



*Alexandre Henrique Susin*

***AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE  
UNIÃO À TRAÇÃO E ESPESSURA  
DE CAMADA HÍBRIDA:***

***influência de sistemas adesivos e  
condições de substrato dentinário***

**ALEXANDRE HENRIQUE SUSIN**

***Avaliação da Resistência de União à Tração  
e Espessura de Camada Híbrida:  
influência de sistemas adesivos e condições  
de substrato dentinário.***

TESE APRESENTADA À FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE ARARAQUARA,  
DA UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO",  
COMO PARTE DOS REQUISITOS PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE DOUTOR EM  
ODONTOLOGIA - ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: DENTÍSTICA  
RESTAURADORA.

ORIENTADOR:  
PROF. DR. OSMIR BATISTA DE OLIVEIRA JÚNIOR

**ARARAQUARA, 2002.**

**ALEXANDRE HENRIQUE SUSIN**

***Avaliação da Resistência de União à Tração  
e Espessura de Camada Híbrida:  
influência de sistemas adesivos e condições  
de substrato dentinário.***

BANCA EXAMINADORA

**PROF. DR. OSMIR BATISTA DE OLIVEIRA JÚNIOR** - PRESIDENTE  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE ARARAQUARA - UNESP

**PROF. DR. JOSÉ ROBERTO CURY SAAD**  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE ARARAQUARA - UNESP

**PROF<sup>a</sup>. DR<sup>a</sup>. MARIA SALETE MACHADO CÂNDIDO**  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE ARARAQUARA - UNESP

**PROF. DR. EDSON ALVES DE CAMPOS**  
FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DE BARRETOS

**PROF<sup>a</sup>. DR<sup>a</sup>. DENISE PEDRINI**  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE ARAÇATUBA - UNESP

**ARARAQUARA, SP, 08 DE OUTUBRO DE 2002.**

Susin, Alexandre Henrique

Avaliação da resistência de união à tração e espessura de camada híbrida: influência de sistemas adesivos e condições de substrato dentinário / Alexandre Henrique Susin. - Araraquara : [s.n.], 2002. 205 f. ; 30 cm.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia.

Orientador: Prof. Dr. Osmir Batista de Oliveira Júnior

- |                              |                         |
|------------------------------|-------------------------|
| 1. Resistência à tração      | 2. Adesivos Dentinários |
| 3. Permeabilidade da dentina | I. Título               |

## **DADOS CURRICULARES**

# ***ALEXANDRE HENRIQUE SUSIN***

DATA DE NASCIMENTO: **26 DE ABRIL DE 1963, EM CAXIAS DO SUL, RS.**

FILIAÇÃO: **AGOSTINHO ALEXANDRE SUSIN E  
WILMA PETRY SUSIN**

GRADUAÇÃO: **1985 / 1989, NA UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
SANTA MARIA, RS.**

MESTRADO: **DENTÍSTICA RESTAURADORA, NA FACULDADE DE  
ODONTOLOGIA DE ARARAQUARA, UNESP,  
1992/1994.**

*DOUTORADO:* ***DENTÍSTICA RESTAURADORA, NA FACULDADE DE  
ODONTOLOGIA DE ARARAQUARA, UNESP,  
2001/2002.***

DOCÊNCIA: **DISCIPLINA DE ODONTOLOGIA PREVENTIVA E  
SOCIAL, UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA  
MARIA, 1994 / 1995.**

**DISCIPLINA DE DENTÍSTICA RESTAURADORA -  
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA  
RESTAURADORA. UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
SANTA MARIA, 1996 /**

*Dedico este trabalho à  
minha esposa, **Maria Laci**, por  
tudo o que ela representa na  
minha vida.*

*Eu te amo !*

## ***Agradecimentos Especiais***

*A **DEUS**, pela sua generosidade infinita*

*Aos meus pais, **AGOSTINHO e WILMA**,  
pelo amor, exemplo, coragem e dedicação*

*A minha esposa, **MARIA LACI**,  
corajosa mulher e companheira, todos os dias*

*Para,*

***Liliana, Alberto, Paulo, Gustavo, Luciana, Darci, Rejane,  
Ilse, Salete, Horácio, Daniele, Bruno, Érick, Marina,  
Cíntia, Felipe, Rodrigo, Guilherme, Leonardo e Samuel.***

*Grazie tanto !*

**Ao Professor Dr. Osmir Batista de Oliveira Júnior,**  
*pela amizade, orientação segura e  
ensinamentos transmitidos durante a  
realização do programa de pós-graduação,*

*o meu mais sincero agradecimento !*

*Muito Obrigado !*

**À FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE ARARAQUARA -  
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA  
FILHO", por ter me dado esta oportunidade de crescimento profissional.**

*Ao **Prof. Dr. Ricardo S. G. Abi Rached**, Diretor da Faculdade de Odontologia e **Prof. Dr. Sizenando de Toledo Porto Neto** e **José Roberto Cury Saad**, Coordenadores do Curso de Pós-Graduação em Dentística Restauradora, durante o período em que aqui estudei.*

*Aos Professores de Graduação e Pós-Graduação em Dentística Restauradora, **Welington Dinelli**, **Maria Salete Machado Cândido**, **Marcelo Ferrarezi de Andrade**, **Sizenando de Toledo Porto Neto**, **José Roberto Cury Saad**, **Osmir Batista de Oliveira Júnior** e **Sillas Luiz Lordelo Duarte Júnior**, pelos ensinamentos e agradável convivência.*

*Ao Professor **Luis Geraldo Vaz**, do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese, pelo precioso auxílio durante a realização do ensaio de tração.*

Aos colegas de doutorado, **Abrahan Lincoln Calizto, Fernando Ahid, Fernando Hueb de Menezes, Fabrício Luscino Alves de Castro, Paulo César Silva, Daniela Cahú Oerki, Maria Inez Peliz Fernandes, Edgard Javier Berrios Quina e Rui Fernando Mazur,**

*e também,*

**Luana Cristina Araújo de Oliveira, Reinaldo de Oliveira (Tito), Emmanuel Arraes de Alencar Jr., Patrícia dos Santos Jardim, Saturnino Calabrez, José Marcos Fernandes, Laura Helena Hidalgo de Andrade e Victor Humberto Orbegoso Flores.**

A **Alessandra Rastelli**, pelo coleguismo, companhia agradável e substituição, nos períodos em que precisei me ausentar.

Ao **Instituto de Química da UNESP - Câmpus Araraquara**, em especial ao **Sr. Sebastião Anésio Dametto**, pela paciência e esforço durante a etapa de microscopia eletrônica e ao **Prof. Romeu Magnani**, pela atenção dispensada na análise estatística.

À **Bibliotecária Maria José Perón**, pelo inestimável auxílio na organização das referências bibliográficas,

e

Aos funcionários da Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Araraquara, em especial as **Bibliotecárias Maria Helena Matsumoto Komasti Leves e Odete Aparecida Camilo**, pela atenção dispensada.

Aos meus amigos, servidores da FOAr-UNESP, **Mário Sérgio Fantini, Ariovaldo do Carmo Jardim, Cláudio Tita**, por estarem sempre tão

*dispostos a auxiliar naquilo que fosse preciso, e ainda, a **Lenyra Camillo Zamai, Célia Regina Fachini Sanches Silva, Maria Aparecida dos Santos, Vanderlei José Antonio da Silva, Adriana Baroni Scalize e Aparecida de Lima Ignácio**, pelo espírito de solidariedade.*

*As amigas da secção de pós-graduação, **Mara Cândida Muhoz do Amaral, Rosângela Aparecida Silva dos Santos, Vera Lúcia Perruci Roque e Sylvia Regina Rodrigues Soares de Azevedo**, pela atenção a dispensada e a **Sr<sup>a</sup>. Arlete Fakhoury**, Diretora da Divisão Técnica Acadêmica.*

*As Senhoras, **Maria Evelize Webber e Melissa Giglioli Garibaldi**, pela correção do texto e abstract.*

*Ao meu irmão, **Gustavo Aldolfo Susin**, pelos desenhos dos equipamentos utilizados neste estudo, a **Mecânica Silpa** (Caxias do Sul) e a **Oficina do Alemão** (Araraquara), pela sua confecção.*

*Aos funcionários da Faculdade de Odontologia de Araraquara que, em algum momento, estiveram me auxiliando para a concretização deste trabalho.*

*Aos meus colegas e amigos da Disciplina de Dentística da Universidade Federal de Santa Maria, **Profs. Antonio Roberto Bisogno, José Carlos de Abreu Pithan, Jeferson da Costa Marchiori e Roselaine Terezinha Pozzobon**, pelo incentivo de sempre e substituição em minhas atividades didáticas durante o meu período de afastamento,*

*e também,*

***Profs. Almir Marchiori, Mário Achutti, Odilon Mainardi, Klerbs Haulbould, Ana Maria e Leni Rose**, que me ensinaram os "primeiros passos" da profissão e sempre me estimularam para a docência.*

À **UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA**, pela dispensa concedida para fins de realização do curso de pós-graduação.

À **COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR - CAPES**, pela cedência de bolsa de estudos, que em muito facilitou meu afastamento para pós-graduação.

A **Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa da UFSM**, em especial a **Sr<sup>a</sup>. Marisa Niederauer Dias**, pelas orientações e encaminhamentos administrativos referentes à bolsa de estudos.

Ao **Centro de Ciências da Saúde, Curso de Odontologia e Departamento de Odontologia Restauradora da UFSM**, por terem permitido e incentivado meu aprimoramento profissional.

Aos Professores **Carlos Alberto Escobar, Walter Blaya Perez e Aléxsandra da Silva Botezeli Stolz**, da Disciplina de Cirurgia-Buco Maxilo-Facial da UFSM, pelo auxílio prestado na seleção dos dentes utilizados neste trabalho.

A **Sr<sup>a</sup> Simone Câmara Pimenta** e a empresa **Vigodent S/A**, pela doação de materiais utilizados neste e em outros trabalhos realizados.

A **Sr<sup>a</sup>. Gisele da Cruz Bertagnolli** e a empresa **3 M do Brasil Ltda**, pela doação de materiais importantes para a realização deste trabalho.

E, a todos aqueles que colaboraram, de uma ou outra forma, para que este trabalho pudesse ser desenvolvido, bem como, àqueles que ajudaram a fazer da minha estada em Araraquara, uma agradável temporada.

# SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	15
2. REVISÃO DA LITERATURA .....	21
3. PROPOSIÇÃO .....	77
4. MATERIAL E MÉTODO .....	79
4.1. SELEÇÃO DOS DENTES .....	80
4.2. PREPARO E INCLUSÃO DOS DENTES .....	81
4.2.1. CORTE DOS DENTES .....	81
4.2.2. AVALIAÇÃO DA SECÇÃO TRANSVERSAL DOS DENTES .....	81
4.2.3. INCLUSÃO DOS REMANESCENTES DENTAIS EM CILINDROS DE PVC .....	83
4.2.4. REGULARIZAÇÃO DA SUPERFÍCIE OCLUSAL E IDENTIFICAÇÃO DOS CONJUNTOS CILINDRO / DENTE E FRAGMENTOS OCLUSAIS .....	85
4.2.5. SORTEIO ALEATÓRIO PARA DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA .....	86
4.3. MATERIAIS UTILIZADOS NA PESQUISA (SISTEMAS ADESIVOS) .....	87
4.4. CONDIÇÕES DE SUBSTRATO DENTINÁRIO .....	89
4.5. TESTE DE RESISTÊNCIA DE UNIÃO À TRAÇÃO .....	92
4.5.1. REALIZAÇÃO DAS TÉCNICAS ADESIVAS NOS REMANESCENTES DENTAIS ....	92
4.5.2. CONFECÇÃO DAS RESTAURAÇÕES DE RESINA COMPOSTA .....	94
4.5.3. ANÁLISE DOS CORPOS-DE-PROVA .....	98
4.5.4. CICLAGEM TÉRMICA DOS CORPOS-DE-PROVA .....	99
4.5.5. ENSAIO DE RESISTÊNCIA DE UNIÃO À TRAÇÃO .....	100
4.5.6. EXAME DOS TIPOS DE FRATURAS .....	103
4.6. MENSURAÇÃO DA ESPESSURA DE CAMADA HÍBRIDA .....	105
4.6.1. PREPARO DOS FRAGMENTOS OCLUSAIS PARA AS TÉCNICAS ADESIVAS .....	105
4.6.2. REALIZAÇÃO DAS TÉCNICAS ADESIVAS .....	106
4.6.3. APLICAÇÃO DOS INCREMENTOS DE RESINA COMPOSTA .....	108
4.6.4. PREPARO DAS AMOSTRAS PARA MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA .....	109
4.6.4.1. INCLUSÃO DOS FRAGMENTOS EM RESINA ACRÍLICA E CORTE .....	109
4.6.4.2. POLIMENTO SEQUÊNCIAL E LIMPEZA DAS AMOSTRAS .....	110
4.6.4.3. PROCESSO DE METALIZAÇÃO .....	111
4.6.5. MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA E TOMADAS FOTOGRÁFICAS ..	112
4.6.6. DIGITALIZAÇÃO DA FOTOGRAFIA E MENSURAÇÃO DA CAMADA HÍBRIDA ..	113
5. RESULTADOS .....	116
6. DISCUSSÃO .....	137
6.1. RESISTÊNCIA DE UNIÃO À TRAÇÃO .....	138
6.2. ESPESSURA DE CAMADA HÍBRIDA .....	149
6.3. CORRELAÇÃO. RESISTÊNCIA DE UNIÃO À TRAÇÃO <i>VERSUS</i> ESPESSURA DE CAMADA HÍBRIDA .....	154

7. CONCLUSÃO .....	159
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	162
9. APÊNDICE .....	176
RESUMO .....	200
ABSTRACT .....	203

# *INTRODUÇÃO*

# 1. Introdução

Desde a introdução da técnica do condicionamento ácido<sup>8</sup>, e do desenvolvimento da resina composta<sup>6</sup>, a eficácia das técnicas restauradoras tem aumentado significativamente. Atualmente, com o surgimento de modernos sistemas adesivos, já ocorreram mudanças filosóficas nas técnicas de confecção de preparos cavitários, hoje mais conservadores, restringindo-se apenas a remoção do tecido cariado. A adesão, que possibilita esta simplificação técnica, é definida como um fenômeno onde duas superfícies são unidas por forças químicas ou físicas (ou ambas), freqüentemente pela ação de um adesivo<sup>37</sup>.

A ampliação das indicações das restaurações de resina composta, proporcionada pelo desenvolvimento de materiais mais resistentes e estéticos, aliado a sistemas adesivos mais eficazes, tem aumentado significativamente o número de restaurações adesivas na odontologia. A disseminação do conhecimento e domínio das técnicas adesivas, pelo cirurgião-dentista, e a maior exigência estética, pelo paciente, tem levado a substituição de restaurações de amálgama por restaurações estéticas, sejam elas diretas ou indiretas. Assim, a etapa adesiva tornou-se necessária em todos os procedimentos restauradores, sejam eles realizados na mais simples mais sofisticada clínica odontológica.

Buscando evolução constante, fabricantes de sistemas adesivos têm lançado, freqüentemente, novos produtos ou versões aperfeiçoadas, dos já existentes. Tanto os novos produtos quanto as atualizações dos já

comercializados, são intensamente divulgados pelo marketing da indústria e, normalmente, apresentados ao cirurgião-dentista como produtos diferenciados dos já existentes, porém, eles precisam ser testados exaustivamente para verificação e comprovação de suas propriedades, em especial, àquelas que motivaram o novo lançamento ou a nova versão, uma vez que nem sempre superam o desempenho das versões já consagradas.

