros, na união de substratos, foi avaliado por NIKAIDO *et al.*, em 1996. A resistência adesiva foi mensurada, em esmalte e dentina bovinos, através do teste de tração. Microscopia eletrônica de varredura foi utilizada para observar: (1) as superfícies abrasionadas, (2) as superfícies fraturadas após o teste e (3) as interfaces dos espécimes unidos. A resistência de união ao esmalte e à dentina jateadas com pérolas de vidro, decresceu significativamente, enquanto o jateamento com trióxido de dialumínio diminuiu a adesão somente no esmalte. As superfícies jateadas de esmalte e dentina apresentaram irregularidades, mostrando também formação de *smear layers*. Camadas híbridas foram observadas na interface entre o agente de união e a dentina jateada. Pelas fotomicrografias, o autor concluiu que o jateamento pode enfraquecer as superfícies do dente, contribuindo para o decréscimo nas resistências adesivas.

Em 2000, GIANNINI, FARIA & PAULLILO estudaram o efeito do jateamento da dentina com partículas de óxido de alumínio na resistência adesiva do Prime & Bond 2.1. As características das superfícies dentinárias tratadas e a interface dentina/compósito (Z-

100) foram observadas em MEV. Trinta terceiros molares humanos foram divididos em quatro grupos (n=15) que receberam os seguintes tratamentos: A= condicionamento com ácido fosfórico 37% por 15 segundos; B= jateamento com óxido de alumínio (50 μ m) por 10 segundos.; C= A+B e D= B+A. As médias de resistência adesiva fornecidas pelo teste de cisalhamento (em MPA) foram: A= 12,33 \pm 6,03; B= 12,95 \pm 5,60; C= 13,48 \pm 5,92 e D= 14,79 \pm 4,16. Não houve diferenças estatísticas significativas entre as médias ($p>0,05$) e as fotomicrografias mostraram a presença de camada híbrida e *tags* em todos os grupos. Os autores concluíram que o jateamento da dentina não melhorou a resistência adesiva.

3 - PROPOSIÇÃO

Os objetivos deste estudo *in vitro* foram:

- Investigar, através do teste de microtração, o efeito da aplicação de três sistemas adesivos: Prime & Bond NT (Dentsply), Clearfil Mega Bond (Kuraray Co.) e Etch & Prime 3.0 (Degussa), após quatro diferentes técnicas de tratamento da *smear layer*: aplicação direta sobre a mesma, jateamento com Al_2O_3 , condicionamento com ácido fosfórico e condicionamento com EDTA;
- observar em microscopia eletrônica de varredura o efeito dos tratamentos superficiais da *smear layer* e a interface de união dentina/comósito (TPH Spectrum/Dentsply) produzido pelas diferentes técnicas adesivas.

4 – MATERIAIS E MÉTODO

ANÁLISE DOS DADOS

Foram considerados os fatores sistemas adesivos em três níveis (Prime & Bond NT, Clearfil Mega Bond e Etch & Prime 3.0) e tratamentos superficiais em quatro níveis (aplicação direta sobre a *smear layer*, jateamento, condicionamento ácido e condicionamento com EDTA) (FIG. 1). A combinação desses fatores constituiu doze grupos experimentais (tratamentos) com 12 repetições por grupo, totalizando 144 observações. O delineamento experimental foi inteiramente aleatorizado com três parcelas por grupo (dentes) e quatro repetições por parcela (espécimes). A variável de resposta do estudo foi a resistência à tração, em Mega Pascal, sendo a análise estatística do tipo quantitativa contínua realizada pela ANOVA em esquema fatorial 3 x 4 (adesivo x tratamento) e conduzida com o programa SAS (SAS Institute, Cary, NC).

Delineamento

Fonte de Variação	Grau de Liberdade
Adesivos	2
Tratamento superficial	3
Interação (ades. x trat.)	6
Resíduo	24
Total	35

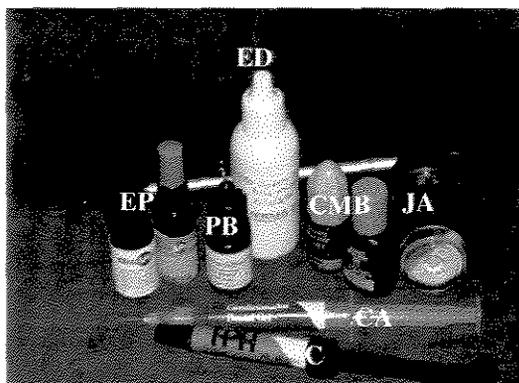


FIGURA 1 - Materiais utilizados. EP - Etch & Prime 3.0; PB - Prime & Bond NT; CMB - Clearfil Mega Bond; JA - Aparelho jateador; ED - EDTA; CA - Ácido fosfórico, C - Compósito (TPH Spectrum).

COLETA, ARMAZENAMENTO E PREPARO DOS DENTES

Trinta e seis terceiros molares recém-extraídos foram obtidos no Centro Cirúrgico da Área de Cirurgia Buco Maxilo Facial da Faculdade de Odontologia de Piracicaba (FOP-UNICAMP), de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS, de 10/10/96, aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da FOP-UNICAMP (Anexo 7). Os dentes foram armazenados em água destilada deionizada com grânulos de timol (Merk S.A, Darmstadt, Alemanha) a 4°C, por um período máximo de 1 mês. Em seguida, foram raspados com curetas Duflex (SS White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) para eliminação dos remanescentes de tecido periodontal. A limpeza final foi realizada com taças de borracha (KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil) e pedra pomes (SS White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) em baixa rotação (Kavo, São Paulo, SP, Brasil), seguida da lavagem com água destilada.

Os elementos dentais foram seccionados com um disco diamantado dupla face (KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil) na altura da metade da coroa clínica no sentido transversal

, perpendicularmente ao seu longo eixo, atingindo uma região dentinária de profundidade média, padronizada para todos os dentes, onde a superfície dentinária cortada não apresentava ilhotas de esmalte ao olho nu. A *smear layer* foi criada a partir do abrasionamento dessas superfícies com lixas de SiC de granulação 600 (Carborundum Abrasivos, Recife, PE, Brasil) em politriz, refrigerada com água (APL-4 – Arotec, Cotia, SP, Brasil).

GRUPOS EXPERIMENTAIS, INSERÇÃO DO COMPÓSITO E OBTENÇÃO DOS ESPÉCIMES

Os dentes foram divididos aleatoriamente em doze grupos experimentais, com três amostras por grupo (n=12). Os grupos tiveram os seguintes procedimentos adesivos realizados:

- Grupo 1 - Aplicação do adesivo Prime & Bond NT diretamente sobre a *smear layer* e sem condicionamento ácido.
- Grupo 2 - Aplicação do adesivo Prime & Bond NT após condicionamento com ácido fosfórico 37% por 15 segundos (recomendação do fabricante).
- Grupo 3 - Aplicação do adesivo Prime & Bond NT com prévio jateamento com Al₂O₃ (50µm) por 10 segundos e sem a aplicação prévia do ácido fosfórico 37%.
- Grupo 4 - Aplicação do adesivo Prime & Bond NT com prévio condicionamento com EDTA 0,5 M (pH 7,0) por 2 minutos e sem a aplicação do ácido fosfórico 37%.
- Grupo 5 - Aplicação do sistema Clearfil Mega Bond diretamente sobre a *smear layer* (recomendação do fabricante).

- Grupo 6 - Aplicação do sistema Clearfil Mega Bond após condicionamento com ácido fosfórico 37% por 15 segundos.
- Grupo 7 - Aplicação do sistema Clearfil Mega Bond com prévio jateamento com Al_2O_3 ($50\mu\text{m}$) por 10 segundos.
- Grupo 8 - Aplicação do sistema Clearfil Mega Bond com prévio condicionamento com EDTA 0,5 M (pH 7,0) por 2 minutos.
- Grupo 9 - Aplicação do sistema Etch & Prime 3.0 diretamente sobre a *smear layer* (recomendação do fabricante).
- Grupo 10 - Aplicação do sistema Etch & Prime 3.0 após condicionamento com ácido fosfórico 37% por 15 segundos.
- Grupo 11 - Aplicação do sistema adesivo Etch & Prime 3.0 com prévio jateamento com Al_2O_3 ($50\mu\text{m}$) por 10 segundos.
- Grupo 12 - Aplicação do sistema Etch & Prime 3.0 com prévio condicionamento com EDTA 0,5 M (pH 7,0) por 2 minutos.

TRATAMENTOS SUPERFICIAIS

Nos grupos 2, 5 e 9 os sistemas adesivos foram aplicados de acordo com as recomendações de seus respectivos fabricantes. Ou seja, após condicionamento ácido no grupo 2 (FIG. 2) e diretamente sobre a *smear layer* nos grupos 5 e 9 (FIG. 3).

Já no grupo 1, o adesivo foi aplicado diretamente sobre a *smear layer* sem condicionamento ácido (FIG. 2), e nos grupos 6 e 10 o condicionamento ácido previamente

à aplicação dos adesivos autocondicionantes foi utilizado (FIG. 3), embora estes procedimentos não sejam recomendados pelos fabricantes.

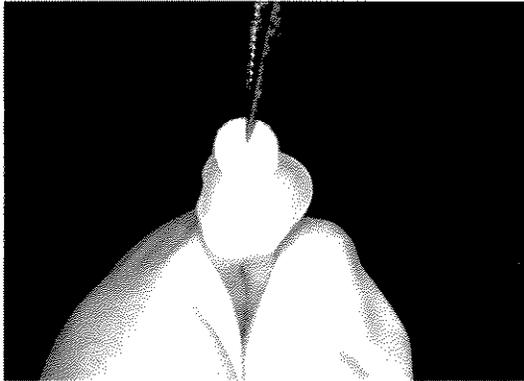


FIGURA 2 – Secagem com papel absorvente/aplicação sobre a *smear layer*.

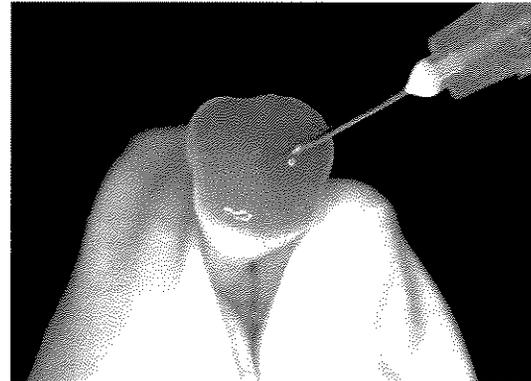


FIGURA 3 - Condicionamento com ácido fosfórico 37% por 15 segundos.

Nos grupos 3, 7 e 11 as superfícies dentinárias foram jateadas, antes da aplicação dos adesivos, com partículas abrasivas de Al_2O_3 por 10 segundos (FIG. 4) utilizando o aparelho microetcher intra-oral (Danville Engineering Co, Danville, CA.), com pressão de ± 60 psi, em recipiente fechado específico para essa finalidade (Soft Line –VH, Araraquara, SP, Brasil). O aparelho foi posicionado bem próximo da dentina ($\pm 0,5$ mm), e o jateamento realizado através de movimentos que atingiam as superfícies proximais do dente. Após jatear toda a superfície, o dente foi girado (90°) e o procedimento foi repetido.

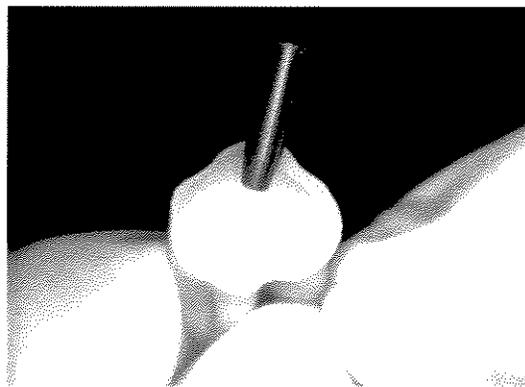


FIGURA 4 – Jateamento com Al_2O_3 por 10 segundos.

Finalmente, nos grupos 4, 8 e 12, a dentina foi condicionada com EDTA dissódico (peso molecular 358) 0,5 M (pH 7,0) por 2 minutos antes da aplicação do adesivo (FIG. 5).

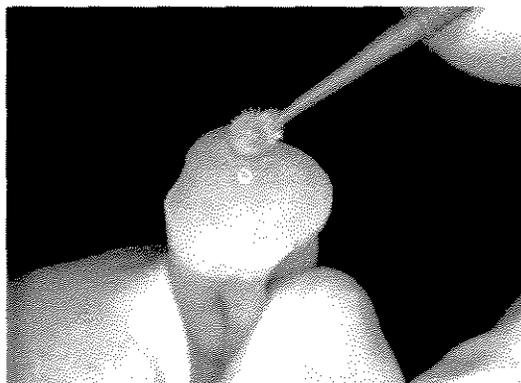


FIGURA 5 – Condicionamento com EDTA por 2 minutos.