Sistemas adesivos podem diferir em vários aspectos: diferentes monômeros hidrofílicos, como HEMA (*hydroxyethyl methacrylate*), 4-META (*4-methacryloxyethyl trimellitate anhydride*), MDP (*10-methacryloxydecyl dihydrogen phosphate*) ou PENTA (*Penthaerytrytol penthacrylate*) - diferentes solventes ou carreadores, como álcool, acetona ou água - diferentes números de frascos, um, dois ou mais, ou ainda, diferentes métodos de aplicação no substrato, podendo exigir prévio condicionamento ácido ou, no caso dos sistemas adesivos autocondicionantes, não exigirem este passo<sup>16,19,22,28,45,56,75,85</sup>.

A resistência de união e espessura de camada híbrida, obtidas com diversos sistemas adesivos, são propriedades muito testadas por pesquisadores, com o interesse de verificar a eficácia dos sistemas adesivos. No substrato dentinário, recebem atenção especial por apresentarem resultados altamente influenciados pelo tipo de dentina, quantidade de umidade remanescente no substrato e pela técnica de aplicação, inerentes ao próprio sistema, pela sua composição química, principalmente, no que diz respeito ao tipo de diluente e tratamento dado ao tecido<sup>44,55,74,75,76,96</sup>.

Está comprovada a diminuição da resistência de união no substrato dentinário seco, comparado ao substrato úmido, quando utilizados sistemas adesivos acetoados, enquanto que, sistemas adesivos que usam água como diluente, apresentam menores diferenças de resistência de união entre os substratos, justificado pela maior capacidade que tem este último, de recuperar a arquitetura original da matriz dentinária desidratada<sup>50,52,53,71,87</sup>.

A penetração dos monômeros resinosos na estrutura dental tem sido aceita como o principal mecanismo de união entre ela e a restauração<sup>47</sup>. A permeabilidade do tecido dentinário permite a infiltração dos componentes adesivos, assim, a durabilidade da união entre a estrutura dental e a resina composta, depende da boa penetração dos monômeros adesivos nos espaços criados pelo condicionamento ácido, além da interação destes com a rede de fibras colágenas, criando uma extensa área de microembricamento, onde ocorre a polimerização dos componentes resinosos formando a camada híbrida<sup>4,5,29,49,57,59,89</sup>, porém, a infiltração uniforme dos monômeros hidrofílicos em toda a dentina desmineralizada, para proteger e reforçar a rede de fibras colágenas, raramente é um padrão encontrado<sup>5,13</sup>.

O condicionamento ácido da dentina, previamente à aplicação do primer e adesivo sobre a superfície, é necessário para remoção da *smear layer* e exposição das fibras colágenas da matriz dentinária, promovendo condições de infiltração dos agentes adesivos. Durante a aplicação do primer, a difusão dos monômeros hidrofílicos, por entre a dentina desmineralizada, envolve a rede de fibras colágenas, onde polimerizam juntamente com o adesivo<sup>2,5,40,89</sup>, porém, a

durabilidade desta união ainda é um problema a ser resolvido e ocorre em função da hidrólise das fibras colágenas, que ficaram incompletamente hibridizadas. Assim, a hipótese de um procedimento de adesão, que fosse desenvolvido sem necessidade de condicionamento ácido e conseqüente exposição prévia de fibras colágenas, passou a ser avaliada, dando início a uma nova filosofia que apresenta a aplicação de ácido e primer num mesmo componente<sup>41</sup>.

Os sistemas adesivos autocondicionantes apresentam uma formulação com presença balanceada de um agente condicionador, *2-methacryloyloxyethyl phenyl phosphoric acid (phenyl-P)* e HEMA (ou outros monômeros hidrofílicos), em solução aquosa. Independentemente de apresentarem primer ou primer/adesivo autocondicionantes eles dispensam a aplicação do passo de condicionamento ácido prévio. A aplicação de um primer autocondicionante, promove a desmineralização e infiltração de monômeros hidrofílicos ao mesmo tempo, e num passo subsequente, a aplicação e fotopolimerização do adesivo complementa a técnica<sup>72,96</sup>. Assim, a totalidade da região desmineralizada pelo primer autocondicionante será preenchida pelos monômeros hidrofílicos e a espessura da camada híbrida pode ser considerada a profundidade de desmineralização da dentina<sup>85</sup>.

A espessura e qualidade da região hibridizada também dependem de outros fatores, tais como as condições do substrato dentinário em relação a presença e quantidade de umidade que, se existir em excesso, pode promover perda da qualidade, devido a diluição do primer, e dificuldades de penetração dos monômeros hidrofílicos ao longo da dentina

desmineralizada<sup>26,59,83</sup>. Um dos mais freqüentes fatores promotores de perda de qualidade e diminuição da espessura de camada híbrida é a desidratação da dentina, pela aplicação do ar comprimido, no intuito de remover o excesso de água ou secar a cavidade, após a aplicação do ácido. Esta prática pode inviabilizar a penetração dos agentes adesivos na região desmineralizada, por provocar o colapso da rede de fibras colágenas, devido a tensão causada na desidratação e conseqüentemente, a diminuição dos espaços disponíveis para a infiltração do adesivo<sup>30</sup>.

Dependendo do grau de colapso das fibras colágenas, sua recuperação não é mais possível e a aplicação dos agentes adesivos promoverá a formação de uma área de deficiente infiltração e uma camada híbrida descontínua e irregular, que não pode oferecer a proteção biológica e propriedades mecânicas desejadas e, por conseqüência, comprometerá o bom desempenho biológico e mecânico da restauração.

Uma vez que a hibridização dentinária está baseada na completa difusão do adesivo na dentina desmineralizada, é perfeitamente aceitável afirmar que a integridade física da rede de fibras colágenas proporcionará a melhor penetração dos monômeros hidrofílicos, assim, podemos considerar a hipótese de que, quanto maior a espessura de camada híbrida, melhor serão os resultados de adesão e maior será a resistência de união, proporcionada pelo adesivo utilizado.

# *REVISÃO DE LITERATURA*

## 2. Revisão de Literatura

Chigira et al.<sup>15</sup>, (1994), examinaram os efeitos dos primers autocondicionantes compostos por metacriloxietil hidrogênio fenil fosfato (Phenyl-P) diluído em hidroxietil metacrilato ou gliceril metacrilato, em dentina. O primer com fenil-fosfato foi sintetizado pela diluição do componente em concentrações de 5, 10 e 20% em solução aquosa de HEMA a 35% ou de gliceril metacrilato. Os sistemas adesivos utilizados foram KB-100 (Kuraray), Scotchbond Multi Uso (3M), pelas técnicas recomendadas pelos fabricantes e o sistema adesivo Clarfil Foto Bond (Kuraray), com a prévia aplicação dos primers experimentais. Após a realização das técnicas adesivas os espécimes foram restaurados com resina composta Silux Plus (3M) fotopolimerizada durante diferentes tempos: 10 segundos, 20 segundos e 30 segundos, e então, estocados em água na temperatura ambiente por 10 minutos para, em seguida serem cortados longitudinalmente a fim de expor a interface de união para polimento e avaliação microscópicas da união dentina / adesivo. Na avaliação da formação de fenda, os autores relatam que ela foi prevenida nos grupos experimentais. Nos grupos que receberam a aplicação do primer experimental com *Phenyl-P* + Gliceril Metacrilato foi observada completa adaptação marginal com 30 segundos de fotopolimerização da resina composta quando a concentração utilizada foi maior ou igual a 10 %, mas quando a concentração utilizada foi de 5% a formação de fendas foi prevenida completamente quando a fotopolimerização foi de 20 segundos. Nos grupos que receberam a aplicação de *Phenyl-P* + HEMA a

formação de fenda foi prevenida completamente no grupo que utilizou concentração de *Phenyl-P* de 20% em todos os tempos de fotopolimerização, porém, foi observada a presença de fenda pela contração da resina quando a concentração utilizada foi igual ou menor do que 10%. Os sistemas adesivos comerciais utilizados mostraram a formação de fenda em aproximadamente metade das amostras. Quanto a resistência de união à tração, os valores médios encontrados em todos os grupos variaram entre 16,3 a 20,7 MPa, não sendo observadas diferenças estatisticamente significantes.

Walshaw & McComb<sup>91</sup>, (1994), realizaram estudos com o propósito de avaliar por meio de microscopia eletrônica de varredura a natureza e integridade da união entre três sistemas adesivos comerciais e a dentina, sob diferentes condições clínicas e diferentes métodos de condicionamento ácido dentinário, com e sem a remoção da *smear layer*. No estudo, os autores realizaram cavidades classe V nas faces vestibular e lingual de 16 dentes pré-molares hígidos indicados para extração, de pacientes jovens. Os sistemas adesivos utilizados foram All-Bond 2 (Bisco) - com condicionamento ácido e sem condicionamento ácido, Scotchbond Multi Uso (3M), Scotch Bond 2 (3M) e um grupo controle, com o Enamel Bond (Kulzer), com condicionamento ácido da dentina. No exame em microscopia eletrônica de varredura a interface dentina / adesivo mostrou características peculiares a cada um dos adesivos utilizados, sendo a maior diferença apresentada no mecanismo e qualidade da união. All-Bond 2 utilizado com condicionamento ácido em dentina, apresentou cerca de 75 % das amostras

isentas de fenda e a presença de uma camada híbrida de espessura entre 5 a 8 micrometros. O uso do All-Bond 2 sem o condicionamento ácido em dentina promoveu uma união inconsistente, sendo que apenas 40% das amostras apresentaram uma união confiável entre dentina e adesivo. Raramente foram encontradas camada híbrida e *tags* resinosos. A presença de fendas de medindo entre 6 e 20 micrometros foram freqüentemente observadas nas interfaces das paredes pulpar e laterais. No grupo em que o Scotchbond 2 foi utilizado, sem condicionamento ácido da dentina, foi muito freqüente a presença de fenda entre restauração e dente e uma camada aderida de aproximadamente 1 a 2 micrometros de *smear layer* impregnado pelo primer e adesivo. Por outro lado, no grupo onde foi utilizado o sistema adesivo Scotchbond Multi Uso, com a prévia aplicação do primer, predominaram as amostras isentas de fendas e com camada híbrida de espessura de aproximadamente 5 micrometros.

Watanabe et al.<sup>92</sup>, (1994), avaliaram o aumento da resistência de união proporcionada pela utilização de um condicionador dentinário à base de *Phenyl-P* diluído em solução aquosa de HEMA a 30%. Os dentes bovinos, utilizados neste estudo, foram preparados pela remoção do esmalte vestibular e lingual com a aplicação de lixas d'água de granulação 180. Quando a dentina estava exposta, as lixas de granulação 400 e 600 eram utilizadas para regularização da superfície e uniformização da *smear layer*. Os resultados foram provenientes de testes de resistência de união e microscopia, com variações na concentração de *Phenyl-P*, de 0%, 5%, 10%, 20%, 30% e 40%. Os resultados

mostraram médias de resistência de união à tração de 4,7 MPa para o grupo controle (Phenyl-P = 0%); o grupo 2 (Phenyl-P = 5%) também apresentou média de resistência de união de 4,7 MPa; o grupo 3 (Phenyl-P = 10%), apresentou média de 6,4 MPa; o grupo 4 (Phenyl-P = 20%), 10,4 MPa; o grupo 5 (Phenyl-P = 30%), 9,7 MPa e, o grupo 6 (Phenyl-P = 40%), apresentou média de resistência de união à tração de 10,6 MPa. Os autores observam que a partir da concentração de Phenyl-P = 20% , as médias de resistência de união à tração não apresentaram aumento significativo. O exame em microscopia eletrônica de transmissão (TEM) mostra áreas sugestivas de dissolução da *smear layer* promovidas pelo condicionador experimental, tendo a resina adesiva, penetrado em dentina. Os autores defendem que a aplicação de um primer condicionador oferece muitas vantagens para a adesão, pois permitem que numa simples etapa seja realizado o condicionamento ácido e a aplicação do primer.

Titley et al.<sup>86</sup>, (1994), realizaram estudos para avaliar como o primer do Scotchbond Multi Uso, influenciado pela umidade da zona de dentina desmineralizada, penetra e se adapta na região, e ainda, se houve aumento da resistência de união em função das múltiplas aplicações do primer. As raízes e a polpa foram removidas dos dentes e a superfície dentinária foi exposta com a aplicação de lixas de granulação 180, 320 e 600. Os resultados de resistência de união revelaram aumento de 18,3 para 23,1 MPa quando duas camadas de primer foram utilizadas na superfície dentinária, acusando aumento estatisticamente significativo, enquanto que insignificantes ou mesmo inexistentes aumentos foram

observados com a aplicação de 3 a 5 camadas de primer. No exame em microscopia eletrônica de varredura foi observado que quando houve a secagem da superfície dentinária com ar, o adesivo apresentou incompleta infiltração dentro da camada desmineralizada. Em aumento de 10.000 vezes foi possível observar que as fibras colágenas estavam incorporadas à resina, porém ficou evidente o seu não envolvimento total em toda a extensão da interface dentina / adesivo. Não ficou evidente que a aplicação de duas ou mais camadas de primer exerceu algum efeito no seu grau de penetração. Os autores concluem que uma boa penetração dos agentes adesivos pode ocupar as porosidades provenientes do condicionamento ácido e uma das alternativas para esta melhora na eficácia é reduzir a extensão da desmineralização que pode ser igualmente eficaz para produzir boa adesão e qualidades da camada híbrida.

Gwinnet<sup>29</sup>, (1994), realizou estudos para verificar o efeito da secagem com ar e o reumidificação da dentina na resistência de união, além da influência das fibras colágenas e da área condicionada com ácido. Foram formados 12 grupos de 10 dentes hígidos que tiveram a superfície oclusal removida e a regularização da parede pulpar com lixas de granulação 320. Os grupos de 1 a 6 foram condicionados com ácido fosfórico a 10% durante 20 segundos e diferiram entre si pelo tipo de tratamento aplicado na dentina, logo a seguir, sendo o grupo 1, controle, grupos 2 e 3 secos com ar durante 10 e 30 segundos respectivamente, grupos 4 e 5 secos com ar durante 10 e 30 segundos respectivamente e em seguida reumidificados com água durante 5 segundos e o

grupo 6, ao qual foi aplicado hipoclorito de sódio a 5% para remoção do colágeno exposto pelo condicionamento com ácido. Os grupos 7 a 12 não receberam condicionamento com ácido. No grupo 7, a superfície dentinária foi apenas seca com ar levemente, nos grupos 8 e 9 a dentina foi seca com ar durante 10 e 30 segundos respectivamente e, em seguida, reumidificada com água por 5 segundos. O grupo 10 teve os espécimes tratados com hipoclorito de sódio a 5% durante 2 minutos e os grupos 11 e 12 foram submetidos ao jato de bicarbonato para remoção da *smear layer* e, apenas no grupo 12, a aplicação de hipoclorito de sódio a 5%. Todos os grupos receberam a aplicação do All-Bond 2 (Bisco) conforme instruções do fabricante. Os resultados de resistência de união ao cisalhamento mostraram que os grupos condicionados com ácido fosfórico apresentaram valores de resistência de união semelhantes, exceto os grupos 2 e 3, que foram desidratados. O grupo controle, G1, apresentou média de resistência de união de 24,2 MPa, enquanto que os grupos 4, 5 e 6 (aplicação de ar durante 10 e 30 segundos e reumidificação, e aplicação do hipoclorito de sódio, respectivamente, apresentaram resultados de 25,3; 24,6 e 25,9 MPa, não sendo estatisticamente diferentes. Os grupos 2 e 3, apresentaram médias menores e estatisticamente significantes, sendo, 19,8 e 11,5 MPa, respectivamente. Os grupos 7 a 12, nos quais não foi realizado o condicionamento ácido, apresentaram comportamentos distintos e algumas médias significativamente menores. Nos G7 (controle), 21,5; G11, 18,8 e G12, 19,8 MPa, enquanto que os grupos 8, 9 e 10 apresentaram médias de 14,6; 16,9 e 13,6 MPa, respectivamente. Baseados nestes achados, o autor afirma que está evidenciado que a secagem com ar após o condicionamento

ácido diminui a resistência de união, entretanto, se houver a reumidificação pode ser promovido o aumento considerável da resistência, chegando a ser comparada aos valores de resistência obtida em dentina mantida úmida.