TÉCNICA RESTAURADORA

Após a aplicação dos procedimentos adesivos, de acordo com o grupo experimental, um bloco de compósito TPH Spectrum (cor A3), com aproximadamente 10 mm de altura, foi confeccionado sobre essas superfícies dentinárias tratadas, de maneira incremental e com fotoativação (Degulux, Degussa, Alemanha) por 40 segundos cada camada de 2 mm de espessura. A intensidade de luz do aparelho foi monitorada através de radiômetro (Gnatus, Ribeirão Preto, SP, Brasil) e encontrava-se entre 450-500 miliwatts por centímetro quadrado (mW/cm²). Após a inserção do compósito, as raízes foram seccionadas no sentido vestibulo-lingual com um disco diamantado dupla face (KG Sorensen, São Paulo, SP, Brasil) e as amostras armazenadas por 24 horas a 37±1° C em água destilada (FIG. 6).

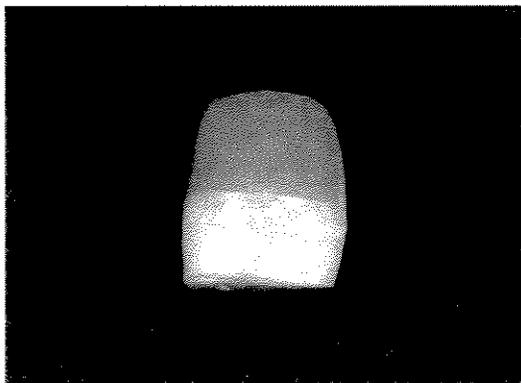


FIGURA 6 – Reconstrução com compósito

OBTENÇÃO DAS AMOSTRAS

Decorrido esse período, os dentes foram fixados individualmente em uma placa de acrílico (3mm x 3cm x 3cm) a partir da resina composta, utilizando-se um adesivo a base de cianocrilato (Super Bond– Loctite Brasil Ltda, Itapevi, SP, Brasil) e cera pegajosa (Horus Dentsply, Petrópolis-RJ, Brasil). Esse conjunto foi acoplado a uma cortadeira de precisão (Isomet-Buehler Ltd., Lake Bluff, IL, USA), onde um disco diamantado de alta concentração (Extec, Enfield, CT, USA) seccionou as amostras a partir da dentina em secções de 0,8 a 0,6 mm de espessura, nos sentidos vestibulo-lingual e méso-distal, perpendicularmente ao longo eixo do dente (FIG. 7 e 8). Posteriormente, os dentes foram retirados da cortadeira de precisão (FIG. 9) e os espécimes removidos dos dentes restaurados, à partir do compósito, com auxílio de um disco diamantado dupla face (KG Sorensen, São Paulo, SP, Brasil), adaptado em peça de mão (Kavo, São Paulo, SP, Brasil) (FIG. 10).

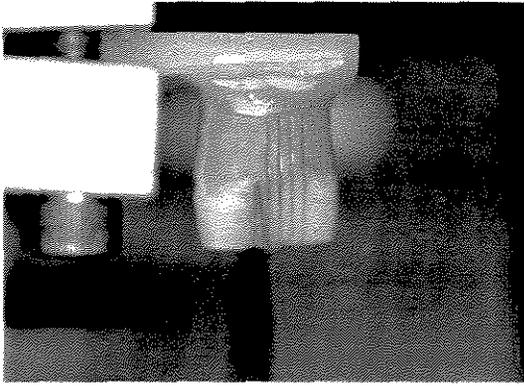


FIGURA 7 - Corte no sentido VL.

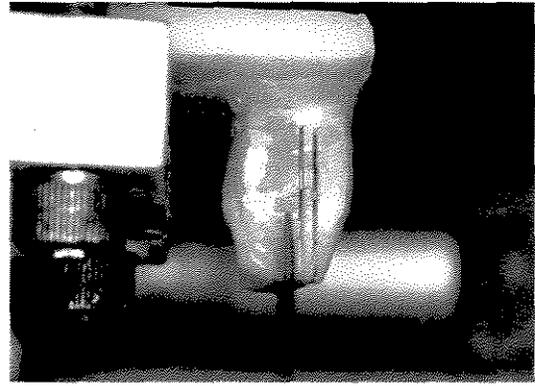


FIGURA 8 - Corte no sentido MD.

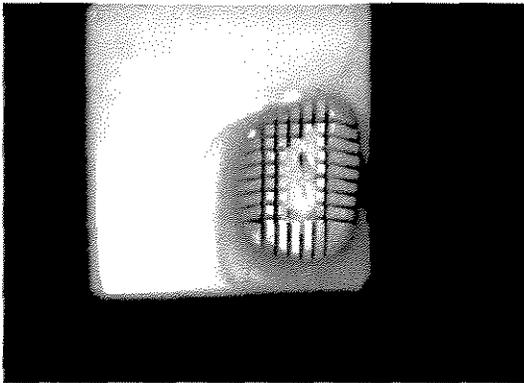


FIGURA 9 - Vista oclusal dos cortes nos sentidos VL e MD.

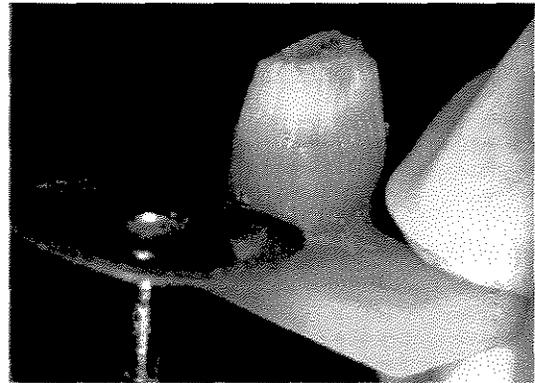


FIGURA 10 - Corte para obtenção dos espécimes.

Assim, foram obtidos espécimes (“palitos”) com formato de um paralelepípedo, constituídos por duas extremidades, dentina e compósito, unidas pelo sistema adesivo e tratamento superficial utilizado (FIG. 11).

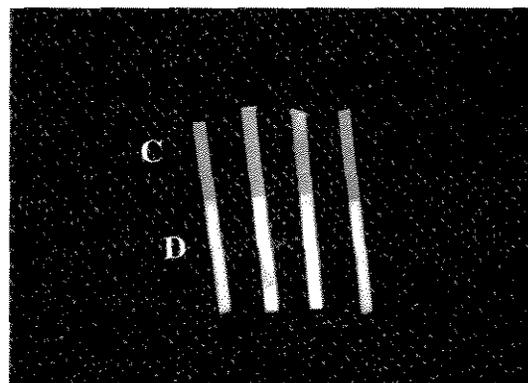


FIGURA 11 - Espécimes preparados para o teste de microtração. C – Compósito, D - Dentina.

ENSAIO DE TRAÇÃO

Os espécimes selecionados eram armazenados em água destilada até o momento em que foram submetidos ao teste de microtração, sendo o mesmo realizado após o seccionamento. Com o auxílio de uma cola adesiva (Super Bonder Gel– Loctite Brasil Ltda.) e de um acelerador (Zapit D.V.A, Corona, CA, USA), os espécimes foram fixados pelas suas extremidades, nos *grips* de um dispositivo específico para microtração (Bencor - Multi - T Danville Engineering Co., Danville) acoplado em máquina universal de ensaio (Instron 4411, Canton, MA, Inglaterra) (FIG. 12). O tracionamento foi conduzido com velocidade de 0,5 mm/min até a ruptura da amostra (FIG. 13 e 14), sendo os valores de resistência adesiva obtidos em quilograma-força.

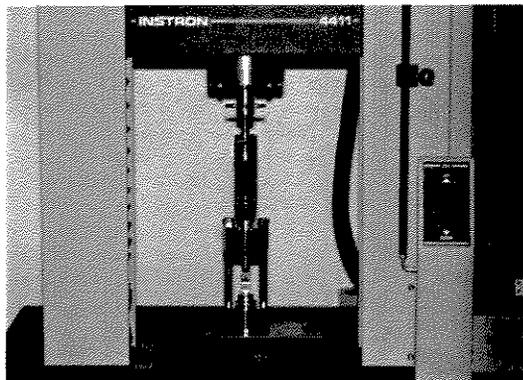


FIGURA 12 - Máquina universal de ensaio (Instron 4411).

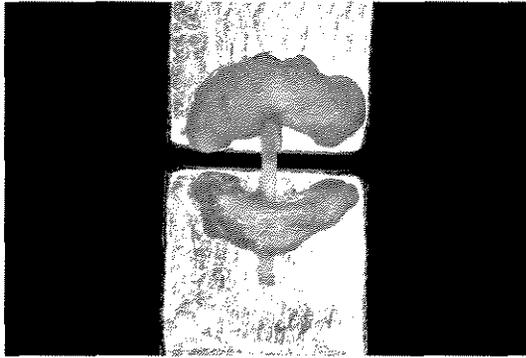


FIGURA 13 - Espécime posicionado e fixado com auxílio de cola.



FIGURA 14 - Fratura adesiva do espécime (FA).

A mensuração da área adesiva foi realizada com um paquímetro digital (Digimess, China), para o cálculo dos valores em MPa, de acordo com a operação matemática:

- 1) Área do espécime em $\text{mm}^2 \div 100 = \text{Área do espécime em cm}^2$
- 2) Valor de resistência em quilograma-força $\div \text{Área do espécime em cm}^2 = \text{kgf/cm}^2$
- 3) $\text{kgf/cm}^2 \times 0,098 = \text{MPa}$

PREPARO DAS AMOSTRAS PARA MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

Para a confecção das amostras para MEV, foram seguidos os grupos experimentais de acordo com cada tratamento. A interface adesiva foi polida, sob refrigeração a água em politriz (APL-4 Arotec, Cotia, SP, Brasil), com lixas de SiC de granulação 600 e lixas de Al₂O₃, de granulações 1000 e 1200 (Carborundum Abrasivos, Pernambuco, RE, Brasil), respectivamente. Após isso, os espécimes foram lavados com água destilada em ultra-som (T 14 – Thornton Impetch Eletrônica Ltda.) por um tempo de 12 minutos, em seguida houve um novo polimento, também refrigerado a água, com pastas diamantadas de granulações 6, 3, 1 e ¼ µm (Arotec, Cotia, SP, Brasil). Lavagem em ultra-som por 12 minutos foi novamente realizada, e o posterior condicionamento com ácido fosfórico 37% (Dentsply, Petrópolis, RJ, Brasil), por 15 segundos, foi feito para remoção dos debris do polimento. Em seguida, os espécimes foram fixados com aldeído (FIG. 15) (Fixador Karnovsky Modificado – glutaraldeído 2,5 %, formaldeído 2,5% em tampão cacodilato de sódio 0,05M, pH 7,2) por 1 hora, lavados em três passagens, 10 minutos cada, em tampão cacodilato 0,05 M e imersos em uma solução de tetróxido de ósmio com 0,1M de tampão cacodilato por 1 hora. Após esse período, as amostras foram lavadas três vezes com água destilada e imersas em soluções de concentração crescente de acetona (30, 50, 70 e 90%) (FIG. 16), permanecendo cerca de 10 minutos em cada uma. A solução de concentração 100% foi repetida, ou seja, trocada três vezes com as amostras permanecendo novamente 10 minutos em cada troca de solução. Em seguida, as amostras foram colocadas em dispositivos identificados e secadas ao ponto crítico (CPD 030 – Balzers, Balzers, Leichtenstein) (FIG. 17). Logo após, os espécimes foram metalizados (MED 010 – Balzers, Balzers, Leichtenstein) e observados em microscopia eletrônica de varredura (DSM 940-A

- ZEISS, Oberkochen, Alemanha) (FIG. 18), operando em 20 KV. As superfícies dentinárias submetidas aos diferentes tratamentos superficiais também foram observadas, sem os polimentos com lixas e pastas diamantadas, após os procedimentos citados acima, em MEV operando em 10 KV.

As fotografias foram feitas utilizando filme Neopan SS, 212 (Fuji Photo Film Co., Ltd., Tóquio, Japão).

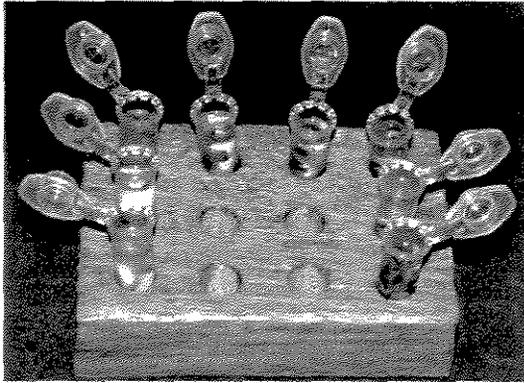


FIGURA 15 - Espécimes sendo fixados com aldeído.

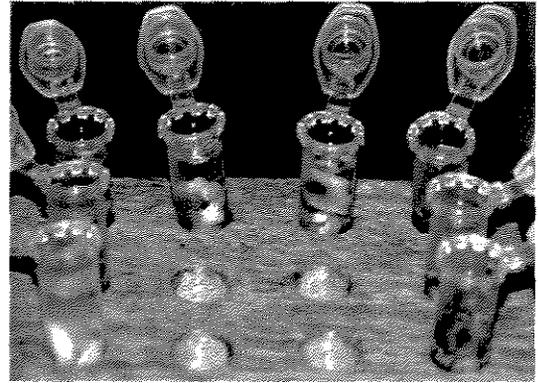


FIGURA 16 - Espécimes sendo desidratados em soluções de acetona.

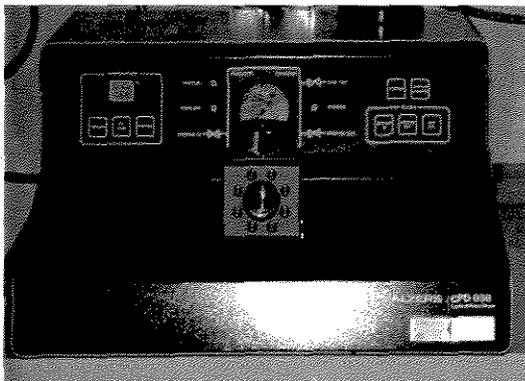


FIGURA 17 - Secagem ao ponto crítico (CPD - 030 Balzers).

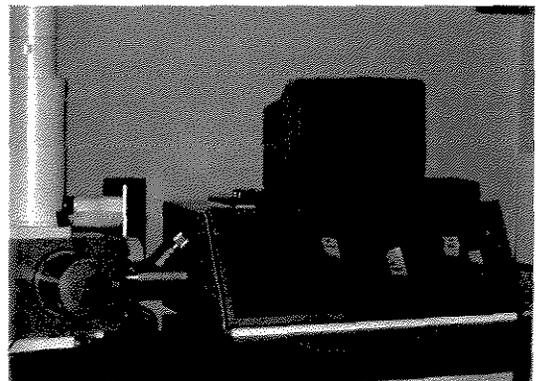


FIGURA 18 - Microscópio (DSM 940 A ZEISS).

5 - RESULTADOS

Os resultados de resistência à tração de cada espécime para os sistemas adesivos Prime & Bond NT, Clearfil Mega Bond e Etch & Prime 3.0, em função de todos os tratamentos superficiais da *smear layer*, estão presentes nos anexos 3, 4 e 5.

A análise de variância (TAB. 1) dos valores de resistência à tração demonstra diferenças estatísticas significativas entre os sistemas adesivos, em todos os tratamentos superficiais ($p= 0,00001$). Entretanto, nenhuma diferença estatística significativa foi observada entre os diferentes tratamentos superficiais propostos ($p= 0,20180$). Portanto, as propriedades dos adesivos utilizados foram independentes dos tratamentos realizados.

TABELA 1
Análise de variância dos dados.

Causas da variação	G.L	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
Adesivo	2	3963,8245795	1981,9122897	45,4682	0,00001
Tratamento	3	216,7123974	72,2374658	1,6572	0,20180
Adesivo * Tratamento	6	161,9935604	26,9989267	06194	0,71455
Resíduo	24	1046,1343371	43,5889307		
Total	35	5388,6648743			

Média Geral = 27.403055

Coefficiente de Variação = 24.093 %

O teste de Tukey (TAB. 2) foi aplicado para evidenciar as diferenças significativas entre os adesivos. Dentro do fator tratamento, o adesivo Prime & Bond NT apresentou os maiores valores médios de resistência adesiva à dentina. Entre os adesivos autocondicionantes, o adesivo Clearfil Mega Bond apresentou valores médios de resistência adesiva superiores ao do adesivo Etch & Prime 3.0.

Para o adesivo Prime & Bond NT, os valores de resistência adesiva encontrados foram: (SL)= 40,17 MPa; (AF)= 38,42 MPa; (JA)= 38,58 MPa e (ED)= 44,55 MPa. Percebe-se um valor médio maior, embora não significativo, quando a superfície dentinária foi condicionada com EDTA.

Para o adesivo Clearfil Mega Bond, os valores de resistência adesiva encontrados foram: (SL)= 21,13 MPa; (AF)= 32,89 MPa; (JA)= 25,74 MPa e (ED)= 28,37. MPa Percebe-se que existe uma tendência, embora não significativa, para maiores valores médios de resistência adesiva quando a superfície dentinária foi condicionada com ácido fosfórico 37% ou com EDTA 0,5 M.

Finalmente, para o adesivo Etch & Prime 3.0, os valores de resistência adesiva encontrados foram: (SL)= 12,8 MPa; (AF)= 17,04 MPa; (JA)= 11,38 MPa e (ED)= 17,72 MPa. Novamente, percebe-se para este adesivo autocondicionante, o mesmo padrão de comportamento que o outro adesivo autocondicionante: uma tendência, também não significativa, para maiores valores médios de resistência adesiva quando a superfície dentinária foi condicionada.

É importante salientar que, devido ao coeficiente de variação obtido (24,093%), não houve necessidade de transformação dos dados.

Os valores médios de RT para cada grupo experimental estão apresentados na TAB. 2 e ilustrados na FIG. 19.

TABELA 2
Valores médios de resistência adesiva dos grupos experimentais avaliados (MPa).

Tratamentos Superficiais	Adesivos dentinários		
	PB	CMB	EP
SL	40,17 A a	21,13 B a	12,8 C a
AF	38,42 A a	32,89 B a	17,04 C a
JA	38,58 A a	25,74 B a	11,38 C a
ED	44,55 A a	28,37 B a	17,72 C a

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical não diferem entre si pelo Teste Tukey (5%). SL - Aplicação direta sobre a *smear layer*; AF - Aplicação de ácido fosfórico 37% por 15 segundos; JA - Jateamento da superfície com Al₂O₃, (50µm) por 10 segundos; ED - Aplicação de EDTA 0,5 M (pH 7,0) por 2 minutos.

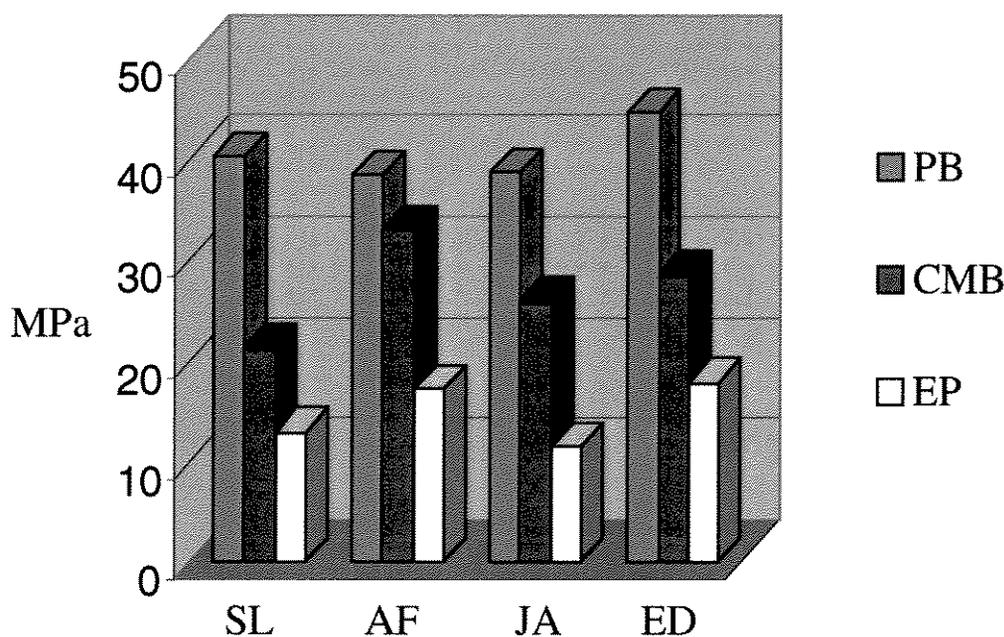


FIGURA 19 - Gráfico de barras para os valores médios de resistência adesiva segundo os tratamentos superficiais e adesivos.

As FIG. 20, 21, 22 e 23 ilustram os tratamentos superficiais da *smear layer*. A FIG. 20 mostra a *smear layer* depositada sobre a dentina, obliterando os túbulos dentinários. A FIG. 21 ilustra o condicionamento da dentina com ácido fosfórico 37% onde evidencia-se a remoção total da *smear layer*, da *smear plug* e desmineralização da dentina peri e intertubular. O jateamento da superfície dentinária expõe a embocadura de alguns túbulos e produz irregularidades superficiais (FIG. 22). Já o condicionamento com EDTA produziu uma descalcificação superficial superior ao condicionamento ácido. Nota-se na FIG. 23 maior exposição das fibras colágenas da dentina intertubular. As fotomicrografias de interface (FIG. 24 a 35) mostram que todos os sistemas adesivos tiveram capacidade de formar camada híbrida e de se infiltrarem nos túbulos dentinários, formando *tags* de resina. Variações na espessura da camada híbrida, de acordo com o sistema adesivo e o tratamento superficial utilizado podem ser notadas. Contudo, nota-se uma camada híbrida de maior espessura quando um agente condicionador foi aplicado sobre a superfície dentinária.

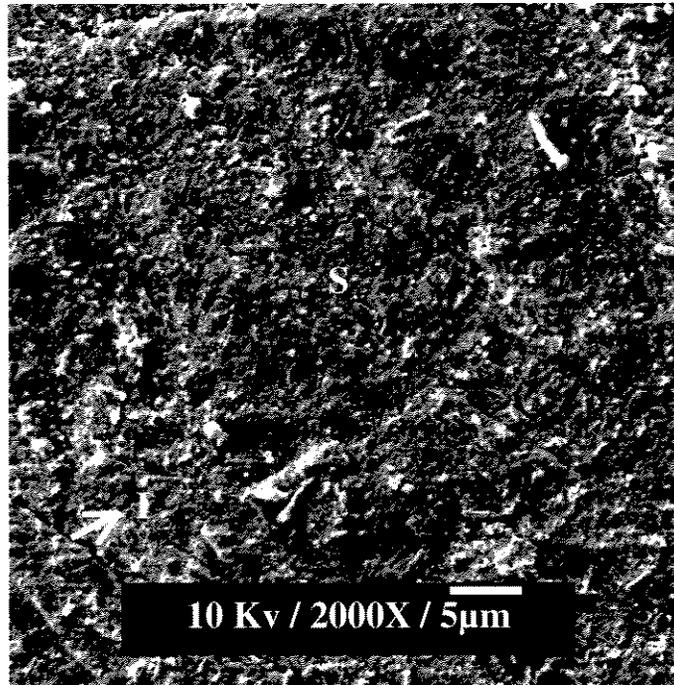


FIGURA 20 - *Smear layer* criada após abrasão com SiC 600.
I - Irregularidade; S - *Smear layer*.

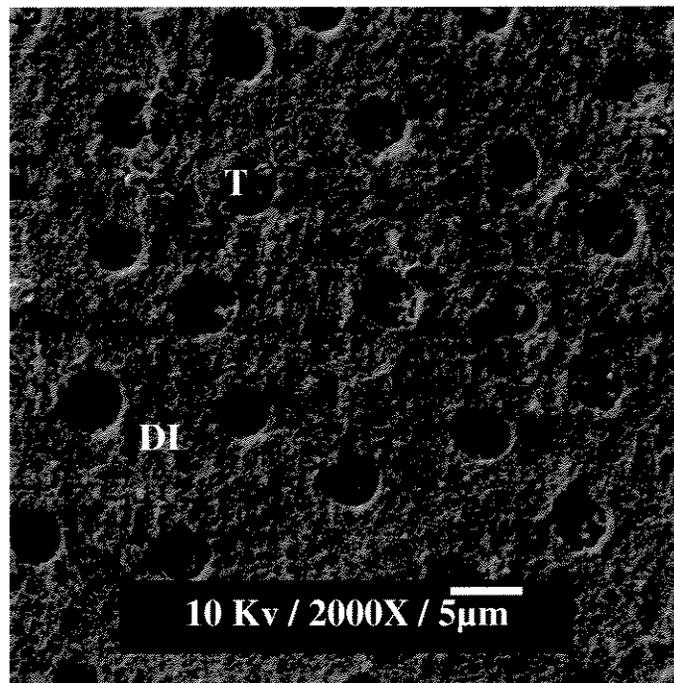


FIGURA 21 - Superfície dentinária tratada com ácido fosfórico 37% por 15 segundos.
DI - Dentina intertubular; T - Túbulo dentinário desobliterado.

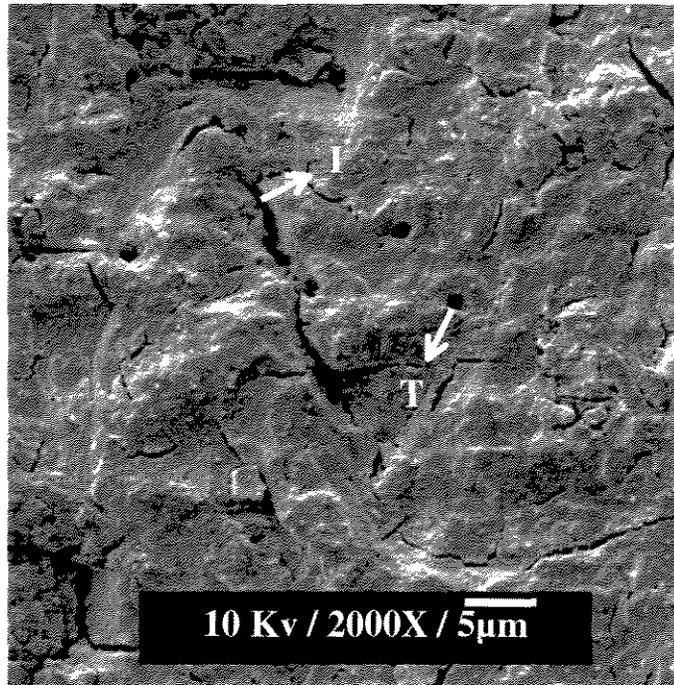


FIGURA 22 - Superfície dentinária jateada com partículas abrasivas de Al_2O_3 ($50\mu\text{m}$) por 10 segundos. I – Irregularidade e T - Túbulo dentinário desobliterado.