Gwinnet<sup>30</sup>, (1994), realizou estudo com o propósito de investigar a contribuição do colágeno da região desmineralizada com a resistência de união da resina composta sobre a dentina com a utilização de sistemas adesivos de 4ª geração combinados com diferentes agentes de condicionamento ácido. O experimento se desenvolveu em duas partes, sendo a primeira realizada para determinar a influência dos tratamentos com diferentes ácidos na resistência de união e a segunda, verificar se as fibras colágenas contribuem diretamente ou não na resistência de união. Três grupos foram formados e cada um deles foi subdividido em outros três contendo dez dentes cada. O G1 utilizou All-Bond 2 como adesivo e foram confeccionadas restaurações com resina composta Bisfil; o G2 utilizou a adesivo Optibond Dual Cure e resina composta XRV e o G3, Scotchbond Multi Uso e resina compostas Z100. Cada um dos subgrupos foi submetido a um diferente tratamento de dentina: ácido maleico a 10% durante 15 segundos, ácido fosfórico a 10% durante 20 segundos e ácido nítrico a 2,5% durante 60 segundos, tendo produzido 1, 5 e 10 micrometros de desmineralização no tecido, respectivamente. A microscopia eletrônica de varredura acusou diferenças importantes na morfologia da interface de união em todos os subgrupos, mas os resultados não mostraram diferenças estatisticamente significantes nos valores de resistência de união em nenhum dos subgrupos,

confirmando que a região desmineralizada, apresentando colágeno livre para a adesão não contribui diretamente para aumentar a resistência de união e que a magnitude da região desmineralizada não necessariamente influencia os valores de resistência de união obtidos, esta sendo derivada, provavelmente, da completa difusão da resina dentro dos poros da dentina desmineralizada adjacente.

Perdigão et al.<sup>58</sup>, (1994), realizaram trabalho para avaliar os efeitos da solução de digluconato de clorexedine a 2% na morfologia da superfície dentinária e resistência de união. Os autores dividiram aleatoriamente 30 dentes em 3 grupos de 10 dentes cada, que tiveram suas faces proximais desgastadas com discos de lixa até exporem a dentina. O grupo 1 recebeu condicionamento ácido da dentina com ácido fosfórico a 10% durante 15 segundos e posteriormente a superfície foi limpa com água durante 10 segundos e seca com ar comprimido, para em seguida, ser reumidificada com água. O grupo 2 teve a superfície condicionada pelo mesmo tempo e concentração de ácido fosfórico, porém foi lavada e mantida úmida para posteriormente receber a aplicação de solução de digluconato de clorexedine a 2% e o grupo 3 recebeu tratamento semelhante ao anterior, porém, a aplicação da solução de clorexedina foi realizada sobre a dentina seca com ar comprimido. Em todos os espécimes foram aplicadas 5 camadas da mistura primer A + primer B e em seguida, uma camada do adesivo do sistema adesivo All-Bond 2 (Bisco). As restaurações foram realizadas com resina composta Z 100 (3 M). Os espécimes preparados foram armazenados em água durante 24 horas e posteriormente termociclados e levados ao ensaio de

resistência ao cisalhamento e microscopia eletrônica de varredura. O grupo 1 apresentou médias de resistência de união de 20,67 MPa, enquanto que o grupo 2, 22,88 e o G3 21,70 MPa, não sendo estatisticamente significantes as diferenças constatadas. A avaliação em microscopia eletrônica de varredura acusou uma interface adesivo / dentina não consistentemente formada em todos o grupos e a formação de *tags* resinosos não foi claramente evidenciada no grupo 1 (sem clorexedina). A presença de aproximadamente 2 a 3 micrometros de espessura de impregnação do adesivo em dentina desmineralizada demonstrou comprometimento na permeabilidade dentinária. O grupo 2 apresentou maior frequência de *tags* resinosos, porém poucos túbulos dentinários apresentaram-se obliterados. A interface dentina / adesivo, no grupo 3 apresentou-se similar aos outros grupos, entretanto, menor evidência de presença de *tags* e áreas de deficiente formação de camada híbrida. Os autores afirmam que a clorexedina, teoricamente, pode aumentar a resistência de união que os sistemas adesivos podem proporcionar em dentina pela sua carga positiva promover ligações com grupos fosfatados, bem como aumentar a energia livre da superfície dentinária, à exemplo do que ocorre no esmalte.

Elhabashy & Swfit Jr.,<sup>21</sup> (1994), avaliaram a resistência de união ao cisalhamento e a permeabilidade dentinária utilizando condicionamento ácido total com ácido fosfórico a 37% e a aplicação das soluções A e B do sistema adesivo Tenure Solution associado ao adesivo Scotchbond 2, sob diferentes condições de substrato dentinário em relação a permeabilidade dentinária. Os

espécimens foram divididos em três grupos baseados na sua permeabilidade, sendo que o G1 era composto por amostras de baixa permeabilidade (média =  $3,4 \times 10^{-4} \mu\text{l cm}^{-2} \text{ min}^{-1} \text{ cm H}_2\text{O}^{-1}$ ), o G2, de média permeabilidade (média =  $28,1 \times 10^{-4}$ ) e, G3, de alta permeabilidade (média =  $53 \times 10^{-4}$ ), todos verificados com o uso de um "aparato de permeabilidade" conectado a um aparelho de pressão hidrostática durante 5 minutos. Os espécimens também foram conectados a uma fonte de hidratação por pressão com água durante 24 horas para simular pressão fisiológica dos túbulos dentinários. Os resultados obtidos mostraram maiores médias de resistência de união nas amostras às quais foi simulada a pressão fisiológica, apresentando valor de 20,1 contra 15,2 MPa obtido nos grupos onde não houve a simulação de pressão fisiológica. Dentro de cada um dos grupos, as amostras classificadas de menor permeabilidade apresentaram valores de resistência de união mais baixos, enquanto que aquelas classificadas como de alta permeabilidade, resultaram em maiores valores de resistência de união.

Tay et al.<sup>83</sup>, (1994), investigaram a interface dentina / resina in vivo, utilizando o sistema adesivo All-Bond 2 em três diferentes situações de exame: a) exame em microscopia eletrônica de varredura de espécimes fraturados sob imersão em nitrogênio; b) exame em microscopia eletrônica de varredura após a limpeza com solução ácida, polimento e inclusão em resina epóxica e, c) exame em microscopia eletrônica de transmissão das regiões desmineralizadas. Os resultados mostraram em microscopia eletrônica de varredura que as amostras submetidas a limpeza com solução ácida e polimento apresentaram uma linha de

dentina impregnada pelo adesivo (camada híbrida) com espessura de 2 a 8 micrometros. Pôde ainda, ser observada a separação entre a resina e a camada híbrida como resultado da desidratação durante o processo de preparo das amostras para microscopia. Segundo os autores, os sistemas adesivos acetoados são efetivos para umedecer a dentina efetivamente. A acetona desloca a água ou fluido dentinário (*in vivo*), levando os componentes do primer para dentro dos túbulos dentinários formando um invólucro de resina ao redor do processo odontoblástico. Este fenômeno, juntamente com a presença das fibras colágenas intratubulares, ajuda a reduzir a permeabilidade da dentina exposta e a movimentação de fluidos através da interface dentina / adesivo, melhorando a área de selamento e evitando a sensibilidade dentinária.

Ferrari et al.<sup>23</sup>, (1994), afirmam que novas gerações de sistemas adesivos que requerem a remoção da *smear layer* introduzem mudanças estruturais na superfície dentinária criando uma zona retentiva de interdifusão do sistema adesivo no substrato dental. Realizaram estudo *in vivo* para investigar a formação da camada híbrida utilizando 5 sistemas adesivos em dentes indicados para extração por comprometimento periodontal. Os resultados mostraram que todos os sistemas adesivos produziram camada híbrida e *tags* resinosos. O formato destes *tags* foram diferentes para o sistema adesivo Clearfil Liner Bond 2, que apresentaram-se curtos e próximos a entrada dos túbulos dentinários, ao contrário, para os demais sistemas adesivos, que apresentaram *tags* resinosos longos e de forma cônica. Os autores concluem que a morfologia da camada

híbrida e dos *tags* resinosos encontrados neste estudo são similares às aquelas encontradas em estudos *in vitro*.

Filler et al.<sup>25</sup>, (1994), realizaram estudos para determinar se a resistência de união pode ser afetada pela aplicação de clorexedina, em esmalte dental. Os autores utilizaram 50 dentes molares hígidos divididos em dois grupos. O grupo 1 recebeu a aplicação de solução de clorexedina a 0,12 % durante 1 minuto e quatro vezes por dia durante 7 dias, enquanto que o segundo grupo foi mantido sem a aplicação da substância. Os resultados obtidos não demonstraram diferenças estatisticamente significantes entre os grupos, apresentando valores médios de resistência de união de 13,67 MPa no grupo 1 (com aplicação de solução de clorexedina) e 13,23 MPa no grupo controle. Os autores defendem que a solução de digluconato de clorexedina pode ser utilizada previamente à técnica adesiva e restauradora sem comprometimento da resistência de união.

Chappel et al.<sup>14</sup>, (1994), realizaram estudos em microscopia eletrônica de varredura para investigar a formação de *tags* resinosos dentro dos túbulos dentinários e a anastomose formada em canais laterais. Os autores utilizaram os sistemas adesivos Scotchbond Multi Uso (3M), C&B Metabond (Sun Medical Co., Ltd), Tenure Solution (Den Mat). All-Bond 2(Bisco) e XR Bond (Kerr), todos de acordo com as orientações dos fabricantes. Os espécimens, após receberem os procedimentos adesivos foram restaurados com resina composta P50 (3M), e preparados para análise em microscopia eletrônica de

varredura. Os autores relatam a presença de muitos prolongamentos laterais, principalmente nos grupos onde foram utilizados os sistemas adesivos Scotchbond Multi Uso, All-Bond 2 e C&B Metabond, como consequência da aplicação do primer, adesivo ou primer e adesivo, comunicando-se entre os túbulos adjacentes. Os autores afirmam que estes prolongamentos laterais podem ser fundamentais para proporcionar maior resistência de união entre a dentina e a resina.

Burrow et al.<sup>9</sup>, (1994), realizaram estudo comparativo da resistência de união à tração em esmalte e dentina com diferentes sistemas adesivos comerciais e experimentais, em 1 minuto, 10 minutos e 24 horas após a fotopolimerização da resina composta. Os sistemas adesivos comerciais PhotoBond (Kuraray), Super Bond D Liner (Sun Medical), Paama 2 (Southern Dental Industries) e Liner Bond (Kuraray) e os adesivos experimentais "GM" e "HE" foram aplicados de acordo com as orientações do fabricante. Os resultados obtidos em dentina mostraram médias de resistência menores do que em esmalte e todos os grupos apresentaram aumento crescente das médias de resistência de união, de 1 minuto até 24 horas, porém os grupos aos quais foi aplicado o Paama 2 e Photobond apresentaram resultados similares nos três períodos de tempo. O sistema adesivo autocondicionante New Bond produziu a menor média de resistência de união de todos os três grupos, 2,9; 4,4 e 4,6 MPa nos períodos de 1 minuto, 10 minutos e 24 horas, respectivamente. O sistema adesivo Superbond D Liner produziu a mais alta média de resistência de união à tração em todos os períodos de tempo: 13,7, 15,3 e 17,2 MPa, enquanto que o grupo experimental

"GM" apresentou médias de 5,4; 7,1 e 9,1 MPa, nos respectivos períodos de tempo e o grupo experimental "HE" produziu médias de 10,4; 10,3 e 14,2 MPa. Ficou constatado que em todos os períodos de tempo os sistemas adesivos mantiveram-se praticamente sem variações na ordem dos grupos em função dos resultados obtidos. Em relação aos padrões de falhas nas fraturas promovidas pelo teste, ficou constatado que os grupos que apresentaram médias de resistência de união maior do que 10 MPa apresentaram falhas na resina composta ou parcialmente em dentina. No período de 24 horas, aproximadamente metade dos corpos de prova apresentaram falha coesiva com fraturas em dentina e os demais, uma combinação entre falhas adesiva/coesiva em resina composta.

Prati et al.<sup>66</sup>, (1995), investigaram a resistência de união e a infiltração dos adesivos All-Bond 2 (Bisco), XR (Kerr), Clearfil Liner Bond System (Kuraray) e Scotchbond Multi Uso (3M) sob diferentes condições de substrato dentinário em relação à condutância hidráulica. Os resultados não mostraram diferenças significantes entre a permeabilidade dentinária, resistência de união e espessura de dentina para o sistema adesivo Clearfil Liner Bond 2, porém acusou valores de resistência de união à tração maiores do que os obtidos com o sistema adesivo XR. As médias de resistência de união do All-Bond 2 e Scotchbond Multi Uso tiveram valores aproximados. Na avaliação em microscopia eletrônica de varredura ficou demonstrado que o condicionador do sistema adesivo All-Bond 2 produziu uma camada híbrida de aproximadamente 3 a 5 micrometros com envolvimento de fibras colágenas pela matriz resinosa,

porém as fibras colágenas do topo da camada estavam colapsadas. O condicionador do Clearfil Liner Bond 2 removeu completamente a *smear layer* e os *smear plugs*, abrindo totalmente os túbulos dentinários, sem contudo expor colágeno, enquanto que no Scotchbond Multi Uso o condicionamento ácido promoveu a limpeza da *smear layer* desobliterando os túbulos dentinários e expondo fibras colágenas. Foi observada a presença de fibras na dentina intertubular e nas paredes dos túbulos dentinários de 3-5 e 5-8 micrometros, respectivamente. O sistema adesivo XR Bond aparentemente não afetou a integridade da *smear layer* e os túbulos dentinários e fibras colágenas não foram expostos após a aplicação do primer, nem foi observada a presença de camada híbrida.

Burrow et al.<sup>10</sup>, (1995), realizaram estudo a fim de investigar a influência da temperatura e da umidade na resistência de união à tração de dois sistemas adesivos comerciais, Scotchbond Multi Uso (3M) e Liner Bond System (Kuraray), e um experimental, o KB 110 (Kuraray). O experimento foi desenvolvido sob diferentes condições de temperatura e umidade ambiente artificialmente obtidas: 23°C e 50% de umidade relativa do ar e 30°C e 80 % de umidade relativa do ar. Em todos os grupos foi aplicada uma camada de resina composta fotopolimerizável Photo Clearfil Bright (Kuraray) antes da aplicação do teste mecânico em diferentes períodos de tempo: imediatamente, após 10 minutos e após 24 horas. Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância e não mostraram variações em funções da alteração de temperatura e

umidade em nenhum dos grupos estudados, porém, ficou constatado que com o aumento da temperatura e umidade relativa do ar os modelos de fratura apresentaram variações tendendo a aumentar o contingente de corpos de prova com falhas combinadas, ou seja: falha parcialmente em adesivo e presença de pontos de falha coesiva / adesiva na resina composta ou no adesivo, sendo mais evidentemente observado nos grupos que utilizaram o sistema adesivo KB 110. Em função dos diferentes períodos de tempo avaliados, houve diferenças estatisticamente significantes entre os resultados obtidos nas amostras testadas imediatamente após a restauração e aquelas testadas após o período de 24 horas, em todos os grupos, indicando que a maior resistência de união ocorreu após a maturação da linha de união. Os autores defendem que, mesmo com os resultados obtidos, a temperatura e umidade relativa do ar reduzem a habilidade do sistema adesivo, sendo isso demonstrado nas variações de tipos de fraturas obtidas e que o uso de isolamento absoluto com lençol de borracha pode oferecer melhores condições e maior estabilidade na adesão.