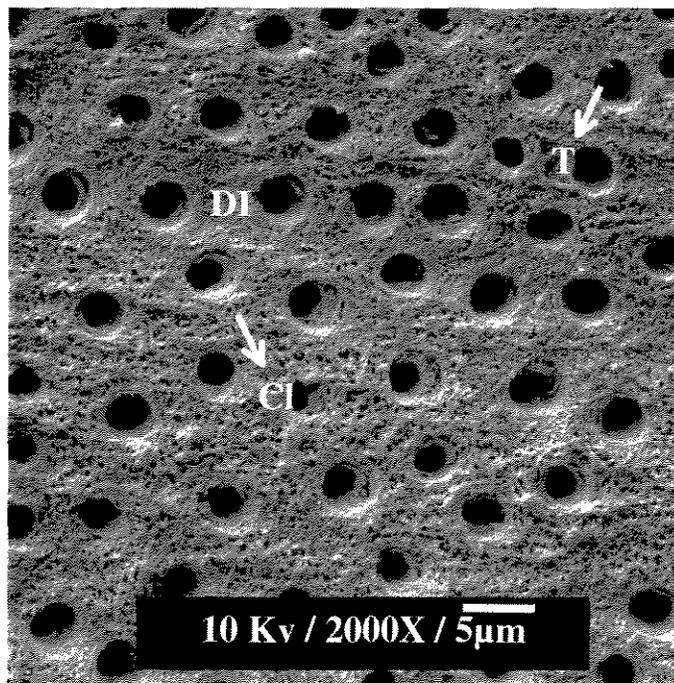


FIGURA 23 - Superfície dentinária condicionada com EDTA 0,5 M (pH 7,0) por 2 minutos. CI - Fibras colágenas; DI - Dentina intertubular e T - Túbulo dentinário desobliterado.

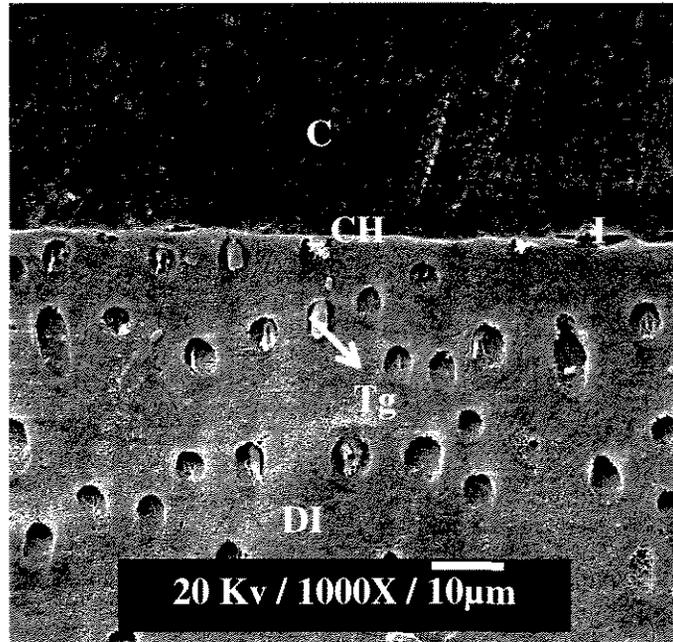


FIGURA 24 - Interface de união do adesivo Prime & Bond NT aplicado diretamente sobre a *smear layer* sem condicionamento ácido. C - Compósito; CH - Camada híbrida, DI - Dentina intertubular; I - Irregularidades e Tg - *Tag* de resina.

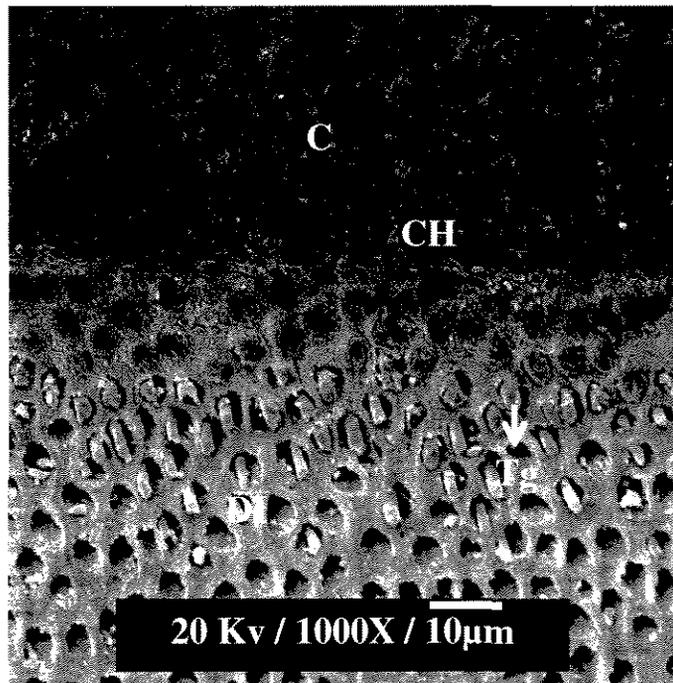


FIGURA 25 - Interface de união do adesivo Prime & Bond NT com prévio condicionamento com ácido fosfórico 37% por 15 segundos (recomendação do fabricante). C - Compósito; CH - Camada híbrida; DI - Dentina intertubular e Tg - *Tag* de resina.

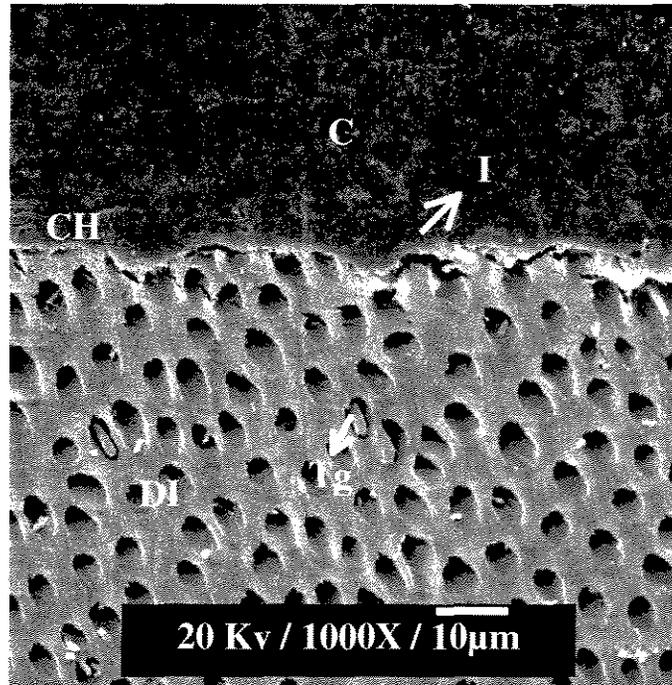


FIGURA 26 - Interface de união do adesivo Prime & Bond NT aplicado após o jateamento com partículas abrasivas de Al₂O₃ (50µm) por 10 segundos, sem condicionamento ácido. C - Compósito; CH - Camada híbrida; DI - Dentina intertubular; I - Irregularidade e Tg - Tag de resina.

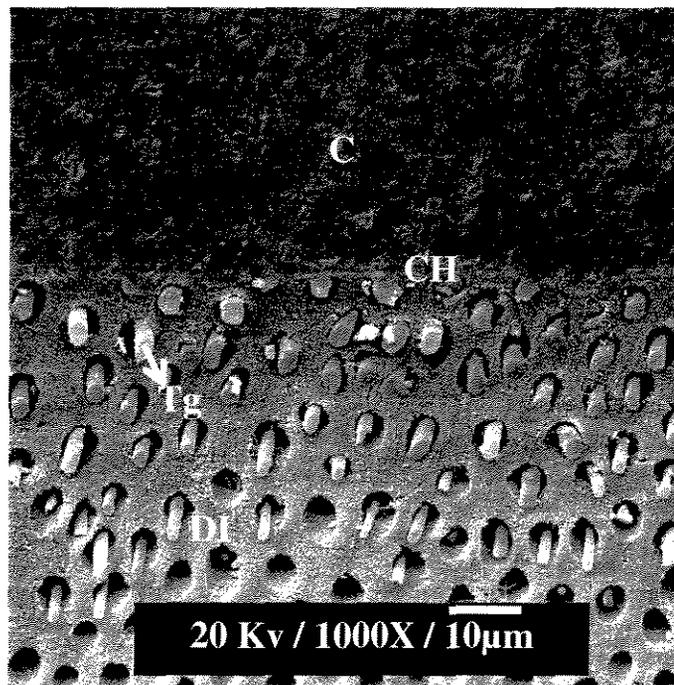


FIGURA 27 - Interface de união do adesivo Prime & Bond NT com prévio condicionamento com EDTA 0,5 M (pH 7,0) por 2 minutos, sem condicionamento ácido. C - Compósito; CH - Camada híbrida; DI - Dentina intertubular e Tg - Tag de resina.

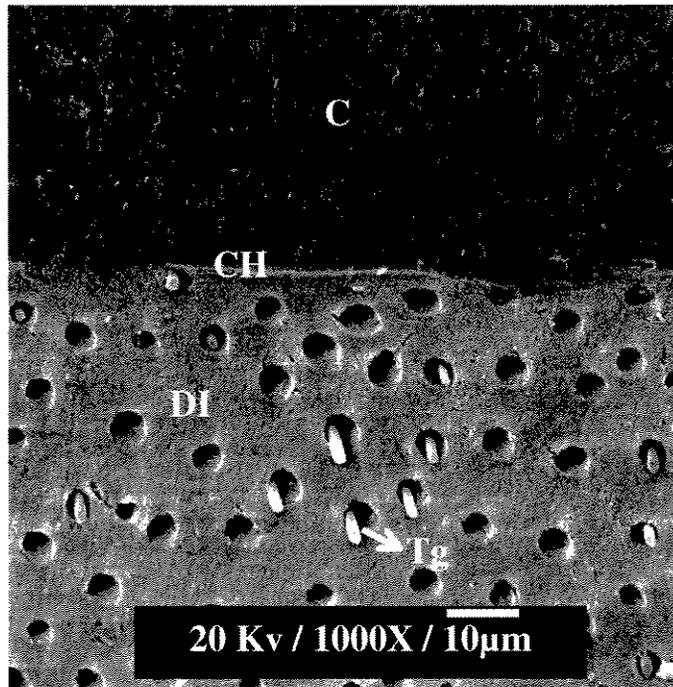


FIGURA 28 - Interface de união do adesivo Clearfil Mega Bond aplicado diretamente sobre a *smear layer* (recomendação do fabricante). C - Compósito; CH - Camada híbrida; DI - Dentina intertubular e Tg - *Tag* de resina.

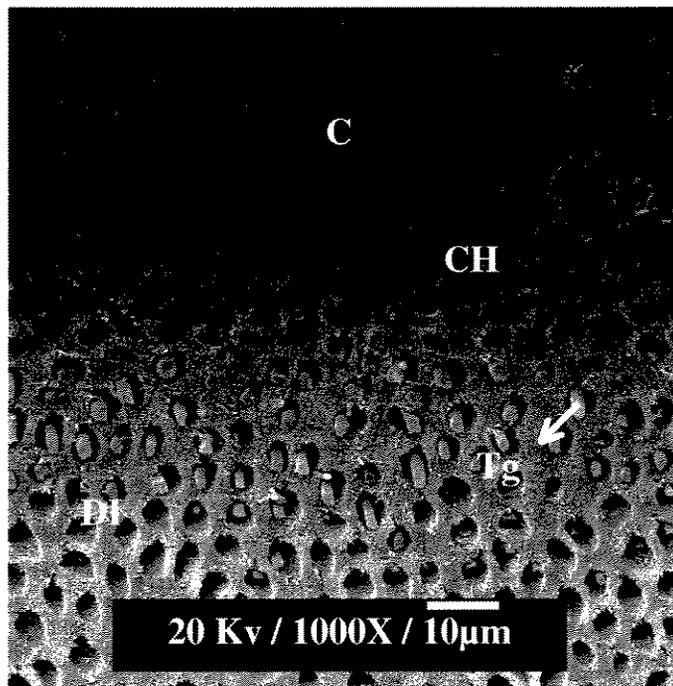


FIGURA 29 - Interface de união do adesivo Clearfil Mega Bond com prévio condicionamento com ácido fosfórico 37% por 15 segundos. C - Compósito; CH - Camada híbrida; DI - Dentina intertubular e Tg - *Tag* de resina.

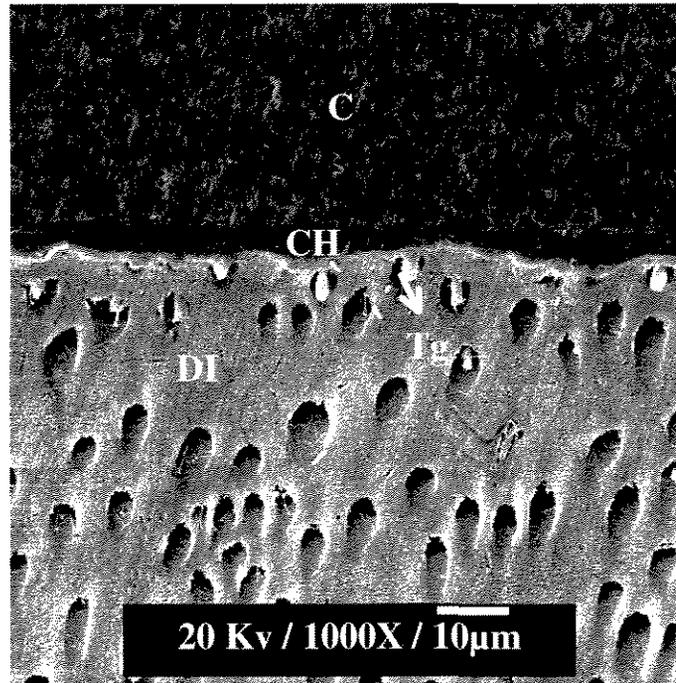


FIGURA 30 - Interface de união do adesivo Clearfil Mega Bond aplicado após o jateamento com partículas abrasivas de Al_2O_3 (50 μm) por 10 segundos. C - Compósito; CH - Camada híbrida; DI - Dentina intertubular e Tg - Tag de resina.

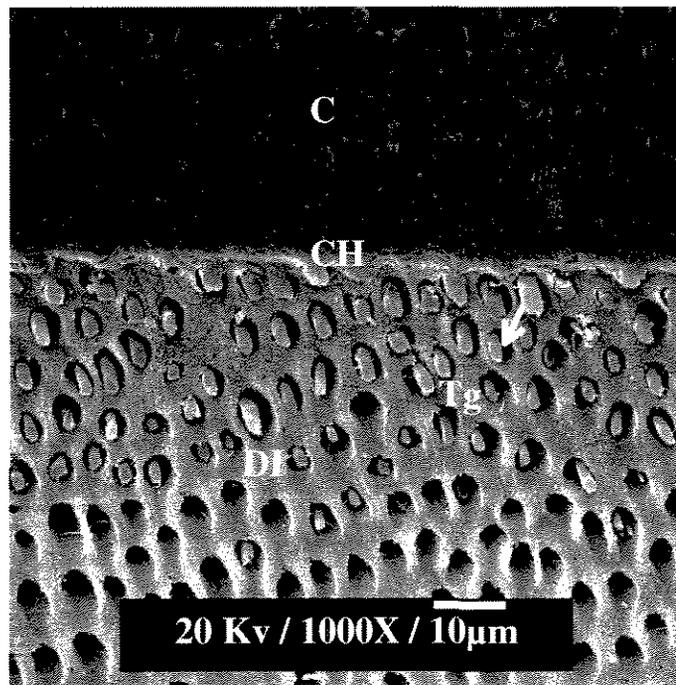


FIGURA 31 - Interface de união do adesivo Clearfil Mega Bond com prévio condicionamento com EDTA 0,5 M (pH 7,0) por 2 minutos. C - Compósito; CH - Camada híbrida; DI - Dentina intertubular e Tg - Tag de resina.

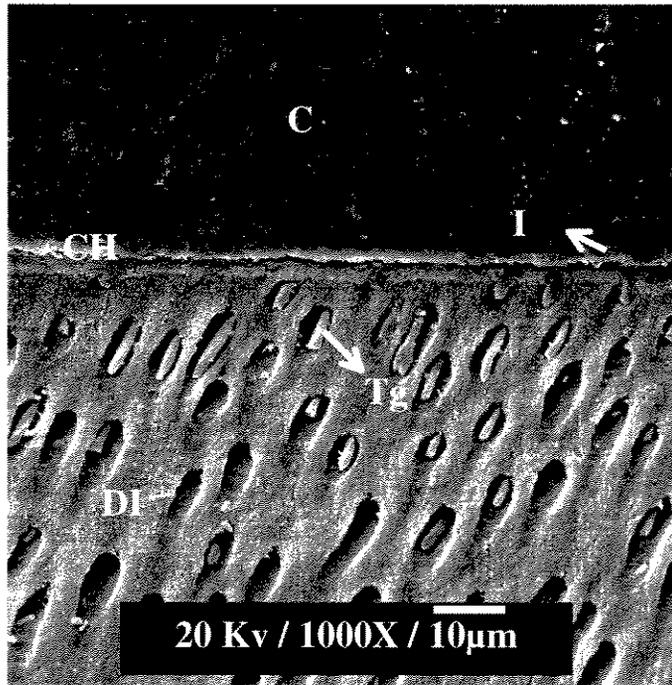


FIGURA 32 - Interface de união do adesivo Etch & Prime 3.0 aplicado diretamente sobre a *smear layer* (recomendação do fabricante). C - Compósito; CH - Camada híbrida; DI - Dentina intertubular; I - Irregularidade e Tg - *Tag* de resina.

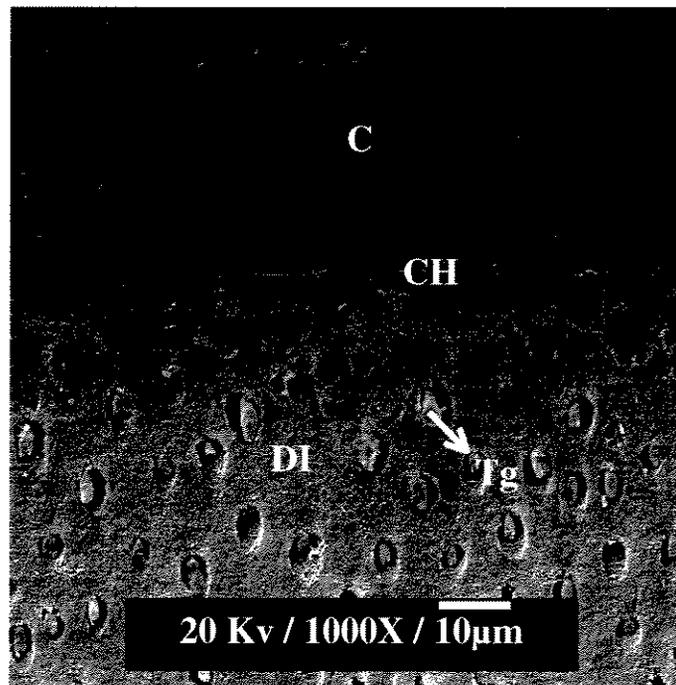


FIGURA 33 - Interface de união do adesivo Etch & Prime 3.0 com prévio condicionamento com ácido fosfórico 37% por 15 segundos. C - Compósito; CH - Camada híbrida; DI - Dentina intertubular e Tg - *Tag* de resina.

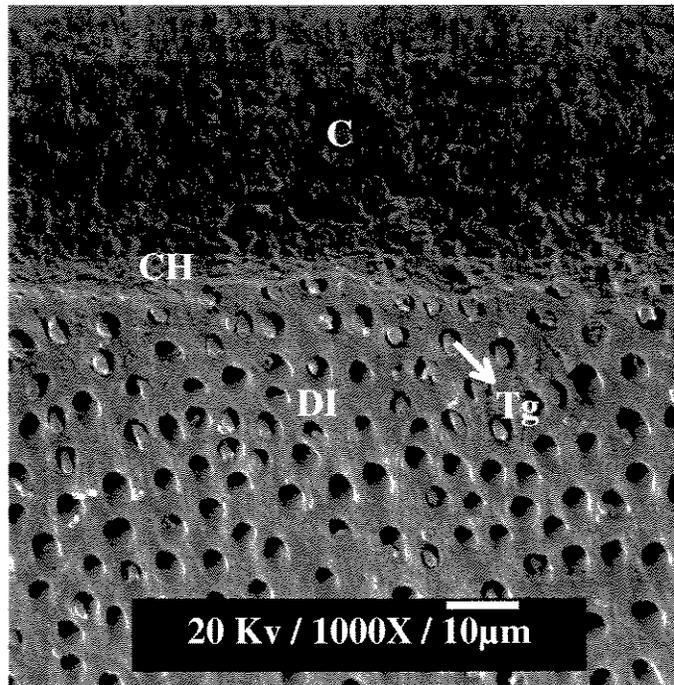


FIGURA 34 - Interface de união do adesivo Etch & Prime 3.0 aplicado após o jateamento com partículas abrasivas de Al_2O_3 (50 μ m) or 10 segundos. C - Compósito; CH - Camada híbrida; DI - Dentina intertubular e Tg - Tag de resina.

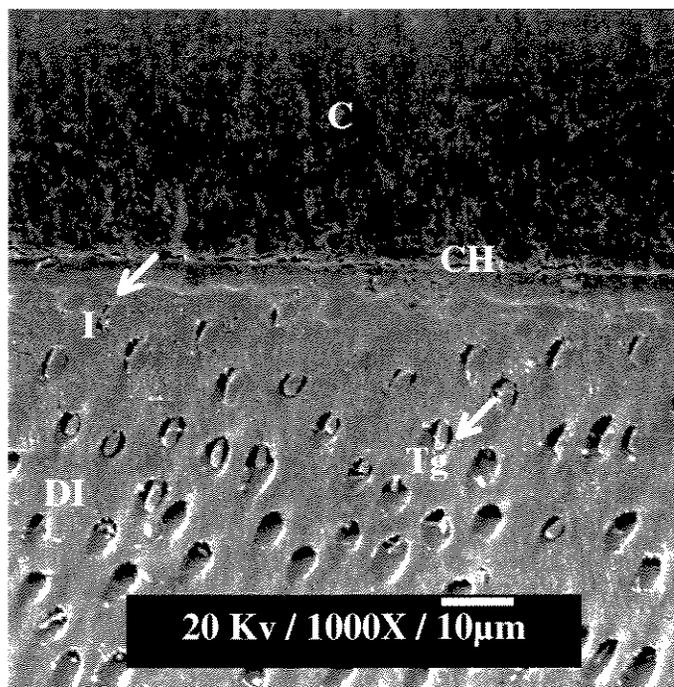


FIGURA 35 - Interface de união do adesivo Etch & Prime 3.0 com prévio condicionamento com EDTA 0,5 M (pH 7,0) por 2 minutos. C - Compósito; CH - Camada híbrida; DI - Dentina intertubular; I - Irregularidade e Tg - Tag de resina.

6 - DISCUSSÃO

O método utilizado no presente estudo, *nontrimming version*, (GIANNINI, 1999; TAY *et al.*, 2000a; TAY *et al.*, 2000b; SHONO *et al.*, 1999) é uma versão modificada do teste de microtração original (SANO *et al.*, 1994). A técnica é bastante conservadora em termos de números de dentes necessários para o teste, pois muitos espécimes podem ser produzidos de um único elemento dental. A técnica *nontrimming* aparentemente localiza menos tensão na interface adesiva, e a consequência desse desenho modificado é a capacidade de mensurar resistências de uniões regionais. Entretanto, algumas desvantagens são: a dificuldade encontrada em preparar os espécimes, a necessidade de equipamento especial e a tendência dos espécimes desidratarem rapidamente (PASHLEY, *et al.*, 1995a; PASHLEY *et al.*, 1999).

Os adesivos empregados neste estudo diferem em relação ao seu mecanismo de adesão à dentina. Enquanto o sistema Prime & Bond NT emprega o condicionamento prévio da dentina com ácido fosfórico 37%, desmineralizando a mesma para a infiltração do monômero resinoso do *primer* (PASHLEY, 1993; TAGAMI TAO & PASHLEY, 1990; TAO & PASHLEY, 1988), os sistemas Clearfil Mega Bond e Etch & Prime 3.0 desenvolvem uma ação de autocondicionamento, na qual o monômero resinoso que infiltra na dentina tem acidez suficiente para criar sua própria via de acesso ao tecido dentinário, dispensando um pré-condicionamento (TAY *et al.*, 2000b, WATANABE, NAKABAYASHI & PASHLEY, 1994). Esses fatores se tornam relevantes, pois os sistemas autocondicionantes desenvolvem uma camada híbrida de menor espessura e uma

quantidade de *tags* de resina de menor extensão, quando comparados aos sistemas que empregam o tratamento prévio da superfície com soluções ácidas (PASHLEY & CARVALHO, 1997; TAY *et al.*, 2000a; YOSHIYAMA *et al.*, 1995). Para ambos os sistemas, tanto a morfologia da superfície quanto a umidade superficial, determinam variações na qualidade final de adesão, pois, embora diferentes em suas formas de utilização, os materiais desenvolvem uma adesão à dentina caracterizada por retenção micromecânica, representada pela formação da camada híbrida (PASHLEY & CARVALHO, 1997; NAKABAYASHI, KOJIMA & MASUHARA, 1982; VAN MEERBEEK, 1992).