Luz & Garone Neto<sup>42</sup>, (1995), realizaram revisão de literatura a cerca da *smear layer*. Os autores esclareceram a formação e composição desta camada, que eles denominaram de esfregaço, e afirmam que os tampões deste esfregaço, que se formam sobre a entrada dos túbulos dentinários, reduzem a permeabilidade dentinária e todos os fenômenos à ela relacionados como, umidade superficial, sensibilidade pelo deslocamento do fluido dentinário e passagem de substâncias para o interior do complexo dentino-pulpar. A relação

entre o esfregaço e a permeabilidade é mais significativa em dentina profunda do que superficialmente e em dentina tubular, reacional e esclerótica. Os autores defendem que a remoção total da *smear layer* só é aceitável quando for seguida de técnicas restauradoras adesivas que vedem a abertura dos túbulos dentinários.

Yoshiyama et al.<sup>94</sup>, (1995), avaliaram em microscopia eletrônica de varredura a morfologia da interface de adesão e a profundidade de penetração do adesivo, além da resistência de união ao teste de microtração dos sistemas adesivos All-Bond 2 (Bisco) e Impreva Bond (Shofu). Os resultados mostraram que ambos os sistemas adesivos apresentaram em dentina superficial uma camada significativamente menor de impregnação do adesivo e, igualmente menor comprimento de *tags* resinosos. Os autores justificaram este achado pelo fato de que o condicionamento ácido é mais rápido em dentina profunda porque os ácidos penetram nos túbulos dentinários com maior facilidade do que podem penetrar na dentina intertubular. Quando avaliada a resistência de união pelo teste de microtração, novamente ambos os sistemas adesivos apresentaram desempenho semelhante entre si, porém a melhor performance, desta vez, foi em dentina superficial. Relatam os autores que não há correlação entre a espessura da camada de infiltração do sistema adesivo e a resistência de união.

Barkmeier et al.<sup>3</sup>, (1995), realizaram estudos laboratoriais com o propósito de investigar a resistência de união ao cisalhamento e a infiltração marginal com o uso do sistema adesivo Clearfil Liner Bond 2. Os valores de

resistência de união em esmalte e dentina foram aferidos com a confecção de restauração de resina composta sobre a superfície dentinária com adesivo em 50 molares humanos. Os autores relataram que os valores de resistência de união ao cisalhamento encontrados em dentina apresentaram uma média de 19,5 MPa, enquanto que em esmalte esta média foi de 28,2 MPa e o percentual de falhas coesivas em esmalte e dentina foram de 32% e 28%, respectivamente. Concluem os autores que a utilização de dois primers em esmalte e dentina, como no Clearfil Liner Bond 2, equivalem aos múltiplos passos realizados rotineiramente quando utilizamos muitos outros sistemas adesivos e a combinação do condicionamento ácido juntamente com o primer, em um único passo representou uma evidente melhora na odontologia adesiva.

Burrow et al.<sup>11</sup>, (1996), realizaram estudos para investigar a resistência de união à tração e a estrutura da camada híbrida proporcionada em dentina coronária e radicular, por quatro sistemas adesivos: All-Bond 1, Super-Bond D-Liner Plus, Clearfil Liner Bond 2 e ProBond, todos utilizados de acordo com as orientações dos fabricantes. A resistência de união à tração foi testada após 24 horas de estoque dos corpos de prova em água a 37° C e a observação em microscopia eletrônica de varredura para observação da camada híbrida foi realizada após os devidos tratamentos para tal objetivo. Os resultados demonstraram resistência de união à tração estatisticamente menor em dentina coronária quando comparada com os resultados obtidos em dentina radicular com a utilização do sistema adesivo All-Bond 2, enquanto que o sistema adesivo

Clearfil Liner Bond 2 apresentou resultados opostos. ProBond e Super Bond D Liner Plus não apresentaram diferenças estatisticamente significantes de resistência de união à tração entre os dois substratos. A observação em microscopia eletrônica de varredura mostrou que os sistemas adesivos testados não apresentaram diferenças estatisticamente significantes entre si na espessura das camadas híbridas proporcionadas e nem em relação ao substrato. Concluem os autores que a espessura de camada híbrida teve pequena influência na resistência de união à tração. Defendem que a região descalcificada superficialmente e fatores relacionados a área de adesão, área e quantidade de túbulos dentinários envolvidos na linha de união são mais importantes para obterem-se melhores resultados.

Ferrari et al.<sup>24</sup>, (1996), avaliaram em estudos *in vitro* e *in vivo* a formação da camada híbrida, *tags* resinosos e prolongamentos dentinários resinosos laterais usando três sistemas adesivos: Os testes *in vivo* foram realizados nos seguintes grupos, em função dos adesivos: Prime & Bond 2.0 (G1); Scotchbond Multi Uso Plus (G2); e Clearfil Liner Bond 2 - primer aplicado por 60 segundos (G3) e primer aplicado por 30 segundos (G4). Os grupos G5, G6, G7 e G8, correspondiam aos testes *in vitro* com os respectivos sistemas adesivos. Os procedimentos adesivos *in vivo* foram realizados em preparos cavitários na face vestibular de molares comprometidos periodontalmente e que seriam extraídos subsequentemente. Dentes molares recentemente extraídos receberam as técnicas adesivas referente aos grupos *in vivo*, com idênticas técnicas adesivas. Em ambos

os substratos, metade das amostras foram utilizadas para verificação das características da camada híbrida enquanto que a outra metade foi utilizada para avaliação de *tags* resinosos e prolongamentos resinosos laterais em dentina. Os resultados apresentaram no G1 uma camada híbrida com espessura entre 2 e 6 micrometros, tendo a mesma variado nas diferentes amostras e nos diferentes sítios de observação em cada amostra. *Tags* resinosos apresentaram entre 10 e 30 micrometros de comprimento e em todos os casos, prolongamentos resinosos laterais em dentina também foram observados. Na avaliação *in vitro*, G7 e G8, cujos tempos de aplicação do primer do Clearfil Liner Bond 2 diferiram entre si, foram notadas diferenças morfológicas entre os mesmos, tendo sido os prolongamentos resinosos laterais, observados apenas no G8. Concluem os autores que em ambas as condições testadas e com todos os sistemas adesivos houve a formação de camada híbrida e que os testes realizados *in vitro* para a mensuração de prolongamentos resinosos laterais e *tags* resinosos, também podem estimar os resultados obtidos *in vivo*.

Perdigão et al.<sup>59</sup>, (1996), investigaram a interação de 6 sistemas adesivos com a dentina humana *in vivo*, através da avaliação da interface restauradora. Os resultados mostraram que geralmente os sistemas adesivos resultaram em inadequada união entre dentina e resina composta, porém apresentaram selamento consistente em esmalte. O sistema adesivo One Step originou uma melhor zona de interdifusão em algumas áreas e separação em outras. O sistema adesivo Clearfil Liner Bond 2 não apresentou penetração nos

túbulos em diversas áreas sem sinais de interdifusão em dentina, porém apresentou túbulos dentinários completamente selados pelo adesivo, o que, segundo os autores, dificulta a penetração e acesso das bactérias ao complexo dentino-pulpar. Os autores concluem que os sistemas adesivos utilizados neste estudo in vivo não previnem a formação de fendas na interface resina-dentina e que a forma da cavidade pode afetar a performance do material.

Tay et al.<sup>80</sup>, (1996), realizaram estudos utilizando microscopia eletrônica de varredura para avaliar o fenômeno que ocorre na presença excessiva de umidade na superfície dentinária quando utilizados sistemas adesivos acetoados. Discos de dentina foram divididos em três grupos, de acordo com o grau de umidade: G1 - amostras foram secas por 3 segundos com ar comprimido; G2 - amostras foram mantidas úmidas e G3 - a dentina foi encharcada com 40 mL de água destilada. Todas as amostras receberam a aplicação do sistema adesivo All-Bond 2. Os autores relatam que apesar de ter sido observada a presença de camada híbrida nos três grupos, havia deterioração da região de união ao longo da interface e perda do completo selamento dos túbulos dentinários à medida que aumentou a concentração de umidade sobre as amostras e foram observados glóbulos resinosos intratubulares no grupo que recebeu secagem com ar durante 3 segundos. Segundo os autores, este estudo indicou claramente que a adesão sobre dentina úmida e encharcada deve ser bem estudada e que, especialmente os sistemas acetoados requerem especial atenção em relação a quantidade de umidade para que melhores resultados de união e selamento sejam obtidos.

Tay et al.<sup>81</sup>, (1996), realizaram estudos para identificar ultra-estruturalmente falhas e resultados da possível interação primer-água, quando sistemas adesivos universais acetoados são utilizados sobre dentina condicionada com ácido fosfórico em presença de excesso de umidade. Três grupos foram formados para realização deste estudo, tendo no primeiro, a dentina sido seca com ar comprimido durante 3 segundos, no segundo grupo, a dentina foi mantida visivelmente úmida e no terceiro, a dentina foi encharcada. Todas as amostras foram obtidas de dentes molares recentemente extraídos e receberam a aplicação do sistema adesivo All-Bond 2. Os resultados mostraram a formação de camada de dentina impregnada pelo adesivo nos três grupos. No grupo que foi seco com ar durante três segundos, pode ser observada uma camada elétron-densa estendendo-se através da dentina impregnada com pequenos *primers-plugs* e glóbulos intratubulares. No grupo em que a dentina foi mantida visivelmente úmida, houve a formação do que os autores chamaram de "primer-meniscos", composto pelo primer separado de camada de dentina impregnada pelo adesivo e a presença de espaços vazios. No grupo em que a dentina foi encharcada o primer falhou na formação de uma camada contínua na superfície de dentina impregnada pelo adesivo. Puderam ser observados glóbulos esféricos de primer completamente dissociados e envolvidos por uma emulsão de menor coalescência, dispersos dentro de uma camada elétron-densa.

Gwinnet et al.<sup>31</sup>, (1996), realizaram estudo com o propósito de determinar através da utilização de colagenase, o grau de contribuição do

colágeno na resistência de união. Os autores utilizaram os sistemas adesivos All-Bond 2 e Amalgambond. O grupo 1 teve a dentina condicionada com ácido fosfórico a 10% durante 20 segundos, lavada por 10 segundos e seca. Quantidades iguais de primer A e B do sistema adesivo All-Bond 2 foram misturadas e utilizadas com 5 a 8 contínuas aplicações. Sobre o primer foi aplicado o adesivo e fotopolimerizado por 20 segundos. Em seguida, duas camadas de resina composta foram aplicadas. No grupo 2, a dentina recebeu o condicionamento com ácido cítrico a 10% e cloreto férrico a 3% por 10 segundos, previamente a aplicação do adesivo Amalgambond. Os grupos 3 e 4 foram preparados com a remoção do colágeno exposto pelos devidos condicionamentos, expondo-o a uma solução da enzima colagenase a 0,1% em temperatura de 37 ° centígrados durante 6 horas. O teste de resistência de união apresentou para G1 uma média de 28,41 MPa e para o G2, 19,04 MPa, resultados muito próximos aos obtidos nos grupos 3 e 4 (26,43 e 19,70 MPa, respectivamente). Dados complementares mostram que poucas falhas coesivas aconteceram, tendo sido a maioria delas, adesivas. Em observação em microscopia eletrônica de varredura acusou uma dramática transformação morfológica na interface adesiva quando as amostras receberam o tratamento com colagenase a 0,1%. A junção entre dentina mineralizada e desmineralizada estava com aspecto irregular e poroso. A espessura da camada híbrida, que para os G1 e G2 foi de 5 e 3 micrometros, respectivamente, não pode ser observada nos G3 e G4, entretanto os túbulos dentinários apresentaram *tags* e prolongamentos resinosos intertubulares. Os autores defendem que a presença de uma região

desmineralizada rica em fibras colágenas não aumenta significativamente a resistência de união, porém, melhora a qualidade da camada híbrida.

Tanriverdi et al.<sup>79</sup>, (1996), realizaram estudo com o propósito de determinar a resistência de união à tração de 3 sistemas adesivos comerciais imediatamente após a polimerização da restauração de resina composta. Os sistemas adesivos utilizados no trabalho foram o Scotchbond Multi Uso (3M), Tenure (Den Mat) e Gluma (Bayer) em 60 dentes hígidos extraídos por indicação terapêutica. O esmalte da superfície oclusal foi removido com ponta diamantada e o remanescente dental foi envolvido em resina acrílica e após a polimerização, foi realizado o alisamento com lixa de granulação 600. Os resultados médios de resistência de união à tração obtidos foram submetidos à análise de variância. O sistema adesivo Scotchbond Multi Uso apresentou menor média de resistência de união dentre todos os 3 sistemas testados, 2,42 MN/mm<sup>2</sup>, enquanto que o Gluma apresentou maior média, 3,38 MN/mm<sup>2</sup>, seguido pelo Tenure, 2,91 MN/mm<sup>2</sup>. A diferença entre a resistência de união do Gluma e Scotchbond Multi Uso foi considerada estatisticamente significativa. O grupo controle, no qual não foi aplicado nenhum sistema adesivo, apresentou a menor média, 1,55 MN/mm<sup>2</sup>, sendo estatisticamente significativa quando comparado a todos os demais grupos. Os autores defendem que o período crítico para a realização dos testes é imediatamente após a realização da restauração, pois longo tempo de imersão e a termociclagem podem afetar adversamente o material.

Uno & Finger<sup>89</sup>, (1996), realizaram estudo para verificar a relação entre o condicionamento ácido de dentina com diferentes ácidos e tempos de condicionamento e a profundidade de desmineralização da dentina intertubular e a capacidade de penetração do adesivo na rede de fibras colágenas desmineralizada. A profundidade de desmineralização da dentina foi determinada por dois métodos, o método direto e o método indireto. No método direto foi medida com microscópio de luz incidente a quantidade de dentina perdida no condicionamento ácido, enquanto que no método indireto, a espessura da camada híbrida formada foi usada como método de verificação da profundidade de desmineralização. Os resultados mostraram que a profundidade de desmineralização aumentou diretamente em função da concentração do ácido e tempo de condicionamento. Os valores encontrados no método direto e indireto mostram que foi muito uniforme a relação entre tempo e concentração do ácido e os coeficientes de correlação foram altamente significativos. Os autores defendem que ambos os métodos utilizados no estudo apresentam vantagens e limitações. O método direto é simples e rápido e não necessita de instrumentos sofisticados, mas limita-se a determinar a profundidade de descalcificação a dentina intertubular, enquanto que o método indireto apresenta a vantagem de oferecer a oportunidade de averiguar a agressividade do agente condicionador e a função do primer como umedecedor da estrutura desmineralizada e formador de camada híbrida.

Tay et al.<sup>80</sup>, (1996), realizaram estudos para investigar a capacidade da dentina de recuperar a permeabilidade após a secagem com ar. Os

autores classificaram as condições dentinárias em reumidificação reversível e irreversível. O sistema adesivo utilizado no estudo foi o One-Step e utilizou ácido fosfórico em concentração de 10% como agente de condicionamento, água destilada para reumidificação e solução de glutaraldeído para fixação das fibras colágenas desnaturadas. As amostras cuja superfície fora mantida úmida (G1), apresentou melhor penetração do adesivo, enquanto que no grupo 2, cuja superfície dentinária das amostras foi seca com ar durante 3 segundos, apresentaram deficiências na infiltração do adesivo, mesmo para aquelas amostras que receberam a reumidificação com água destilada. Nestes grupos foram observadas três regiões com distintos padrões de infiltração do adesivo na rede de fibras colágenas: uma região de 1 a 1,5 micrometros completamente infiltrada pelo adesivo; na região subjacente a esta primeira, foi observada uma área de incompleta infiltração do adesivo, chamada de região híbridoide e inferiormente, outra região anastomizada apresentando prolongamentos laterais de infiltração adesiva entre os túbulos dentinários. No grupo 3, ao qual foi procedida a reumidificação da dentina com água, o aspecto microscópico encontrado foi similar ao grupo cuja dentina foi mantida úmida, porém as fibras colágenas superficiais se apresentavam predominantemente planas horizontalmente e com aspecto sombreado. No grupo 4, cujas amostras receberam secagem com ar comprimido e foram mantidas em solução de glutaraldeído a 8% durante quinze minutos e após, novamente secas com ar durante três segundos, a infiltração do adesivo apresentou amplas regiões deficientes formando, também neste caso, regiões de camada híbridoide. Concluem os autores que se não houver a

desnaturação irreversível das fibras colágenas no condicionamento ácido da dentina, a plasticidade e permeabilidade das mesmas podem ser recuperadas com a reumidificação da dentina.

Tay et al.<sup>84</sup>, (1996), realizaram estudos para comparar as propriedades morfológicas da interface dentina / adesivo com a aplicação de um adesivo dissolvido em acetona ou álcool sob substrato dentinário seco e úmido. Os autores utilizaram vinte terceiros molares humanos hígidos, dos quais foram obtidos discos de dentina regularizados com lixa d'água de granulação 600 para regularizar a superfície e remover possíveis ilhas de esmalte remanescentes. Os espécimes foram divididos aleatoriamente em quatro grupos, de acordo com o tratamento dentinário. Todos os espécimes foram condicionados com ácido fosfórico a 10% durante 20 segundos e limpos em água destilada por 20 segundos. No grupo 1 foi realizada a remoção do excesso de água com pedaços de papel absorvente e aplicadas duas camadas de primer do Aelitebond (Bisco) e em seguida, um leve jato de ar, para evaporação dos resíduos de álcool provenientes do primer. A resina adesiva foi, então, aplicada e fotopolimerizada por 20 segundos. O grupo 2 teve o mesmo tratamento exceto quanto à forma de remoção do excesso de água, que neste caso, foi realizada com a aplicação de jato de ar durante 30 segundos. Nos grupos 3 e 4 foi realizada a aplicação das técnicas já descritas para os grupos 1 e 2, respectivamente, porém o primer utilizado foi uma modificação do All-Bond 2 (Bisco), que consistia de um composto experimental à base de acetona. Os resultados mostraram que o grupo 1 (dentina seca com papel

absorvente e aplicação do primer a base de álcool) foi observada formação de camada híbrida com aproximadamente 5 micrometros de espessura com presença de *tags* resinosos transversais na dentina não desmineralizada, enquanto que no grupo 2 (dentina seca com ar durante 30 segundos e aplicação do primer a base de álcool) apenas uma fina camada híbrida foi formada e logo abaixo da mesma, uma região de irregular infiltração do adesivo, originando uma camada hibridóide. O grupo 3, que manteve umidade em dentina utilizando papel absorvente para sua secagem e usou a formulação experimental, também apresentou a formação de uma camada híbrida de aproximadamente 5 micrometros e a presença de *tags* resinosos transversais na dentina adjacente. Já no grupo 4, no qual a dentina foi seca com jato de ar previamente à aplicação do primer experimental, uma fina camada híbrida foi observada e adjacente a ela, a formação de camada hibridóide, à exemplo do grupo 2.

Hamid et al.<sup>32</sup>, (1996), avaliaram os efeitos da concentração do ácido fosfórico e o tempo de aplicação em dentina e a influência de variações destas condições, na difusão do HEMA através da dentina. Relatam os autores que HEMA e TEGDMA são componentes de pequeno peso molecular e tem facilidade de se difundir através da dentina durante vários dias e atingir a câmara pulpar. A manutenção da *smear layer* pode reduzir a infiltração dos monômeros resinosos enquanto que o condicionamento ácido total, desobliterando os túbulos dentinários, facilita a sua difusão. A redução da permeabilidade foi encontrada apenas após os primeiros minutos da aplicação do sistema adesivo, porém, após

10 dias da aplicação, ainda estava sendo detectada infiltração dos monômeros através da dentina. Os autores sugerem várias maneiras para diminuir ou bloquear a infiltração via túbulos dentinários, entre elas o bloqueio destes túbulos com colágeno gelatinoso ou com dióxido de carbono originado da fase mineral do carbonato.

Turbino et al.<sup>88</sup>, (1997), avaliaram por meio de teste de tração in vitro a resistência de união à dentina de dois sistemas adesivos, Scotchbond Multi Uso Plus (3 M) e Prime & Bond 2.0 (Dentsply), que foram utilizados de três formas diferentes, secando a dentina com ar após o condicionamento ácido; reumedecendo com água destilada após a secagem e contaminando com saliva após a secagem. Foram utilizados 60 molares humanos extraídos e incluídos em resina acrílica. Os dentes foram desgastados até expor dentina lateralmente e, após a técnica adesiva com os sistemas adesivos estudados, confeccionadas restaurações de resina composta Z 100, na forma cônica. Os resultados mostraram que os dois sistemas adesivos não apresentaram diferenças estatisticamente significantes entre si, porém, os dentes que foram secos com ar apresentaram médias de resistência de união menores. Os dentes umedecidos com água apresentaram maiores valores de resistência de união, enquanto que aqueles contaminados com saliva, apresentaram valores intermediários, não sendo diferentes estatisticamente de nenhum dos outros grupos.

De Goes et al.<sup>18</sup>, (1997), compararam a resistência de união à tração utilizando diferentes métodos de secagem da superfície dentinária. No grupo 1 as amostras foram secas com ar comprimido durante três segundos, enquanto que no grupo 2 foi utilizado papel absorvente, no grupo 3, uma escova tipo microbrush e finalmente, no grupo 4, as amostras foram secas com bolinhas de algodão hidrófilo. Os demais passos do processo de aplicação do sistema adesivo One-Step foram realizados de acordo com as orientações do fabricante. Os resultados de resistência de união no teste de cisalhamento mostraram que o grupo 1 apresentou resultados menores do que os demais grupos e que entre os três últimos grupos não houve diferenças estatisticamente significantes. Sugerem os autores que a menor resistência de união deva ser devido a ausência de espaços intertubulares na rede de colágeno por ocasião do colapso das mesmas restringindo assim, a penetração do adesivo na matriz intertubular e, por consequência originando uma área de infiltração deficiente denominada "camada híbrida". Com estes resultados, segundo os autores, a técnica a ser recomendada para a obtenção de melhores resultados de adesão é a da utilização do substrato dentinário úmido, conjuntamente com o condicionamento ácido total. Nas conclusões, os autores afirmam ser o algodão hidrófilo e o papel absorvente os melhores instrumentos para a remoção do excesso de água na superfície dentinária pois permitem que a umidade residual concorra positivamente para a obtenção de resultados de resistência de união superiores, enquanto que, ao contrário, a aplicação de ar comprimido, prejudica esta característica.

Abdala & Davidson<sup>1</sup>, (1998), realizaram estudos do efeito da contaminação com água, saliva e sangue - situações possíveis de serem encontradas clinicamente - na resistência de união de sistemas adesivos monocomponentes, Single Bond, One Step, Prime & Bond 2.1 e Syntac SC, versus um sistema controle representado pelo Scotchbond Multi Uso Plus, utilizando molares humanos recentemente extraídos e estocados em água. Os dentes tiveram o esmalte coronário removido com máquina de corte Isomet 1000 observando a uniformização da profundidade de dentina em todos os espécimens. Foi regularizada a superfície e produzido *smear layer* com uma lixa silicone-carbide de granulação 600 durante 15 segundos. As condições de substrato para o estudo foram codificadas de A a D, sendo: A - Condições normais com aplicação de ácido fosfórico a 37% durante 15 segundos e em seguida, spray ar / água e remoção do excesso de umidade com ar comprimido durante 3 segundos; B - Repetida a técnica aplicada em A, porém secou a superfície com algodão; C - Após o condicionamento ácido e limpeza da superfície, contaminou-a com saliva humana fresca durante 20 segundos e, D - contaminou com sangue humano por 20 segundos. Os resultados do estudo não mostraram diferenças estatisticamente significantes de resistência de união entre os 4 sistemas adesivos utilizados quando as superfícies foram secas com ar, mas mostraram-se significativamente menores, quando comparados com o Scotchbond Multi Uso Plus. A contaminação com saliva não mostrou influência significativa nos resultados de resistência de união para os sistemas Single Bond, One Step e Prime & Bond 2.1, porém reduziram significativamente os resultados encontrados com o sistema adesivo

Syntac SC. Por outro lado, todos os materiais ofereceram menor resistência de união quando a contaminação da dentina foi realizada com sangue.

Perdigão et al.<sup>60</sup>, (1998), realizaram estudo comparativo da resistência de união entre dois sistemas adesivos acetoados e aplicados sob influência de quatro diferentes padrões de umidade dentinária: 1) dentina úmida; 2) dentina seca por 1 segundo; 3) dentina seca por 5 segundos e, 4) dentina seca por 5 segundos e reumedecida com solução aquosa de HEMA (Aqua-Prep). Após a confecção de uma restauração de resina composta e termociclagem entre 5 e 55° C por 500 ciclos, os corpos de prova foram levados para a máquina de ensaios mecânicos para o teste de resistência ao cisalhamento. Os resultados mostraram que o sistema adesivo Prime & Bond 2.1 apresentou médias de resistência de união entre 6,6 MPa (dentina seca por 5 segundos) e 13,9 MPa (dentina reumedecida) Os testes estatísticos mostraram que houve diferenças significativas nos resultados em função das condições da superfície dentinária. A aplicação do agente reumedecedor resultou em maior resistência de união para os sistemas adesivos Prime & Bond 2.1 e One Step, porém este aumento só foi estatisticamente significativo para o primeiro, enquanto que para o segundo sistema adesivo, os resultados de resistência de união foram similares em todos os grupos em que algum grau de umidade foi preservado na dentina. Por outro lado, quando a superfície dentinária foi seca durante cinco segundos, houve um decréscimo significativo nos valores médios. Quando observados em microscopia eletrônica de varredura, os corpos de prova do grupo que manteve dentina úmida e

do grupo ao qual a dentina sofreu aplicação de ar por um segundo apresentaram boa impregnação do sistema adesivo, enquanto que aqueles grupos que sofreram a secagem por cinco segundos apresentaram deficiente impregnação do colágeno exposto, mais evidentemente quando utilizado o sistema adesivo Prime & Bond 2.1. Em dentina reumedecida foi observada melhor difusão do adesivo do que quando os sistemas adesivos foram utilizados em dentina sob condições normais de umidade. Segundo os autores, os resultados deste estudo sugerem que a aplicação de Aqua-Prep em superfícies dentinárias secas resgatou ou aumentou a resistência de união de sistemas adesivos acetoados ao mesmo nível da resistência oferecida em substrato originalmente úmido.

Piochi et al.<sup>64</sup>, (1998), realizaram trabalho de investigação da influência de diferentes tempos de condicionamento ácido na formação da camada híbrida e resistência de união à tração com a utilização dos sistemas adesivos, Gluma CPS, Syntac, Scotchbond Multi Uso, Single Bond e Prime & Bond 2.1. Os tempos de condicionamento ácido foram de zero segundos, quinze segundos, trinta segundos, sessenta segundos, cento e vinte segundos e cento e oitenta segundos e os resultados mostraram que, com exceção do grupo não condicionado, em todos os outros grupos foi identificada a presença e similaridade de camada híbrida em CLSM. As espessuras de camada híbrida aumentaram com o aumento do tempo de condicionamento ácido e a resistência de união à tração mostrou diferenças estatisticamente significantes entre os grupos em função do tempo de condicionamento ácido e sistema adesivo utilizado. O condicionamento

ácido por quinze segundos proporcionou melhores resultados de resistência de união à tração, seguido pelos demais tempos, em ordem crescente. Scotchbond Multi Uso e Gluma CPS produziram significativamente maiores resultados de resistência de união do que Single Bond, Syntac SC e Prime & Bond 2.0, quando condicionados pelo tempo de quinze segundos. Segundo os autores, os motivos do decréscimo das médias de resistência de união à tração após maiores períodos de condicionamento ácido são o colapso das fibras colágenas devido ao seu aumento em extensão, impedindo assim, a penetração do adesivo, ou ainda, a precipitação de cristais de cálcio-fosfato que impede a proliferação do adesivo. Em ambos os casos os monômeros não são capazes de impregnar e reforçar a rede de fibras colágenas. Os autores concluem que o condicionamento com ácido fosfórico durante quinze a trinta segundos é o período mais adequado para prevenir a desmineralização em excesso da dentina e proporcionar melhores valores de resistência de união à tração.

Yoshiyama et al.<sup>95</sup>, (1998), realizaram estudo com o propósito de medir a resistência de união à tração de dois sistemas adesivos autocondicionantes em várias locações de esmalte e dentina humanos e observar em microscopia eletrônica de varredura a interface dentina / adesivo após o tratamento com ácido fosfórico e hipoclorito de sódio. A face vestibular dos dentes incisivos foi desgastada desde o ápice da raiz até a coroa, preservando apenas o esmalte do 1/3 incisal. Em seguida os dentes foram submetidos às técnicas adesivas com os sistemas adesivos autocondicionantes Clearfil Liner

Bond 2 (Kuraray) e Fluoro Bond (Shofu) e restaurados com resina composta Lite Fil II (Shofu). Os dentes foram então seccionados transversalmente de forma a serem obtidos 5 fragmentos correspondentes ao esmalte (1/3 incisal), dentina coronária, dentina cervical, dentina média radicular e dentina apical radicular e submetidos ao teste de microtração. Fragmentos correspondentes foram utilizados para exame em microscopia eletrônica de varredura. Os resultados referentes à resistência de união à tração dos sistemas adesivos Clearfil Liner Bond II e Fluoro Bond foram mais altos em dentina coronária (28,9 e 30,5 MPa, respectivamente) e não apresentaram diferenças estatisticamente significantes entre dentina coronária, cervical e média radicular, porém, os resultados obtidos em esmalte e dentina apical radicular foram significativamente menores, para ambos os sistemas adesivos. O exame em microscopia eletrônica de varredura revelou a morfologia da camada híbrida. Na dentina coronária tratada com Clearfil Liner Bond II, a camada híbrida formada foi de apenas 1 micrometro de espessura, porém, o comprimento dos *tags* resinosos chegaram a aproximadamente 10 micrometros. O sistema adesivo Fluoro Bond também formou camada híbrida de aproximadamente 1 micrometro de espessura, mas o comprimento dos *tags* resinosos, neste caso ficou entre 5 e 7 micrometros. Também na região de dentina cervical ambos os sistemas adesivos apresentaram camada híbrida de espessura aproximada de 1 micrometro, mas diferiram no aspecto apresentado na terminação dos *tags* resinosos, que no caso do primeiro sistema adesivo, foram afilados enquanto que no outro adesivo, o término foi abrupto. Na região da dentina

apical não houve formação de *tags* resinosos e não foi possível observar uma camada híbrida característica e bem definida.

Rabelo & Coelho<sup>68</sup>, (1998), realizaram estudo com o propósito de determinar o efeito da aplicação de digluconato de clorexedina a 2%, como agente desinfetante, após o condicionamento ácido, sobre a resistência de união ao cisalhamento do sistema adesivo Stae (SDI), que requer a completa remoção do *smear layer*. Três grupos foram formados com 10 dentes cada. As raízes foram seccionadas na altura do colo dentário de forma a separá-las da coroa, que foi incluída em resina acrílica e desgastadas com lixas de granulação 400 e 600, até expor a dentina da face vestibular. Os grupos de estudo receberam diferentes tratamentos. O G1 recebeu a aplicação de Cav-Clean (Digluconato de Clorexedina a 2% - Herpo) antes do condicionamento ácido da dentina, durante 10 segundos; o G2 recebeu a aplicação da clorexedina depois do condicionamento ácido e o G3 não teve aplicação. Após o tratamento o dente recebeu a aplicação do adesivo conforme orientações do fabricante e uma restauração de resina composta Glacier (SDI). Sete dias depois, os corpos de prova foram levados ao ensaio mecânico e os resultados não mostraram diferenças estatisticamente significantes em função do tratamento ou não com clorexedina, não tendo demonstrado nenhuma interferência na interação do adesivo com a dentina, e conseqüentemente, não comprometendo as médias de resistência de união ao cisalhamento obtidas.