A originalidade deste estudo fundamenta-se na análise comparativa da adesão de sistemas adesivos em substratos que receberam diferentes tratamentos superficiais da *smear layer*: condicionamento com ácido fosfórico 37% por 15 segundos, jateamento com óxido de alumínio 50 µm por 10 segundos e tratamento com EDTA 0,5 M por 2 minutos.

O condicionamento ácido da dentina promove a remoção da *smear layer* e a desmineralização de cerca de 3-8 µm da dentina sólida superficial. A dentina peritubular desaparece na porção mais superficial dos túbulos, abrindo suas embocaduras e conferindo a estes uma forma afunilada (MARSHALL JR. *et al.*, 1997) (FIG. 21). Devido à remoção da porção mineral da dentina intertubular, as fibras colágenas ficam expostas, e o espaço anteriormente ocupado pelo mineral é substituído pela água oriunda da lavagem do ácido ou da própria permeabilidade dentinária (PASHLEY & CARVALHO, 1997). Portanto, a água promove suporte mecânico para as fibras colágenas na zona de dentina desmineralizada, e, para que o mecanismo de adesão se processe adequadamente, é necessário que os monômeros resinosos do *primer*/adesivo se infiltrem nesses espaços

interfibrilares, substituindo a água ali presente (EICK *et al.*, 1997; PASHLEY, 1993; RITTER *et al.*, 2000). A desidratação da dentina desmineralizada com ar, entretanto, é um procedimento indesejável, uma vez que poderia causar uma contração e conseqüente colapso das fibras sobre a dentina subjacente (RITTER *et al.*, 2000), reduzindo os espaços interfibrilares para difusão do agente adesivo, produzindo, conseqüentemente, baixa resistência adesiva (PASHLEY & CARVALHO, 1997).

O jateamento ou abrasão a ar, com baixa pressão, é derivado da técnica original, desenvolvida por BLACK (1945), na tentativa de aumentar o conforto do paciente, reduzindo pressão, calor, vibração e barulho durante a preparação com instrumentos rotatórios (ROEDER *et al.*, 1995). O fluxo de partículas abrasivas de óxido de alumínio em alta velocidade é utilizado para preparar esmalte e dentina. Autores têm discutido a técnica do jateamento com a finalidade de aumentar a adesão dos materiais resinosos a esses substratos (ROEDER *et al.*, 1995; LOS & BARKMEIER, 1994). Devido à alteração na superfície promovida pelo jateamento e com o intuito de melhorar a *performance* dos adesivos, é que foi proposto jatear a superfície dentinária com óxido de alumínio. Nas fotomicrografias foram observadas irregularidades na superfície dentinária e parcial remoção da *smear layer*. Entretanto, essas mudanças morfológicas não tiveram efeito significativo na resistência adesiva, conforme os resultados encontrados (NIKAIDO *et al.*, 1996) (FIG. 22).

A aplicação de EDTA, dependendo do tempo, concentração e técnica empregada, pode remover quantidades variadas de *smear layer* e até realizar a remoção completa da *smear plug*, fazendo com que os túbulos dentinários fiquem desobliterados (WENDT JR. JEBELES & LEINFELDER, 1990) (FIG. 23). Algumas soluções de EDTA já foram utilizadas como pré-tratamento das estruturas dentais minerais com o intuito de aumentar a

eficácia dos sistemas adesivos (MANABE, MOH & WAKUMOTTO, 1991; CHIGIRA *et al.*, 1994; GOODIS MARSHALL JR. & WHITE, 1991). O tratamento superficial com EDTA provoca menor remoção mineral, em profundidade, que o ácido fosfórico. Recentemente, MIYASAKA & NAKABAYASHI (1999) relataram uma melhoria na resistência adesiva e na qualidade da camada de interdifusão resina/dentina após remoção da *smear layer*, com uma solução desmineralizante consistindo de EDTA, seguida da aplicação de um *primer* de 1% Phenyl-P em 30% de HEMA e adesivo 94-99% trietilenoglicol de dimetacrilato (TEGMA).

Observa-se, através dos resultados que, para todos os sistemas adesivos, a *smear layer*, não ofereceu resistência à penetração dos agentes resinosos. Confirmando os resultados, tem-se relatado que a *smear layer* é formada por porosidades que, teoricamente, não representam obstáculo à difusão do adesivo (VAN MEERBEEK *et al.*, 1993) (FIG. 20). Além disso, TAY *et al* (2000a) mostraram que a formação da camada híbrida ocorre independentemente da espessura da *smear layer* para os adesivos autocondicionantes.

No trabalho de COLI *et al.* (1999), vários pré-tratamentos como EDTA 0,2%, jateamento com óxido de alumínio, ácido fosfórico 10% e solução de colagenase foram combinados e realizados antes da aplicação do adesivo All Bond 2. Os autores não obtiveram diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos. No trabalho de GIANNINI, FARIA & PAULILLO (2000), a superfície dentinária foi condicionada com ácido fosfórico e/ou jateada com óxido de alumínio para posterior aplicação do adesivo Prime & Bond 2.1. Os autores também obtiveram médias sem diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos, mostrando que a substituição do condicionamento pelo jateamento não alterou a resistência adesiva. PERDIGÃO *et al.*, em 2000, compararam resistências adesivas nas superfícies dentinárias condicionadas com ácido fosfórico ou

tratadas com EDTA, para posterior aplicação do adesivo Clearfil Mega Bond, não encontrando, novamente, diferenças significativas entre os tratamentos, mostrando que a remoção mineral não influenciou na resistência adesiva.

A aplicação direta dos adesivos sobre os diferentes tipos de *smear layer* ou superfícies dentinárias (resultantes do polimento com lixas de SiC, jateamento e condicionamento com ácido fosfórico ou EDTA), não tiveram influências significativas sobre as resistências adesivas, provavelmente devido às características dos materiais utilizados. Isso demonstra que a ação dos adesivos estudados não sofreram influência dos tratamentos superficiais. A resistência à tração para o adesivo Prime & Bond NT não foi estatisticamente significativa quando o substrato dentinário foi pré-tratado com ácido fosfórico (38,42 MPa), submetido ao jateamento (38,58 MPa) ou condicionada com EDTA (44,55 MPa). Já para os adesivos autocondicionantes, a desmineralização promovida pelos condicionadores, com o intuito de aumentar a infiltração no tecido dentinário, também não produziu efeito significativo na resistência à tração.

O adesivo Prime & Bond NT gerou os maiores valores médios para os tratamentos superficiais. Sabe-se que um pH mínimo de 2,8 é necessário para que a solução do *primer* desmineralize efetivamente a dentina intacta em 30 segundos (TAY *et al.*, 2000a). A acidez total desse sistema adesivo, fornecida pelo fabricante, é 2,4. A solução com o monômero monofosfato de dipentaeritritol pentacrilato (PENTA) possui baixo pH, agindo como um agente autocondicionante (BARKMEIER, HAMMESFAHR & LATTA, 1999). Pode-se prever que a acidez total facilitou a penetração dos monômeros resinosos na dentina subjacente, promovendo retenção micromecânica. Além disso, têm sido relatadas uniões iônicas entre os grupos fosfatos do PENTA e os íons cálcio da *smear layer* ou da superfície dentinária, podendo explicar os maiores valores médios de resistência à tração

(PERDIGÃO *et al.*, 1994). Portanto, a acidez total do *primer* foi suficiente para promover uma desmineralização da dentina subjacente, permitindo obter valores médios de resistência adesiva semelhantes aos da técnica recomendada pelo fabricante. Outro fator a ser considerado é o modo de aplicação do *primer*, onde uma maior uniformidade de distribuição do adesivo por toda a superfície facilitou a infiltração dos monômeros resinosos através da *smear layer* e *smear plug*, quando estes foram mantidos úmidos.

O adesivo Clearfil Mega Bond combina dois frascos de *primer e bond* separados apresentando um pH igual a 2,0 (TAY *et al.*, 2000a). Seu monômero ácido é o 10-ácido fosfórico metacriloilodecil di-hidrogênio fosfato (MDP), o qual promove dissolução da *smear layer* e da dentina hígida subjacente. Percebe-se, através dos resultados, maiores valores médios, embora não significativos, quando este adesivo autocondicionante teve sua superfície dentinária condicionada com ácido fosfórico 37% ou com EDTA 0,5 M. Provavelmente esses tratamentos superficiais facilitaram a difusão do monômero para a dentina subjacente, mas, em contrapartida, não tiveram significância na resistência adesiva, além de apresentarem um passo clínico de condicionamento adicional. Concordando com este estudo, numa pesquisa similar, PERDIGÃO *et al.*, (2000) concluíram que um passo adicional de condicionamento no esmalte e dentina, antes da aplicação do *primer*, não afeta a resistência adesiva.

No adesivo Etch & Prime, o componente tetra-metacriloxietilpirofosfato, presente no frasco catalisador, ioniza quando em contato com a água presente no frasco universal, originando uma solução com o pH 1,4. A desmineralização da estrutura dental e a penetração do HEMA ocorrem simultaneamente (CARDOSO, BRAGA & CARRILHO, 1998). A qualidade e profundidade do condicionamento afetam diretamente a camada híbrida e a morfologia dos *tags* resinosos. Com um o mecanismo de união semelhante ao

do outro adesivo autocondicionante, apresentando interfaces adesivas de morfologia similares, o adesivo Etch & Prime 3.0 também demonstrou maiores valores médios de resistência, não significativos, quando suas superfícies dentinárias foram condicionadas. Entretanto, seus valores médios de resistência adesiva foram inferiores em relação aos demais adesivos, provavelmente devido à quantidade de água total presente no adesivo, não contribuindo para a adesão de superfície do compósito aplicado sobre este. As falhas, portanto, seriam predominantes na interface entre o adesivo e o compósito e não na camada híbrida.

As observações microscópicas das interfaces adesivas, para os três sistemas adesivos combinados com os diferentes tratamentos superficiais, evidenciam nas fotomicrografias a presença de camada híbrida e *tags*. Entretanto, observa-se uma maior quantidade de prolongamentos de resina nas interfaces onde o ácido fosfórico ou o EDTA foram aplicados (FIG. 25, 27, 29, 31, 33 e 35), quando comparadas às interfaces produzidas após aplicação direta sobre a *smear layer* ou jateamento (FIG. 24, 26, 28, 30, 32 e 34). Contudo, através dos resultados, pode-se afirmar que a resistência adesiva não foi afetada pela maior ou menor quantidade de *tags* de resina.

Apesar dos diferentes tratamentos da *smear layer*, das variações nas morfologias das superfícies e das interfaces adesivas, pode-se concluir que os sistemas adesivos utilizados superaram as condições encontradas. Isso possui um significado clínico bastante favorável no que diz respeito à erros na aplicação dos adesivos odontológicos estudados tais como: ausência da etapa de condicionamento ácido, quando recomendada pelo fabricante ou condicionamento total ou parcial do substrato dentinário, quando este se faz desnecessário. Por ser um estudo laboratorial, passos adicionais à técnica recomendada pelo fabricante foram indicados com o intuito de verificar a validade científica desses

procedimentos. Pois, uma vez comprovado que o condicionamento com EDTA ou o jateamento pudesse melhorar a performance dos adesivos, poderia-se formular mudanças na aplicação dos adesivos avaliados.

De acordo com as condições em que este estudo foi desenvolvido e com base nos resultados da análise estatística aplicada aos valores obtidos, pode-se concluir que:

- o adesivo Prime & Bond NT apresentou valor médio de resistência à tração superior aos adesivos Clearfil Mega Bond e Etch & Prime 3.0, independente do tratamento superficial; sendo que o último adesivo apresentou menor valor médio de resistência à tração, entre os sistemas utilizados;
- não houve diferenças significativas na resistência à tração, quando foram empregados os diferentes tratamentos da *smear layer* para o mesmo sistema adesivo;
- as fotomicrografias de superfícies apresentaram características peculiares à cada tratamento superficial. Nas fotomicrografias de interface, uma maior quantidade de *tags* foi percebida quando as superfícies dentinárias eram condicionadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

*De acordo com a NBR-6023 de 1989, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Abreviaturas dos periódicos de conformidade com o *Word List of Scientific Periodicals*.

1. AMORY, C., YVON, J. Shear bond strength of a light-cured resin composite vs. dentin characteristics. **Dent Mater**, Washington, v.10, n.3, p.203-209, May 1994.
2. BARKMEIER, W.W, HAMMESFAHR, P.D., LATTA, M.A. Bond strength of composite to enamel and dentin using Prime & Bond 2.1. **Oper Dent**, Seattle, v.24, n.1, p.51-56, 1999.
3. BLACK, R.B. Technic for nonmechanical preparation of cavities and prophylaxis. **J Am Dent Assoc**, Chicago, v.32, p.955-966, Aug. 1945.
4. BOWEN, R.L., RODRIGUEZ, M.S. Tensile strength and modulus of elasticity of tooth structure and several restorative materials. **J Am Dent Assoc**, Chicago, v.64, n.3, p.378-387, Mar. 1962.
5. BRADFORD, E.W. The interpretation of decalcified sections of human dentine. **Br Dent J**, London, v.8, n.5, p.153-159, Mar. 1955.
6. BRAGA,R.R., CESAR, P.F., GONZAGA, C.C. Tensile bond strength to filled and unfilled adhesives to dentin. **Am J Dent**, San Antonio, v.13, n.2, p.73-76, Apr. 2000.