Demarco et al.<sup>20</sup>, (1998), compararam a resistência de união à tração entre um sistema adesivo de 3ª geração (XR Bond) e um sistema adesivo de 4ª geração (Optibond), ambos do mesmo fabricante, e a influência do condicionamento ácido em dentina no XR Bond, comparando os resultados em 2 horas, 7 dias após o procedimento restaurador. Sessenta molares humanos hígidos foram divididos em 6 grupos de 10 dentes cada e tiveram o esmalte proximal removido antes de serem envolvidos por resina acrílica. A dentina foi, então, regularizada com lixas de granulação 220. Nos grupos 1 e 2 foi utilizado o sistema adesivo XR Bond, sendo que no G1 não foi realizado condicionamento ácido em dentina (conforme orientações do fabricante) e no G2, o condicionamento ácido foi realizado com ácido fosfórico a 37% durante 20 segundos, antes da aplicação do adesivo. Os grupos 3 a 6, nos quais o adesivo utilizado foi o Optibond Foto Cure / Optibond Dual Cure, diferiram em períodos de armazenamento e termociclagem previamente ao teste de resistência de união à tração. Os resultados, comparando G1 e G2 (XR Bond) com os grupos 3 e 4 (Optibond Foto Cure) acusaram diferenças estatisticamente significantes, com resistências adesivas de 11,7 e 12,6 MPa em G1 e G2, respectivamente, contra 20,6 e 20,7 MPa para os G3 e 4. Quando comparados apenas os grupos 3 a 6 (Optibond FC e Optibond DC), os resultados mostraram não haver diferenças estatisticamente significantes em relação à aplicação na forma dual ou fotopolimerizável e quanto ao tempo de armazenamento e termociclagem. Os autores concluem que o Optibond foto e dual proporciona melhor resistência de união do que o XR Bond.

Por sua vez, o XR Bond, com ou sem condicionamento ácido, apresenta médias de resistência de união semelhantes.

Youssef et al.<sup>97</sup>, (1998), avaliaram em microscopia eletrônica de varredura diferentes sistemas adesivos em relação à profundidade de descalcificação, a camada híbrida e a formação e comprimento de *tags* resinosos. Os autores utilizaram 20 dentes pré-molares hígidos extraídos por indicação terapêutica e 4 sistemas adesivos: Scotchbond Multi Uso (3M), Super D-Liner II (Sun Medical), Prime & Bond 2,0 (Dentsply) e Clearfil Liner Bond II (Kuraray). A aplicação dos sistemas adesivos e a restauração dos espécimes com resina composta Z 100(3M) foi realizada conforme orientações dos fabricantes. Os resultados obtidos na mensuração da camada híbrida proporcionada pelos sistemas adesivos Scotchbond Multi Uso e Prime & Bond 2.0 e Super D-Liner II foram de aproximadamente 5 micrometros, chegando, em alguns casos, a registrar espessuras de até 10 micrometros, enquanto que o sistema adesivo Clearfil Liner Bond II apresentou espessuras que variaram em torno de 3 micrometros. Em relação ao comprimento e presença de *tags* resinosos, os autores relataram achados de *tags* resinosos de comprimento de 50 a 120 micrometros nos grupos que utilizaram os sistemas adesivos Scotchbond Multi Uso, Prime & Bond 2.0 e Super D-Liner II, enquanto que o sistema adesivo Clearfil Liner Bond II apresentou *tags* de comprimento entre 10 e 15 micrometros. Os autores concluem que os sistemas adesivos que utilizam o condicionamento ácido em concentrações elevadas promovem desmineralização relativamente profundas e a camada híbrida

apresenta-se mais espessa quando comparada aos sistemas adesivos que não utilizam o condicionamento ácido prévio. Afirmam ainda, que o uso de soluções de ácidos de baixas concentrações ou não realização de condicionamento ácido tende a ser um novo caminho a seguir.

Van Meerbeek et al.<sup>90</sup>, (1998), realizaram estudos em microscopia eletrônica de transmissão (TEM) a fim de caracterizar ultra-morfológicamente a interface adesivo / dentina produzida por dois sistemas adesivos em diferentes condições de substrato dentinário, seco e mantido úmido. As hipóteses previstas no estudo foram de que a dentina seca apresenta fibras colágenas colapsadas e o sistema adesivo não pode penetrar completamente entre as mesmas, ou, quando penetra, o faz incompletamente. Ao contrário, quando a dentina é mantida úmida a organização das fibras colágenas permite que haja espaços onde ocorre boa infiltração do primer e adesivo, resultando em uma camada híbrida bem homogênea. Os sistemas adesivos utilizados foram o Optibond (Kerr) e Scotchbond Multi Uso (3M). Os resultados mostraram que o sistema adesivo Optibond proporcionou melhores resultados em termos de organização e consistência de camada híbrida quando comparado ao sistema adesivo Scotchbond Multi Uso, que produziu uma camada híbrida com estruturação menos distinta em ambos os substratos. Os autores relatam ainda, que quando o sistema adesivo foi aplicado sobre dentina seca não houve evidências de colágeno colapsado e nem de regiões de incompleta infiltração do adesivo, evidenciando que a água contida nos sistemas adesivos é suficiente para promover

a reumidificação e a reorganização das fibras colágenas quando a dentina sofre secagem suave com jato de ar.

Fritz & Finger<sup>27</sup>, (1999), realizaram estudo com o propósito de comparar o desempenho do sistema adesivo autocondicionante de um passo Etch & Prime 3.0 (Degussa) com dois sistemas adesivos de dois passos, Clearfil Liner Bond 2 (Kuraray) - sistema com primer autocondicionante - e o sistema Adesivo Gluma One Bond (Heraeus-Kulzer) - sistema adesivo acetinado que exige a aplicação prévia de ácido fosfórico. Todas as amostras foram restauradas com a resina composta micro híbrida Charisma (Heraeus-Kulzer), cor A2. Os autores avaliaram três parâmetros: resistência de união ao cisalhamento em esmalte; resistência de união ao cisalhamento em dentina e mensuração de fenda em cavidades classe V realizadas em dentina. Os resultados de resistência de união ao cisalhamento em dentina demonstraram que os sistemas adesivos Clearfil Liner Bond 2 e Gluma One Bond apresentaram resultados semelhantes entre si e superiores aos resultados obtidos com o sistema adesivo Etch & Prime, em qualquer das variações técnicas - fotopolimerização por 10 segundos; 20 segundos ou com aplicação de duas camadas. Concluem os autores que a utilização do sistema adesivo Etch & Prime 3.0 deve ser melhorada antes de poder ser indicada clinicamente.

Carvalho et al.<sup>13</sup>, (1999), realizou levantamento dos fatores que podem afetar as propriedades de infiltração do adesivo na região desmineralizada

pelo condicionamento ácido e as conseqüências na adesão à dentina. Os autores defendem que a presença de excesso de umidade pode causar separação dos monômeros aplicados formando uma estrutura com falhas que impedem a penetração dos adesivos na matriz desmineralizada de colágeno. A quantidade de umidade necessária para permitir uma perfeita penetração dos monômeros ainda é desconhecida e pode variar de acordo com os sistemas adesivos utilizados. Os adesivos autocondicionantes, segundo os autores, além de serem menos sensíveis às variações da concentração de umidade superficial e profundidade da dentina, ainda tem a vantagem de não apresentar discrepâncias entre a área desmineralizada e a extensão da infiltração dos mesmos, porém, formam uma camada híbrida muito fina e com a incorporação da *smear layer*. Se considerada a presença de porosidades, a camada híbrida obtida com os sistemas adesivos autocondicionantes é de melhor qualidade, o que pode explicar o fato de, embora menos espessa, oferecer resistência de união semelhante a dos sistemas adesivos convencionais.

Pereira et al.<sup>62</sup>, (1999), realizaram estudo com o propósito de verificar regionalmente a resistência de união pelo teste de microtração em dentina, sob o efeito de pressão hidrostática ou completa dessecação. Foram obtidos 3 grupos de 6 dentes cada. O G1 foi testado sem a influência da pressão intra-pulpar, enquanto que o G2 recebeu pressão intra-pulpar de 15 cm H<sub>2</sub>O e no G3 a dentina foi seca passando uma noite em aparelho dessecador. Dois sistemas adesivos e uma resina composta foram utilizados para restaurar as superfícies

oclusais: Clearfil Liner Bond II (Kuraray), One Step (Bisco) e a resina composta Clearfil Foto Posterior. Os dentes foram seccionados de forma a serem obtidos fragmentos representativos de cada região: na dentina adjacente à câmara pulpar, na dentina central e na dentina periférica. O G1 apresentou diferenças significativas para o Clearfil Liner Bond II. Os resultados médios obtidos foram de 38,3 MPa na dentina adjacente à câmara pulpar, 42,0 MPa na dentina central e 34,2 MPa na dentina periférica, porém, contrastando com estes achados, o sistema adesivo One Step apresentou na dentina central e periférica, as maiores médias, 48,9 e 42,9 MPa, respectivamente, e na dentina adjacente à câmara pulpar os resultados proporcionaram uma média estatisticamente menor, com 24,0 MPa. Já no G2, para o Clearfil Liner Bond II, ocorreram diferenças significativas nos 3 sítios, tendo sido obtidas médias de 38; 39 e 39 MPa, respectivamente na dentina adjacente à câmara, central e periférica. O One Step apresentou médias similares nas regiões periférica e central, 38 e 39 MPa, respectivamente, mas uma significativa diminuição na região adjacente à câmara pulpar onde foi obtida média de 24,5 MPa. No G3, a resistência de união para ambos os sistemas adesivos foi significativamente menor se comparada aos grupos 1 e 2. Os autores concluem que a umidade intrínseca da dentina pode afetar significativamente a resistência de união, porém a aplicação de pressão hidrostática positiva pouco a influencia.

Prati et al.<sup>65</sup>,(1999), realizaram estudos com o objetivo de avaliar o efeito do hipoclorito de sódio na remoção da camada de dentina

desmineralizada pelo condicionamento ácido e a implicação na morfologia da camada híbrida e da resistência de união. Os sistemas adesivos utilizados neste estudo foram o Optibond FL(Kerr), Prime & Bond 2.0(Dentsply), Scotchbond Multi Uso Plus(3M) e Single Bond(3M). Os autores obtiveram discos de dentina que foram submetidos a quatro diferentes tratamentos, sendo: 1, condicionamento com ácido fosfórico, lavagem e suave secagem com algodão e imediatamente aplicado o adesivo e em seguida restaurado com resina composta Z100(3M); 2, Após o condicionamento ácido e lavagem, foi aplicado jato de ar par secagem e o tratamento da superfície com hipoclorito de sódio a 1,5% durante dois minutos. Em seguida, novamente lavado e seco com algodão e realizada a técnica adesiva e restauração; 3, foi aplicado hipoclorito de sódio a 1,5% durante dois minutos sobre a superfície dentinária sem a remoção da *smear layer* e em seguida adesivado e restaurado; e, 4, as amostras foram condicionadas e em seguida imersas em solução de hipoclorito de sódio a 10% durante 120 horas para remoção completa das fibras colágenas expostas. Findo este período as amostras receberam a aplicação do adesivo e restauração com resina composta. Os resultados obtidos em microscopia eletrônica de varredura mostraram que as fibras colágenas foram completamente removidas pela solução de hipoclorito de sódio tendo sido aumentados significativamente o diâmetro dos túbulos dentinários e os prolongamentos laterais resinosos, mas quando o hipoclorito de sódio foi aplicado diretamente sobre a *smear layer*, não houve modificação significativa na superfície dentinária. O condicionamento com hipoclorito de sódio durante 120 horas promoveu a formação de uma infiltração não usual dos componentes

resinosos na dentina mineralizada, que foi chamada de "camada híbrida reversa" que pode explicar o mecanismo de adesão no substrato tratado com hipoclorito de sódio. Os resultados de resistência de união obtidos, acusaram um aumento significativo da força de adesão quando o sistema adesivo Optibond FL foi utilizado após o tratamento com ácido fosfórico + hipoclorito de sódio em comparação com as amostras que receberam apenas o condicionamento com ácido fosfórico, porém, quando da utilização dos sistemas adesivos Scotchbond Multi Uso e Single Bond, aconteceu significativa diminuição da resistência de união, enquanto que quando utilizado o sistema adesivo Prime & Bond 2.0 não houve alteração significativa. Concluem os autores que as fibras colágenas não são necessariamente importantes para obtenção de uma alta resistência de união em dentina, contudo ainda não é defendida a aplicação de hipoclorito de sódio como agente condicionador da dentina.

Sano et al.<sup>72</sup>, (1999), realizaram estudo in vivo para avaliar a durabilidade da união dentina / adesivo e as modificações que esta interface sofre com o passar do tempo, utilizando um primer autocondicionante. Sob anestesia geral, foram preparadas cavidades em 12 dentes de macacos e restauradas com sistema adesivo Clearfil Liner Bond 2 e resina composta Clearfil Foto Posterior (Kuraray). Os dentes foram extraídos em diferentes tempos: imediatamente; após 180 dias e após 360 dias após a restauração. As amostras foram submetidas ao teste de microtração e apresentaram os seguintes resultados de resistência de união média: restaurações em dentes extraídos imediatamente, 19,0 MPa; extraídos em

180 dias, 18,2 MPa e em 360 dias, 19,9 MPa, não tendo apresentado diferenças estatisticamente significantes entre os períodos estudados. A observação em microscopia eletrônica de varredura mostrou que as amostras testadas aos 180 dias exibiram padrões de fibras colágenas mais porosos com o adesivo se interpondo às mesmas e com áreas de irregularidades superficiais na camada híbrida, o que, com as amostras testadas imediatamente após a realização da restauração aconteceu com menor frequência e intensidade. Os autores complementam afirmando que o estudo demonstrou degradação na interface dentina / adesivo em função do tempo.

Braga et al.<sup>7</sup>, (2000), realizaram estudo comparativo a resistência de união à tração e padrões de falhas obtidos com sistemas adesivos com e sem carga inorgânica, aplicados em dentina de dentes bovinos. Os sistemas adesivos com carga testados foram o Optibond Solo (Kerr), Prime & Bond NT e Prime e Bond NT Dual Cure (Dentsply), e os sistemas adesivos sem carga utilizados foram o Prime & Bond 2.1 (Dentsply) e Single Bond (3 M). O esmalte de 50 dentes foi removido com lixa de granulação 100 e incluídos em cilindros de resina acrílica para, posteriormente, terem a superfície dentinária regularizada com lixas de granulação 600. Os adesivos foram aplicados de acordo com as instruções do fabricante e a resina composta TPH (Dentsply) foi utilizada para restaurar os dentes em três incrementos, totalizando 4 mm de altura, que permitia a apreensão na máquina de ensaios mecânicos. Os resultados mostraram diferenças estatisticamente significantes entre o sistemas adesivos Single Bond

(15,6 MPa) e Prime & Bond NT DC (8,5 MPa) e entre Single Bond e Prime & Bond 2.1 (7,1 MPa). Em relação às probabilidades de falhas, houve indicação de que o sistema adesivo Optibond Solo e Prime & Bond NT (ambos com carga inorgânica) apresentaram performance similar, com 3 falhas adesivas e 7 coesivas em dentina. Os autores concluem que os sistemas adesivos com carga apresentaram uma notável performance quando comparados aos sistemas adesivos sem carga inorgânica, entretanto é compreensível que a contração de polimerização na interface resina / adesivo ocorra livremente minimizando o stress na união e a influência da carga inorgânica pode ser mais evidente em muitas situações que incluam a confecção de preparos cavitários.