7. BUONOCORE, M.G. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. **J Dent Res**, Washington, v.34, n.6, p.849-853, Dec. 1955.
8. BUONOCORE, M.G., WILEMAN, W., BRUDEVOLD, F. A report on a resin composition capable of bonding to human dentin surfaces. **J Dent Res**, Washington, v.35, n.6, p.846-851, Dec. 1956.
9. 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.
10. CARVALHO, R.M. *et al.* Determinação da resistência adesiva a dentina através de um dispositivo de micro-tração. **Revta FOB**, Bauru, v.2, n.3, p.77-82, July/Sept. 1994.
11. CHIGIRA, H. *et al.* Efficacy of various commercial dentin bonding systems. **Dent Mater**, Washington, v.10, n.6, p. 363-368, Nov. 1994.
12. COLI, P. *et al.* In vitro pretreatment: surface roughness and adhesive shear bond strength. **Eur J Oral Sci**, Copenhagen, v.107, n.5, p. 400-413, Oct. 1999.
13. DeWALD, J.P. The use of extracted teeth for in vitro bonding studies: A review of infection control considerations. **Dent Mater**, Washington, v.13, n.2, p.74-81, Mar. 1997.
14. EICK J.D. *et al.* Current concepts on adhesion to dentin. **Crit Rev Oral Biol Med**, Boca Raton, v.8, n.3, p.306-335, 1997.

15. FERNANDES, C.A.O. **Avaliação da influência da profundidade do substrato dentinário na resistência adesiva de dois novos sistemas adesivos.** Bauru, 1997. 102p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.

16. FERRARI, M. *et al.* Dentin infiltration by three adhesive systems in clinical and laboratory conditions. **Am J Dent**, San Antonio, v.9, n.6. p.240-244, Dec. 1996.

17. FINGER, W.J., INOUE, M., ASMUSSEN, E. Effect of wettability of adhesive resins on bonding to dentin. **Am J Dent**, San Antonio, v.7, n.1, p.35-38, Feb. 1994.

18. FITCHIE, J.G. *et al.* Microleakage of two new dentinal bonding systems. **Quintessence Int**, Berlin, v.21, n.9, p.749-752, Sept. 1990.

19. FLYNN, M. Six – year evaluation of in vivo performance of cervical restorative materials. **J Dent Res**, Washington, v.61, p.214, 1982. [Abstract 322]

20. 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.

21. GARBEROGLIO, R., BRÄNNSTRÖM, M. Scanning electron microscopic investigation of human dentinal tubules. **Arch Oral Biol**, Oxford, v.21, n.6, p.355-362, June 1976.

22. GIANNINI, M. **Efeito da densidade e da área ocupada pelos túbulos dentinários na resistência à tração.** Piracicaba, 1999. 132p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas.

23. _____, FARIA, J., PAULLILO. Effects of sandblasting on bond strength to dentin. **J Dent Res**, Washington, v.79, n.5, p.1096, May 2000. [Abstract, 223]

24. GIANNINI *et al.* Effect of tubule density on bond strength to dentin. **J Dent Res**, Washington, v.78, p.148, Mar. 1999. [Abstract, 340]
25. GOODIS, H.E., MARSHALL JR., G.W., WHITE, J.M. The effects of storage after extraction of the teeth on human dentine permeability *in vitro*. **Arch Oral Biol**, Oxford, v.36, n.8, p.561-566, 1991.
26. JENDRESEN, M.D. Clinical performance of a new composite resin for Class V erosion. **J Dent Res**, Washington, v.57, p.339, 1978. [Abstract 1057]
27. KRAMER, I.R.H., McLEAN, J.W. Alterations in the staining reactions of dentine resulting from a constituent of a new self-polymerizing resin. **Br Dent J**, London, v.93, n.6, p.150-153, Sept. 1952.
28. LOS, S.A., BARKMEIER, W.W. Effects of dentin air abrasion with aluminum oxide and hydroxyapatite on adhesive bond strength. **Oper Dent**, Seattle, v.19, p.169-175, 1994.
29. MANABE, A., MOH, K, WAKUMOTO, S. The optimum combination of dentin bonding systems. **Dent Mater**, Washington, v.7, n.3, p.145-147, July 1991.
30. MANSON, P. *et al.* Shear bond strength of four dentinal adhesives applied in vivo and in vitro. **J Dent**, Oxford, v.24, n.3, p.217-222, 1996.
31. MARSHALL JR., G.W. *et al.* The dentin substrate: structure and properties related to bonding. **J Dent**, Oxford, v.25,n.6, p.441-458, Nov. 1997.
32. MIYASAKA, N., 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.

33. NAKABAYASHI, N. Adhesive bonding with 4-META. **Oper Dent**, Seattle, v.5, p.125-130, 1992. [Supplement]
34. NAKABAYASHI, N., KOJIMA, K., MASUHARA, E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. **J Biomed Mater Res**, New York, v.16, n.3, p.265-273, May 1982.
35. 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.
36. NIKAIDO, T. *et al.* Bond strengths of resin to enamel and dentin treated with low – pressure air abrasion. **Oper Dent**, Seattle, v.21,n.5, p.218-224, Sept./Oct. 1996.
37. PASHLEY, D.H. Dentin permeability: effects of smear layer removal. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.46, n.5, p.531-537, Nov. 1981.
38. _____, CARVALHO, R.M. Dentine permeability and dentine adhesion. **J Dent**, Oxford, v.25, n.5, p.355-372, 1997.
39. _____. *et al.* Adhesion testing of dentin bonding agents: A review. **Dent Mater**, Washington, v.11, p.117-125, Mar. 1995a.
40. _____. *et al.* Bond strength versus dentine structure: a modelling approach. **Arch Oral Biol**, Oxford, v.40, n.12, p.1109-1118, Dec. 1995b.
41. _____. *et al.* The microtensile bond strength: a review. **J Adhes Dent**, Berlin, v.1, n.4, p.1-12, Oct /Nov./Dec. 1999.
42. _____. *et al.* Permeability of dentin to adhesive agents. **Quintessence int.**, Berlin, v.24, n.9, p.618-631, Sept. 1993.

43. PERDIGÃO, J *et al.* Effect of conditioner on the μ -Tensile Bond Strength of Clearfil® SE Bond. **J Dent Res**, Washington, v.79, p.194, 2000. [Abstract 408]
44. _____. *et al.* In vitro bond strengths and SEM evaluation of dentin bonding systems to different dentin substrates. **J Dent Res**, Washington, v.73, n.1, p.44-55, Jan. 1994.
45. PRATI, C. *et al.* Dentine permeability and bond quality as affected by new bonding systems. **J Dent**, Oxford, v.23, n.4, p.217-226, Aug. 1995.
46. RITTER, A.V. *et al.* Effects of different re-wetting techniques on dentin shear bond strengths. **J Esthet Dent**, Ontário, v.12, p.85-96, 2000.
47. ROEDER, L.B. *et al.* Bond strength of composite to air – abraded enamel and dentin. **Oper Dent**, Seattle, v.20, n.5, p.186-190, Sept./ Oct. 1995.
48. 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.
49. SHONO Y *et al.* Regional Measurements of resin-dentin bonding as an array. **J Dent Res**, Washington, v.78, n.2, p.699-705, Feb. 1999.
50. SWIFT JR.,E.J., PERDIGÃO, J., HEYMANN, H.O. Bonding to enamel and dentin: A brief history and state of the art, 1995. **Quintessence Int**, Berlin, v.26, n.2, p.95-110, Feb. 1995.
51. STANFORD, J.W., SABRI, Z., JOSE, S. A comparinson of the effectiveness of dentine bonding agents. **Int Dent J**, London, v.35, n.2, p.139-144, Apr. 1985.

52. SWIFT, E.J., HANSEN, S.E. Effect of new bonding systems on microleakage. **Am J Dent**, San Antonio, v.2, p.77-80, 1989.
53. SWIFT JR., E., BAYNE S.C. Shear bond strength of a new one-bottle dentin adhesive. **Am J Dent**, San Antonio, v.19, n.4,p. 184-188, Aug. 1997.
54. TAGAMI, J., TAO, L., PASHLEY, D.H. Correlation among dentin depth, permeability, and bond strength of adhesive resins. **Dent Mater**, Washington, v.6, n.1, p.45-50, Jan. 1990.
55. TANUMIHARJA, M, BURROW, M.F., TYAS, M.J Microtensile bond strengths of seven dentin adhesive systems. **Dent Mater**, Washington, v.16, n.3, p.180-187, May 2000.
56. TAO, L., PASHLEY, D.H. Shear bond strengths to resin: effects of surface treatments, depth and position. **Dent Mater**, Washington, v.4, n.6, p.373-378, Dec. 1988.
57. TAY, F.R., GWINNETT, A.J., WEI, S.H.Y. The overwet phenomenon: a transmission electron microscopic study of surface moisture in the acid-conditioned, resin-dentin interface. **Am J Dent**, San Antonio, v.9, n.1, p.161-166, Aug. 1996.
58. _____, MOULDING, K.M., PASHLEY, D.H. Distribution of nano fillers from a simplified-step adhesive in acid-conditioning dentin. **J Adhes Dent**, v.1, n.2, p.103-117, 1999.
59. _____. *et al.* Effect of smear layers on bonding of a self-etching primer to dentin. **J Adhes Dent**, Berlin, 2000b (in press).

60. 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 Adhes Dent**, Berlin, 2000a (in press).
61. TERADA, R.S.S. *et al.* Mapping bond strength to flat dentin surface. **J Dent Res**, Washington, v.77, p.205, 1998. [abstract, 799]
62. VAN MEERBEEK, B. *et al.* Comparative SEM and TEM examination of the ultrastructure of the resin-dentin interdiffusion zone. **J Dent Res**, Washington, v.72, n.2, p.495-501, Feb. 1993.
63. _____. *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.
64. VAN NOORT, R. Clinical relevance of laboratory studies on dental materials: strength determination – a personal view. **J Dent**, Oxford, v.22, n.1, p.4-8, 1994. [Supplement]
65. _____. *et al.* A critique of bond strength measurements. **J Dent**, Oxford, v.17, n.2, p.61-67, Apr. 1989. [Supplement]
66. VARGAS, M.A, COBB, D.S., DENEHY, G.E. Interfacial micromorfology and shear bond strength of single-bottle primer/adhesive. **Dent Mater**, Washington, v.13, n.5, p.316-24, Sept. 1997.
67. WATANABE, I, NAKABAYASHI, N. Measurement methods for adhesion to dentine: the current status in Japan. **J Dent**, Oxford, v.22, n.2, p.67-81, Apr. 1994.

68. WATANABE, I., NAKABAYASHI, N, PASHLEY, D.H. Bonding to ground dentin by a Phenyl-P self-etching primer. **J Dent Res**, Washington, v.73, n.6, p.1212-1220, June. 1994.
69. WENDT JR., S.L, JEBELES. C.A, LEINFELDER, K.F. The effect of two smear layer cleansers on shear bond strength to dentin. **Dent Mater**, Washington, v.6, p.1-4, Jan. 1990.
70. YOSHIYAMA, M. *et al.* Interfacial morphology and strength of bonds made to superficial versus deep dentin. **Am J Dent**, San Antonio, v.8, n.6, p.297-302, Dec. 1995.
71. YOUSSEF, M.N. *et al.* Estudo comparativo de quatro filosofias adesivas quanto à penetração na dentina. **Rev Assoc Paul Cir Dent**, São Paulo, v.52, n.3, p.236-239, maio/jun. 1998.

OBRAS CONSULTADAS

DENTSPLY. **Prime & Bond NT**, Perfil técnico do produto e instruções de uso.

KURARAY Co Ltd.. **Clearfil Mega Bond**, Perfil técnico do produto e instruções de uso.

DEGUSSA. **Etch &Prime 3.0**, Perfil técnico do produto e instruções de uso.

CECCOTI, H.M., SOUSA, D.D. **Manual para normatização de dissertação e tese**. Piracicaba, FOP-UNICAMP, 1999.

SOLIANI, S.D.O., SIVA, L.F. **Referências bibliográficas NB-6023 da ABNT de 1989**, 3ª edição, Piracicaba, FOP-UNICAMP, 1995.

ANUSAVICE, K.J. **Philips Materiais Dentários**, 10ª ed., Guanabara Koogan, 1998.

SOLIANI, S.D.O., SILVA, L.F. **Abreviaturas dos periódicos da biblioteca da FOP- Unicamp e locais de publicação conforme o *Word List of Scientific***. Piracicaba, FOP-UNICAMP, 1996.

GALVÃO FILHO, S. **Dicionário Odonto-Médico**, Livraria Editora Santos, 1998.

ANEXO 1

TABELA 3
Nome comercial, composição e fabricante dos materiais utilizados.

MATERIAL	COMPOSIÇÃO	FABRICANTE
Prime & Bond N.T (Sistema adesivo de frasco único)	<ul style="list-style-type: none"> • Resinas dimetacrilato elastoméricas • PENTA • Fotoiniciadores • Estabilizadores • Hidrofluoreto de Cetilamina • Acetona • Sílica coloidal silanizada 	Dentsply Indústria e Comércio Ltda. Petrópolis-RJ – Brasil. Lote: 54270 Val.:09-2001
Clearfil Mega Bond (Sistema adesivo autocondicionante)	<p><i>Primer</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • MDP • Dimetacrilato hidrófilo • Canforoquinona • HEMA • Água • N,N Dietanol p-toluidina <p><i>Adesivo</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • MDP • Bis-GMA • HEMA • Dimetacrilato hidrófobo • Canforoquinona • N,N, Dietanol p-toluidina • Sílica coloidal silanizada • pH 2,0 	Kuraray Co., Ltd. Osaka, Japão. Lote: 011151 Val.:11-2000
Etch & Prime 3.0 (Sistema adesivo autocondicionante)	<p><i>Catalisador</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Tetra-metacriloxietilpirofosfato • 2 HEMA • Iniciador e estabilizador <p><i>Universal</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • HEMA • Etanol • Água destilada • Estabilizador 	Degussa A.G. Hanau – Alemanha Lote: 2995502 Val.: 812-2000
TPH Spectrum (Resina composta microhíbrida)	<ul style="list-style-type: none"> • Resina Bis-GMA Uretano modificada • Boro-Silicato de Alumínio e Bário Silanizado • Sílica Piroclítica Silanizada • Canforoquinona • EDAB • Hidroxitolueno Butilado • Corantes minerais 	Dentsply Indústria e Comércio Ltda. Petrópolis – RJ – Brasil

ANEXO 2

QUADRO 1

Técnica de aplicação dos sistemas adesivos segundo recomendações dos fabricantes.

PRIME & BOND NT	CLEARFIL MEGA BOND	ETCH & PRIME 3.0
<ul style="list-style-type: none">condicionar a superfície por 15 segundos;	<ul style="list-style-type: none">secar gentilmente a superfície dentinária com jato de ar #;	<ul style="list-style-type: none">secar dentina com ar comprimido#;
<ul style="list-style-type: none">lavar a superfície por 15 segundos	<ul style="list-style-type: none">aplicar primer;	<ul style="list-style-type: none">misturar 1 gota universal + 1 gota catalisador;
<ul style="list-style-type: none">breve jato de ar #	<ul style="list-style-type: none">aguardar 20 segundos;	<ul style="list-style-type: none">aplicar sobre esmalte e dentina;
<ul style="list-style-type: none">aplicar Prime & Bond NT	<ul style="list-style-type: none">aplicar o adesivo	<ul style="list-style-type: none">aguardar 30 segundos;
<ul style="list-style-type: none">aguardar pelo menos 20 segundos;	<ul style="list-style-type: none">secar suavemente;	<ul style="list-style-type: none">secar com jatos de ar por 5 segundos;
<ul style="list-style-type: none">remover o excesso com um breve jato de ar ;	<ul style="list-style-type: none">fotoativar por 10 segundos.	<ul style="list-style-type: none">fotoativar por 10 segundos.
<ul style="list-style-type: none">fotoativar por 10 segundos.		

Esse passo foi substituído pela secagem com papel absorvente (Klin Sport/Klabin

– Fabricadora de Papel e Celulose)

ANEXO 3

QUADRO 2
Valores de resistência à tração do adesivo Prime & Bond NT (MPa).

Amostra	G1 – PB + DI	G2 – PB + AF *	G3 – PB + JA	G4 – PB + ED
1 ^a	56,00	36,62	13,03	51,47
2 ^a	37,56	48,16	14,37	58,07
3 ^a	35,16	3,565	38,79	33,32
4 ^a	53,71	42,21	32,93	21,63
5 ^b	35,51	26,50	52,43	44,72
6 ^b	32,68	31,55	32,51	33,61
7 ^b	31,02	18,07	34,49	46,56
8 ^b	34,82	36,70	51,55	61,36
9 ^c	54,46	53,54	53,76	59,16
10 ^c	53,05	51,64	53,69	31,20
11 ^c	30,92	39,26	44,77	50,07
12 ^c	27,15	41,25	40,65	43,52

* *Recomendação do Fabricante*

Letras **a**, **b** e **c** em sobrescrito correspondem aos elementos dentais por grupo.

ANEXO 4

QUADRO 3
Valores de resistência à tração do adesivo **Clearfil Mega Bond** (MPa).

Amostra	G1 – CMB + DI*	G2 – CMB + AF	G3 – CMB + JA	G4 – CMB + ED
1 ^a	25,39	50,14	24,85	22,53
2 ^a	21,83	42,78	30,03	21,42
3 ^a	21,18	38,05	29,85	29,07
4 ^a	19,06	46,93	23,39	23,30
5 ^b	17,05	21,16	11,38	30,82
6 ^b	24,28	29,77	12,93	52,56
7 ^b	10,92	27,38	33,80	31,21
8 ^b	13,95	24,45	26,50	35,05
9 ^c	23,85	42,68	23,32	20,75
10 ^c	37,22	35,79	33,68	26,38
11 ^c	19,20	21,88	19,09	27,24
12 ^c	19,74	13,67	40,08	20,10

* *Recomendação do Fabricante*

Letras **a**, **b** e **c** em sobrescrito correspondem aos elementos dentais por grupo.

ANEXO 5

QUADRO 4
Valores de resistência à tração do adesivo **Etch & Prime 3.0** (MPa).

Amostra	G1 – EP + DI*	G2 – EP + AF	G3 – EP + JA	G4 – EP + ED
1 ^a	14,60	22,69	16,57	24,13
2 ^a	16,22	17,09	15,39	9,74
3 ^a	21,44	18,64	10,03	17,99
4 ^a	19,46	19,34	11,86	18,37
5 ^b	7,85	21,95	6,13	29,45
6 ^b	10,34	16,56	8,62	15,06
7 ^b	9,66	14,68	6,33	17,24
8 ^b	-	18,78	7,82	12,82
9 ^c	12,27	13,30	11,22	11,83
10 ^c	8,31	13,13	17,98	21,53
11 ^c	6,92	12,79	10,51	13,15
12 ^c	-	15,53	14,15	21,38

* *Recomendação do Fabricante*

Letras **a**, **b** e **c** em sobrescrito correspondem aos elementos dentais por grupo.

ANEXO 6

QUADRO 5

Distribuição das amostras por grupo de tratamento, aleatorização por sorteio.

Dente	Tratamento
1.	Aplicação do sistema Etch & Prime 3.0 após condicionamento com ácido fosfórico 37% por 15 segundos.
2.	Aplicação do sistema Clearfil Mega Bond após condicionamento com ácido fosfórico 37% por 15 segundos.
3.	Aplicação do sistema Etch & Prime 3.0 com prévio condicionamento com EDTA 0,5 M pH 7,0 por 2 minutos.
4.	Aplicação do sistema Clearfil Mega Bond com prévio jateamento com Al ₂ O ₃ (50µm) por 10 segundos.
5.	Aplicação do adesivo Prime & Bond NT com prévio condicionamento com EDTA-0,5 M pH 7,0 por 2 minutos e sem a aplicação do ácido fosfórico 37%.
6.	Aplicação do sistema Etch & Prime 3.0 diretamente sobre a <i>smear layer</i> (recomendação do fabricante).
7.	Aplicação do adesivo Prime & Bond NT com prévio condicionamento com EDTA-0,5 M pH 7,0 por 2 minutos e sem a aplicação do ácido fosfórico 37%.
8.	Aplicação do sistema Clearfil Mega Bond diretamente sobre a <i>smear layer</i> (recomendação do fabricante).
9.	Aplicação do sistema Etch & Prime 3.0 após condicionamento com ácido fosfórico 37% por 15 segundos.
10.	Aplicação do sistema Clearfil Mega Bond após condicionamento com ácido fosfórico 37% por 15 segundos.
11.	Aplicação do adesivo Prime & Bond NT após condicionamento com ácido fosfórico 37% por 15 segundos (recomendação do fabricante).
12.	Aplicação do sistema Clearfil Mega Bond com prévio condicionamento com EDTA 0,5 M pH 7,0 por 2 minutos.
13.	Aplicação do adesivo Prime & Bond NT após condicionamento com ácido fosfórico 37% por 15 segundos (recomendação do fabricante).
14.	Aplicação do sistema Etch & Prime 3.0 diretamente sobre a <i>smear layer</i> (recomendação do fabricante).
15.	Aplicação do sistema Clearfil Mega Bond com prévio jateamento com Al ₂ O ₃ (50µm) por 10 segundos.
16.	Aplicação do sistema adesivo Etch & Prime 3.0 com prévio jateamento com Al ₂ O ₃ (50µm) por 10 segundos.
17.	Aplicação do sistema Clearfil Mega Bond após condicionamento com ácido fosfórico 37% por 15 segundos.
18.	Aplicação do adesivo Prime & Bond NT diretamente sobre a <i>smear layer</i> e sem condicionamento ácido.
19.	Aplicação do sistema Etch & Prime 3.0 com prévio condicionamento com EDTA 0,5 M pH 7,0 por 2 minutos.
20.	Aplicação do adesivo Prime & Bond NT com prévio jateamento com Al ₂ O ₃ (50µm) por 10 segundos e sem a aplicação prévia do ácido fosfórico 37%.

QUADRO 5

Distribuição das amostras por grupo de tratamento, aleatorização por sorteio. (Continuação)

21. Aplicação do sistema Clearfil Mega Bond com prévio jateamento com Al_2O_3 ($50\mu m$) por 10 segundos.
22. Aplicação do sistema Etch & Prime 3.0 com prévio condicionamento com EDTA 0,5 M pH 7,0 por 2 minutos.
23. Aplicação do adesivo Prime & Bond NT diretamente sobre a *smear layer* e sem condicionamento ácido.
24. Aplicação do sistema Clearfil Mega Bond diretamente sobre a *smear layer* (recomendação do fabricante).
25. Aplicação do sistema adesivo Etch & Prime 3.0 com prévio jateamento com Al_2O_3 ($50\mu m$) por 10 segundos.
26. Aplicação do adesivo Prime & Bond NT diretamente sobre a *smear layer* e sem condicionamento ácido.
27. Aplicação do sistema Etch & Prime 3.0 diretamente sobre a *smear layer* (recomendação do fabricante).
28. Aplicação do adesivo Prime & Bond NT com prévio jateamento com Al_2O_3 ($50\mu m$) por 10 segundos e sem a aplicação prévia do ácido fosfórico 37%.
29. Aplicação do sistema Etch & Prime 3.0 após condicionamento com ácido fosfórico 37% por 15 segundos.
30. Aplicação do adesivo Prime & Bond NT com prévio jateamento com Al_2O_3 ($50\mu m$) por 10 segundos e sem a aplicação prévia do ácido fosfórico 37%.
31. Aplicação do sistema Clearfil Mega Bond com prévio condicionamento com EDTA 0,5 M pH 7,0 por 2 minutos.
32. Aplicação do sistema Clearfil Mega Bond diretamente sobre a *smear layer* (recomendação do fabricante).
33. Aplicação do adesivo Prime & Bond NT com prévio condicionamento com EDTA 0.5 M pH 7,0 por 2 minutos e sem a aplicação do ácido fosfórico 37%.
34. Aplicação do sistema adesivo Etch & Prime 3.0 com prévio jateamento com Al_2O_3 ($50\mu m$) por 10 segundos.
35. Aplicação do adesivo Prime & Bond NT após condicionamento com ácido fosfórico 37% por 15 segundos (recomendação do fabricante).
36. Aplicação do sistema Clearfil Mega Bond com prévio condicionamento com EDTA 0,5 M pH 7,0 por 2 minutos.



COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Universidade Estadual de Campinas
Faculdade de Odontologia de Piracicaba
CERTIFICADO



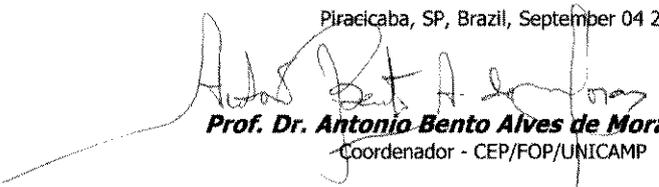
Certificamos que o Projeto de pesquisa intitulado "Influência de diferentes técnicas de tratamento da "smear layer" na resistência à tração de sistemas adesivos", sob o protocolo nº **47/2000**, da Pesquisadora **Patrícia Chaves**, sob a responsabilidade do Prof. Dr. **Marcelo Giannini**, está de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS, de 10/10/96, tendo sido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa – FOP.

Piracicaba, 04 setembro 2000

We certify that the research project with title "The influence of differents treatments of smear layer on tensile strength of bonding systems", protocol nº **47/2000** , by Researcher **Patrícia Chaves**, responsibility by Prof. Dr. **Marcelo Giannini**, is in agreement with the Resolution 196/96 from National Committee of Health/Health Department (BR) and was approved by the Ethical Committee in Resarch at the Piracicaba Dentistry School/UNICAMP (State University of Campinas).

Piracicaba, SP, Brazil, September 04 2000


Prof. Dr. Pedro Luiz Rosalen
Secretário - CEP/FOP/UNICAMP


Prof. Dr. Antonio Bento Alves de Moraes
Coordenador - CEP/FOP/UNICAMP