Pashley et al.<sup>57</sup>, (2000), desenvolveram um macromodelo da camada desmineralizada da dentina proveniente do condicionamento ácido para determinar se a quantidade de HEMA aplicada para expansão e manutenção das fibras colágenas. Para a realização do trabalho os autores obtiveram cubos de 2 x 2 x 2 mm de dentina de coroas dentárias de molares não irrompidos e recentemente extraídos de paciente jovens. Os cubos de dentina foram mantidos em 100% de HEMA para depois serem imersos em água durante 1 hora sob constante agitação. Após este tratamento os cubos foram desmineralizados em 0,5 M de EDTA durante 10 dias, para posteriormente, ser verificada a quantidade de HEMA remanescente. Os resultados indicaram claramente que o padrão de hibridização da dentina desmineralizada depende da quantidade de HEMA incorporada pela mesma. A dentina desmineralizada e colapsada manteve

pequenas quantidades de monômero, suportando a hipótese de que a presença do HEMA na matriz desmineralizada depende do grau de expansão da matriz e, conseqüentemente, da capacidade de incorporação da substância.

Inoue et al.<sup>36</sup>, (2001), avaliaram a resistência de união proporcionada por 11 sistemas adesivos atuais em dentina, incluindo três de um passo autocondicionantes, 4 de dois passos autocondicionantes e 4 sistemas adesivos que utilizam o condicionamento ácido total. Os sistemas adesivos utilizados no estudo foram o One Up Bond (Tokuyama), Prompt L Pop 2 (ESPE), PQ Universal SE (Ultradent), Clearfil SE Bond (Kuraray), NRC Prime & Bond NT (Dentsply), Unifil Bond (GC), Excite (Vivadent), Optibond Solo Plus (Kerr), PQ Universal TE (Ultradent), Scotchbond (3M) e Optibond FL (Kerr). Os 33 dentes selecionados para o estudo tiveram o esmalte oclusal removido perpendicularmente ao longo eixo do dente a fim de expor a dentina coronária e em seguida os espécimes foram divididos aleatoriamente em 11 grupos de três dentes cada, referentes a cada um dos sistemas adesivos utilizados. Após o procedimento adesivo realizado de acordo com as orientações do fabricante, 4 camadas de resina composta Z100 (3M) foram aplicadas para que fosse construída uma restauração com altura aproximada de 5 a 6 mm. Os espécimes foram então seccionados longitudinalmente para que as amostras fossem obtidas em forma de bastões com diâmetro de 1 mm<sup>2</sup> para que fossem submetidas ao ensaio de microtração. Os resultados obtidos mostraram variação entre 30 MPa para o adesivo de um passo autocondicionante Prompt L Pop 2, até 63,1 MPa, para o

sistema adesivo de três passos Optibond FL. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre os sistemas autocondicionantes de um passo e os de dois passos, mas foi registrada uma tendência de melhores resultados para os de dois passos. O sistema convencional Optibond FL apresentou performance significativamente melhor do que todos os outros sistemas adesivos, porém, apresenta risco de supercondicionamento, uma vez que exige o condicionamento ácido total com ácido fosfórico a 37,5% que produz uma grande espessura de desmineralização. Os autores concluem afirmando que os sistemas adesivos autocondicionantes de um e dois passos e os sistemas adesivos de dois passos com exigência de condicionamento ácido total produzem menor resistência de união, no teste de microtração, do que os sistemas adesivos de três passos com condicionamento ácido total.

Zeng et al.<sup>98</sup>, (2001), realizaram estudo para verificar se o aumento da espessura da linha de adesivo influencia a resistência de união em dentina. Os autores utilizaram 46 dentes molares humanos recém extraídos e seccionados na altura da coroa e perpendicularmente ao longo eixo do dente para remover o esmalte oclusal e, em seguida, foram divididos em 2 grupos, relativos aos sistemas adesivos Single Bond (3 M) e Clearfil Liner Bond 2 V (Kuraray). Discos de vinil com espessura aproximada de 0,2 mm e orifício central eram colocados sobre a superfície a ser restaurada com a finalidade de determinar a quantidade de adesivo aplicado sobre a dentina para, logo após, ser realizada a técnica adesiva e a restauração com resina composta. A espessura da linha de

adesivo e a resistência média obtida no teste de microtração do sistema adesivo Single Bond foram, no G1 > 7,5 micrometros e 34,0 MPa; G2, entre 7,5 e 25 micrometros e 34,7 MPa; G3, entre 45 e 50 micrometros e 30,4 MPa; G4, entre 60 e 85 micrometros e 28,7 MPa; G5, entre 120 e 290 micrometros e 20,3 MPa, G6, entre 300 e 430 micrometros e 11,11 MPa,. No caso do sistema adesivo Clearfil Liner Bond 2 V, o G1, entre 5 e 30 micrometros e 31,4 MPa; G2, entre 150 e 260 micrometros e 34,0 MPa; G3, entre 300 e 470 micrometros e 45,6 MPa; G4, entre 500 e 580 micrometros e 48,7 MPa; G5, entre 700 e 870 micrometros e 56,8 MPa e, finalmente, G6, entre 1100 e 1500 micrometros, 51,7 MPa. Os autores afirmam que este aumento da resistência de união, diretamente proporcional à espessura da linha de adesão, deve ser devido a melhor distribuição do stress durante a aplicação do teste, enquanto que a inversão deste comportamento no grupo do sistema adesivo Single Bond, é devido ao aumento das porosidades dentro da camada de adesivo e separação das fases observada na junção da resina composta e do adesivo.

Spohr et al.<sup>77</sup>, (2001), realizaram estudos para avaliar a resistência de união à tração proporcionada por dois sistemas adesivos simplificados, Single Bond (3 M) e One Coat Bond (Coltène - Whaledent) e dois sistemas adesivos autocondicionantes, Clearfil Liner Bond 2 V (Kuraray) e Etch & Prime 3.0 (Degussa). Trinta e três dentes terceiros molares humanos extraídos antes da erupção foram utilizados neste estudo. Eles tiveram as suas coroas seccionadas na junção cimento - esmalte e em seguida as coroas foram

seccionadas no sentido mésio-distal, obtendo-se uma face vestibular e outra lingual. As faces V e L foram, então, incluídas em cilindro de resina acrílica e então polidas com lixas até a exposição da dentina para, posteriormente serem aplicados os sistemas adesivos conforme orientações dos fabricantes. As restaurações foram confeccionadas com auxílio de uma matriz metálica e em seguida, os corpos de prova foram estocados em água destilada em temperatura de 37° C durante 24 horas antes de serem submetidos ao ensaio de tração e análise do tipo de fratura ocorrida. Os resultados mostraram que a maior média de resistência de união à tração foi obtida com a utilização do sistema adesivo Clearfil Liner Bond 2 V, com valor de 24,8 MPa, estatisticamente maior do que todos os outros sistemas adesivos. O sistema adesivo One Coat Bond promoveu média de 20,4 MPa e o Single Bond 18,1 MPa, sendo similares entre si, enquanto que o sistema adesivo Etch & Prime 3.0 apresentou a menor de todas as médias, 5,8 MPa. O exame dos espécimes sob estereoscopia com aumento de 30 vezes mostrou que o sistema adesivo Etch & Prime 3.0, apresentou 100% de falhas adesivas, enquanto que os outros sistemas adesivos apresentaram falhas adesivas (26%), adesivas/coesivas em resina composta (33%) e adesivas/coesivas em dentina entre 7 e 20%.

Cardoso et al.<sup>12</sup>, (2001), realizaram estudos com o propósito de comparar a resistência de união no teste de microtração de 3 sistemas adesivos com composições similares, testando a hipótese que o sistema adesivo com carga inorgânica poderia proporcionar melhores resultados do que os sem carga. Os

sistemas adesivos utilizados no estudo foram o Prime & Bond 2.1, o Prime & Bond NT, e uma versão experimental deste último adesivo, sem carga, todos do mesmo fabricante, Dentsply. Os resultados obtidos não apresentaram diferenças estatisticamente significantes, porém foi observada uma clara tendência de maior resistência de união para o sistema adesivo Prime & Bond NT (que apresenta carga inorgânica). O valor médio de resistência de união obtida com o sistema adesivo Prime & Bond 2.1 foi de 54,3 MPa, enquanto que o Prime & Bond NT experimental apresentou média de 54,6 MPa. O sistema adesivo Prime & Bond NT teve valores um pouco mais elevados e proporcionou uma média de 62,0 MPa.

Ogata et al.<sup>54</sup>, (2001), investigaram a influência da direção dos túbulos dentinários na resistência de união à tração, pela observação microscópica da interface adesiva, usando os sistemas adesivos Clearfil Liner Bond II, Impreva Fluoro Bond, Single Bond e One Step. Os dentes foram divididos em dois grupos, conforme a orientação dos túbulos dentinários, sendo que o primeiro grupo apresentava orientação perpendicular ao longo eixo do dente, cuja adesão foi realizada na parede oclusal do dente, e o segundo grupo, que apresentava orientação paralela, cuja adesão foi realizada na parede mesial do dente. Os autores concluíram que a maior resistência de união foi obtida na interface onde os túbulos apresentavam orientação perpendicular, afirmando que a direção dos túbulos dentinários é uma variável importante para determinar a resistência de união.

Koibuchi et al.<sup>41</sup>, (2001), realizaram estudo com o propósito de avaliar o efeito da *smear layer* na resistência de união utilizando o sistema adesivo autocondicionantes Clearfil Liner Bond II (Kuraray). As amostras foram divididas em dois grupos, onde no G1, as mesmas foram preparadas com lixas d'água de granulação 180, secas com ar e em seguida realizada a aplicação do sistema adesivo, e, no G2, as amostras receberam o mesmo tratamento após a aplicação da lixa d'água de granulação 600, originando uma superfície polida. Os resultados mostraram que o G1 obteve uma média de resistência de união à tração de 10,0 MPa., enquanto que o G2, apresentou média de 28,5 MPa., sendo considerada diferença estatisticamente significativa. Segundo os autores, estes achados revelam que o preparo da amostra com lixa de granulação 600 para o sistema adesivo Clearfil Liner Bond II produz uma excelente resistência de união à tração e evidenciou que o sistema adesivo autocondicionante pode simplificar em muito os procedimentos de adesão pela utilização da *smear layer* no procedimento.

Montes et al.<sup>46</sup>, (2001), realizaram estudo para verificar a resistência de união à tração proporcionada por um sistema adesivo com carga inorgânica e um sem carga inorgânica, aplicados com uma e duas camadas, associados a 3 resinas compostas de baixa viscosidade. As características morfológicas da interface de união em microscopia eletrônica de varredura também foram avaliadas. Os sistemas adesivos utilizados neste estudo foram o Single Bond (3 M) - sem carga inorgânica - e o Optibond Solo (Kerr) - com carga inorgânica, e as resinas compostas de baixa viscosidade Flow It (Jeneric Pentron),

Protect Liner F (Kuraray) e Z 100 experimental Low Viscosity (3 M). Os dentes bovinos tiveram o esmalte da face vestibular removido e a dentina adjacente foi regularizada com lixas de granulação 600. Todos os 120 dentes foram submetidos a sorteio aleatório para a formação de 6 grupos de 20 dentes cada, sendo que em todos eles foi aplicado o condicionamento ácido e as associações entre sistemas adesivos e resinas compostas de baixa viscosidade. Os resultados médios de resistência de união à tração obtidos variaram entre 7,96 e 7,18 MPa, sendo que a diferença não foi considerada estatisticamente significativa. Quanto à morfologia da interface adesiva, o exame em microscopia eletrônica de varredura mostrou que houve formação de uma evidente camada híbrida por ambos os sistemas adesivos. O Single Bond proporcionou uma camada híbrida de espessura entre 4 e 5 micrometros, longos *tags* resinosos e uma camada de adesivo variando entre 8 e 14 micrometros. O Optibond Solo apresentou camada híbrida de espessura entre 6 e 8 micrometros e as mesmas características de *tags* resinosos constatadas com o sistema adesivo Single Bond, porém a espessura da linha de adesivo variou entre 30 e 50 micrometros. A avaliação dos tipos de falhas mostrou considerável variação entre os grupos, porém a falha mais comum foi a adesiva. Os autores concluem que o uso de resina composta de baixa viscosidade intermediada por sistemas adesivos com ou sem carga inorgânica não apresenta efeitos importantes na resistência de união à tração em dentina, mas tem importante influência nos padrões das fraturas havidas nos teste.

Bouillaguet et al.<sup>5</sup>, (2001), realizaram estudo com o objetivo de comparar a resistência de união ao teste de microtração em dentes bovinos, proporcionada por 2 sistemas adesivos convencionais, Scotchbond Multi Purpose Plus (3 M) e Optibond FL (Kerr); 4 sistemas adesivos simplificados, Prime & Bond NT (Dentsply), Scotchbond 1 (3 M), Excite (Vivadent) e ASBA SCA (La Maison Dentaire) e 2 sistemas adesivos autocondicionantes, Clearfil Liner Bond 2 V (Kuraray) e Prompt L Pop (ESPE). Todos os dentes receberam a aplicação de 3 camadas de 1 mm cada, de resina composta Z 100 (3 M), como restauração. Os dentes foram então, seccionados longitudinalmente proporcionando várias amostras com área adesiva de aproximadamente 1 mm<sup>2</sup>. Os resultados médios de resistência de união obtidos com os sistemas adesivos convencionais foram de 30,3 MPa e 22,4 MPa, para os sistemas adesivos Scotchbond Multi Purpose Plus e Optibond, respectivamente, sendo que o resultado médio proporcionado pelo primeiro foi estatisticamente superior a todos os outros sistemas adesivos. O adesivo simplificado Scotchbond 1 apresentou média de resistência de união de 28,9 MPa, similar a média obtida pelo Prime & Bond NT, com 18,3 MPa e diferente estatisticamente do ASBA SCA, com 14,4 e Excite, com 13,8 MPa. Os sistemas autocondicionantes Clearfil Liner Bond 2 V e Prompt L Pop apresentaram diferenças estatisticamente significantes entre si, sendo a média obtida pelo primeiro igual a 18,9 MPa e pelo segundo de 9,1 MPa. Comparando os resultados obtidos pelo Clearfil contra os resultados do Single Bond, Prime & Bond NT, ASBA e Excite, não foram observadas diferenças estatisticamente significantes. Os padrões de falhas observadas em microscopia eletrônica de

varredura após o teste de microtração apresentaram cerca de 70% de fraturas adesivas (entre dentina e topo da camada do adesivo) e apenas 20% das fraturas foram coesivas em dentina ou resina composta.

*PROPOSIÇÃO*

### *3. Proposição*

O propósito deste estudo é o de avaliar a resistência de união por meio de ensaio de tração, verificar os padrões de fratura obtidos e mensurar a espessura de camada híbrida, em função dos seguintes fatores:

1. Sistemas adesivos (M) em seis níveis:

M1 - Scotchbond Multi Uso (3M ESPE)

M2 - Single Bond (3M ESPE)

M3 - Prime & Bond 2.1 (Dentsply)

M4 - One Coat Bond (Coltène-Whaledent)

M5 - Clearfil SE Bond (Kuraray)

M6 - One Up Bond F (Tokuyama)

2. Substrato dentinário (S) em três níveis:

S1 - Dentina úmida

S2 - Dentina desidratada

S3 - Dentina reumedecida

# *MATERIAL E MÉTODO*

## 4. *Material e Método*

### 4.1. Seleção dos dentes

Para a realização deste trabalho, seguimos orientações contidas na norma ISO/TR 11405/94<sup>37</sup>. Foram utilizados cento e oitenta dentes terceiros molares humanos, pré-selecionados de um universo de duzentos e cinco dentes, extraídos de pacientes jovens por indicação terapêutica. Após a extração, os mesmos foram limpos superficialmente, para remoção de fragmentos de osso, sangue, tecido gengival e fibras periodontais, com o auxílio de curetas periodontais e então, armazenados em frasco de vidro vedado, contendo água, e mantidos em temperatura de 5°C. Para a realização do estudo, os dentes passaram por uma limpeza minuciosa utilizando curetas periodontais tipo McCall e pedra pomes com escova de *nylon* aplicados em torno de bancada a 300 rotações por minuto. Após a limpeza, quando necessário, foi aplicada lixa sof-lex (3M ESPE) de maior granulação, com micro-motor e contra-ângulo, em locais onde ainda remanesciam restos de tecidos moles ou fragmentos ósseos e, novamente, as curetas periodontais tipo McCall nas áreas onde os discos de lixa não tiveram acesso. Em seguida, os dentes foram armazenados em solução de formol a 5%, para posterior utilização.

A seleção dos dentes para o estudo foi realizada levando-se em consideração a qualidade e o tamanho da coroa dental, sendo descartados os dentes não hígidos ou com formato anatômico fora dos padrões aceitos como normais, ou ainda, apresentassem tamanho menor do que 10,0 mm no sentido mesio-distal e 8,0 mm no sentido vestibulo-lingual, por não oferecerem área mínima

para o desenvolvimento do estudo proposto, como verificado previamente na execução do piloto. (Figuras 1 e 2)



FIGURA 1 - Realização da medição da coroa dental no sentido M-D.

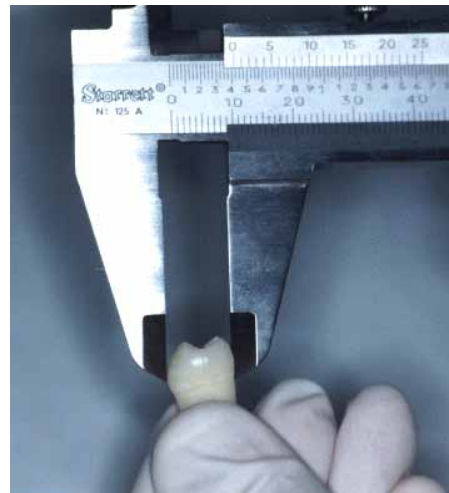


FIGURA 2 - Realização da medição da coroa dental no sentido V-L.

## 4.2. Preparo e inclusão dos dentes

### 4.2.1. Corte dos dentes

Cada um dos dentes foi fixado com godiva de baixa fusão em uma base de madeira, com medidas de 4,5 X 4,5 x 1,0 cm - Figura 3 - para possibilitar a apreensão na máquina de corte Isomet 1000 (Buehler - Lake Bulff, IL) - Figuras 4 e 5 - equipada com disco diamantado de 0,3 mm de espessura. Foi realizada a secção transversal completa da coroa, na altura do 1/3 médio, em velocidade de 300 rotações por minuto.

### 4.2.2. Avaliação da secção transversal dos dentes

As duas partes obtidas pelo corte - Figura 6 - foram removidas da base de madeira e completamente limpas, antes da observação de ambas em

lupa estereoscópica JENA (Carl Zeiss - West Germany) - Figuras 7 e 8 - em aumento de 10 vezes, a fim de confirmar a não exposição da câmara pulpar e inexistência de "ilhas" de esmalte na região seccionada.



FIGURA 3 - Dente fixado na miniplataforma de madeira.



FIGURA 4 - Máquina de corte ISOMET 1000 (Buehler).

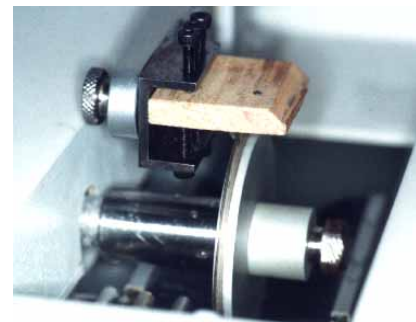
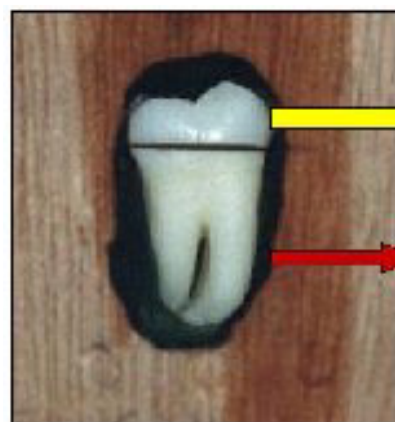


FIGURA 5 - Detalhe do disco diamantado, atuando no corte do dente.



**Fragmento coronário:**  
Teste de espessura de camada híbrida

**Remanescente dental:**  
Teste de Resistência de União à Tração e Padrões de Fratura

FIGURA 6 - Dente já seccionado ainda fixado na miniplataforma.



FIGURA 7 - Lupa estereoscópica JENA - Carl-Zeiss.



FIGURA 8 - Vista ampliada - observação do dente seccionado em lupa.

#### 4.2.3. Inclusão dos remanescentes dentais em cilindros de pvc

Cilindros de 20,0 mm de altura - Figura 9 - foram obtidos de barras de pvc de 25,0 mm de diâmetro, nos quais os fragmentos inferiores (remanescentes dentais), foram incluídos com resina acrílica autopolimerizável, marca Dencôr (Art. Odontol. Clássico). Para isso, o cilindro de pvc foi vedado em uma das extremidades, com lâmina de cera rosa número 7 (Artigos Odontológicos Clássico Ltda) para permitir o preenchimento com a resina acrílica e, posteriormente, a inclusão do remanescente - Figuras 10 e 11 - o qual, para ser centralizado no cilindro de pvc, foi inserido com o auxílio do instrumento centralizador número 1 ou 2, conforme diâmetro da coroa, enquanto o acrílico autopolimerizável ainda estava na fase fluida (Figuras 12 a 14).



FIGURA 9 - cilindro de pvc de 20,0 mm de altura e 25,0 mm de diâmetro.

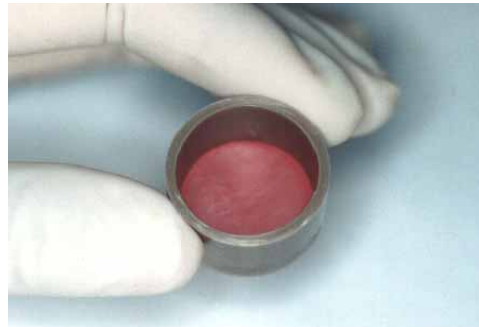


FIGURA 10 - Cilindro de pvc com a extremidade inferior vedada com cera.



FIGURA 11 - Resina acrílica sendo vertida no cilindro de pvc.



FIGURA 12 - Centralizadores n°s 1 e 2.



FIGURA 13 - Inserindo o remanescente dental com auxílio do centralizador.



FIGURA 14 - Vista do remanescente dental incluído na resina acrílica.

#### **4.2.4. Regularização da superfície oclusal e identificação dos conjuntos cilindro/dente e dos fragmentos oclusais**

Após a completa polimerização do acrílico, o conjunto cilindro/dente foi levado à Politriz Circular Mecânica Struers (Panambra Industrial e Técnica S/A - São Paulo), para realizar a regularização da resina acrílica e da superfície oclusal do remanescente dental, incluído (Figura 15). A seqüência de lixas d'água, utilizadas em 600 rotações por minuto, foi 320, 500 e 600, Acqua-Flex (Norton), todas na presença de água corrente. As lixas de granulações 320 e 500 foram utilizadas durante 10 segundos, enquanto que a lixa de granulação 600 foi utilizada durante 20 segundos para regularização final e formação de *smear layer*<sup>41</sup> (Figura 16). Os dentes foram novamente observados na lupa estereoscópica, em aumento de 10 vezes, para verificação de uma possível exposição da câmara pulpar, o que, tendo ocorrido, obrigava a eliminação do conjunto.

Cada conjunto cilindro/dente, recebeu um número de identificação, gravado com fresa de baixa rotação lateralmente, tendo sido seus respectivos fragmentos oclusais (armazenados para o estudo de espessura de camada híbrida), também identificados, por meio de armazenamento dentro de frascos de plástico com água, vedados e numerados externamente com etiquetas auto-adesivas.



FIGURA 15 - Politriz Circular Mecânica Struers -para regularização e uniformização da smear layer.



FIGURA 16 - Aplicação das lixas d'água.

#### 4.2.5. Sorteio aleatório para desenvolvimento da pesquisa

Antes da confecção dos corpos-de-prova, os 180 dentes foram submetidos ao sorteio aleatório, de acordo com a seguinte sistemática. Todos os conjuntos cilindro/dentes foram colocados em um recipiente plástico com capacidade de volume suficiente para que pudessem ser misturados. Foram retirados, um a um, e distribuídos seqüencialmente, em rodadas completas, em seis recipientes, um para cada sistema adesivo a ser testado. No término da primeira rodada, cada recipiente continha um dente, enquanto que, ao término da segunda rodada cada recipiente continha dois dentes e assim sucessivamente, até que ao término da trigésima rodada, cada um dos 6 recipientes continha 30 dentes.

Após esta etapa, cada recipiente de 30 dentes foi submetido a novo sorteio aleatório, sendo alocados novamente, de forma seqüencial, um a um, em 3 subgrupos, utilizando a mesma sistemática citada anteriormente, até que cada subgrupo contivesse 10 dentes cada, referentes a cada uma das condições de substrato dentinário a serem estudadas.

Este procedimento foi adotado para minimizar e diluir as possíveis variações de comportamento, em função da composição e a diferente origem dos dentes, tendo resultado, no final do sorteio, 18 grupos de 10 dentes cada. O Quadro 1 mostra as combinações originadas da distribuição dos materiais (M), referente aos sistemas adesivos, e das condições de substrato dentinário (S).

Quadro 1 - Distribuição em grupos, pelo sorteio aleatório, conforme sistema adesivo (M1 a M6) e condições de substrato dentinário. (S1 a S3).

Material	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6
<b>Substrato</b>						
<b>S 1</b>	M1 S1	M2 S1	M3 S1	M4 S1	M5 S1	M6 S1
<b>S 2</b>	M1 S2	M2 S2	M3 S2	M4 S2	M5 S2	M6 S2
<b>S 3</b>	M1 S3	M2 S3	M3 S3	M4 S3	M5 S3	M6 S3

### 4.3. Materiais utilizados na pesquisa (sistemas adesivos)

Os sistemas adesivos utilizados neste estudo, (Figuras 17 a 22), foram selecionados de forma a contemplar um sistema adesivo convencional, primer e adesivo em frascos separados; três sistemas adesivos simplificados, primer e adesivo no mesmo frasco, sendo dois com diferentes diluentes, água/álcool e acetona, e um sem diluente, e, por último, dois sistemas autocondicionantes, sendo um com primer autocondicionante e o outro, primer/adesivo autocondicionantes.

Na seqüência, as Figuras 17 a 22, mostram as fotografias de cada um dos adesivos utilizados neste estudo e sua classificação, de acordo com as características anteriormente citadas:



FIGURA 17 - M1 - Scotchbond Multi-  
Uso (3 M) - convencional.



FIGURA 18 - M2 - Single  
Bond (3 M) - simplificado -  
água e álcool.



FIGURA 19 - M3 - Prime &  
Bond 2.1 (Dentsply) - simpli-  
ficado - acetona.



FIGURA 20 - M4 - One Coat Bond (Coltene/Whaledent) - simplificado - sem diluente.



FIGURA 21 - M5 - Clearfil SE Bond (Kuraray) -  
autocondicionante - primer autocondicionante.



FIGURA 22 - M6 - One Up Bond F (Tokuyama) -  
autocondicionante - primer/adesivo autocondicio-  
nantes.

No Quadro 2, encontramos a especificação do sistema adesivo e da resina composta, utilizados na confecção das restaurações dos corpos-de-prova.

Quadro 2 - Sistemas adesivos e resina composta utilizados neste estudo.

<i>Material</i>	<i>Sistema Adesivo Fabricante</i>	<i>Resina Composta/Fabricante</i>
<b>M1</b>	Scotchbond Multi Uso - 3 M ESPE (St. Paul, MN)	FILTEK Z 250/3 M ESPE
<b>M2</b>	Single Bond - 3 M ESPE (St. Paul, MN)	FILTEK Z 250/3 M ESPE
<b>M3</b>	Prime & Bond 2.1 - Dentsply (York, PA)	FILTEK Z 250/3 M ESPE
<b>M4</b>	One Coat Bond - Coltene/Whaledent - (Altstätten, Suíça)	FILTEK Z 250/3 M ESPE
<b>M5</b>	Clearfil SE Bond - Kuraray - (Osaka, Japão)	FILTEK Z 250/3 M ESPE
<b>M6</b>	One Up Bond F - Tokuyama - (Tokyo - Japão)	FILTEK Z 250/3 M ESPE

#### 4.4. Condições de substrato dentinário

As condições de substrato dentinário, obtidas para a realização deste estudo, variaram entre S1, S2 e S3, sendo que S1, correspondia a condição de substrato úmido. O substrato S2, foi obtido pela desidratação da dentina e o substrato S3, pelo reumedecimento da dentina, com solução de digluconato de clorexedine a 2 %, depois da sua desidratação com ar comprimido.

No Quadro 3, encontramos a descrição de cada um dos tipos de substrato dentinários utilizados neste estudo, bem como as condições a que os mesmos foram submetidos.

Quadro 3 - Condições de substrato dentinário, nomeadas S1, S2 e S3 e descrição sumária da técnica utilizada.

Substrato	Descrição
<b>S1 - dentina úmida</b>	Utilização do sistema adesivo, conforme orientações do fabricante, sobre substrato dentinário em condições de umidade normal.
<b>S2 - dentina desidratada</b>	Desidratação da dentina pela aplicação de jato de ar*, após a lavagem do ácido fosfórico 37% durante 10 segundos. Continuação da seqüência adesiva recomendada pelo fabricante.
<b>S3 - dentina reumedecida</b>	Desidratação e, posteriormente, reumedecimento da dentina com digluconato de clorexedine a 2% (Cav-Clean - Dentsply) - Figura 24 -, durante 1 minuto e, em seguida, secagem com papel absorvente. Continuação da técnica adesiva recomendada pelo fabricante

\* Proveniente da seringa tríplice, isento de óleo e umidade, durante 20 segundos, à uma distância de 10,0 mm da superfície dentinária, padronizada com instrumento distanciador, e com pressão de 40 Lb/Pol<sup>2</sup>. (Figura 23)



FIGURA 23 - Seringa tríplice utilizada para a desidratação tendo sua pressão aferida por manômetro.



FIGURA 24 - Solução de digluconato de clorexedine 2% (Cav-Clean - Dentsply).

Cada uma das condições de estudo, relacionadas com material e substrato, foi nomeada seqüencialmente como Grupos (G) 1 a 18. O Quadro 4, apresenta a designação final dos diferentes grupos, tanto para o teste de resistência de união à tração, quanto para a mensuração da espessura de camada híbrida.

Quadro 4 - Designação dos grupos (G) em função de material e substrato.

Substrato	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>
<b>M1 - SBMU</b>	<b>G 1</b> M1S1	<b>G 2</b> M1S2	<b>G 3</b> M1S3
<b>M2 - SB</b>	<b>G 4</b> M2S1	<b>G 5</b> M2S2	<b>G 6</b> M2S3
<b>M3 - P&amp;B 2.1</b>	<b>G 7</b> M3S1	<b>G 8</b> M3S2	<b>G 9</b> M3S3
<b>M4 - OCB</b>	<b>G 10</b> M4S1	<b>G 11</b> M4S2	<b>G 12</b> M4S3
<b>M5 - CSEB</b>	<b>G 13</b> M5S1	<b>G 14</b> M5S2	<b>G 15</b> M5S3
<b>M6 - OUBF</b>	<b>G 16</b> M6S1	<b>G 17</b> M6S2	<b>G 18</b> M6S3

É necessário ressaltar que os grupos relacionados aos substratos S2 e S3, apresentaram apenas a variação descrita no Quadro 3 - referente ao condicionamento ácido, para permitir a desidratação (S2) e a desidratação/reumedecimento (S3) - tendo sido, os demais passos de aplicação do sistema adesivo, realizados conforme recomendado pelo fabricante. Ainda, quando da utilização dos sistemas adesivos autocondicionantes (M5 e M6), no substrato S1 (dentina úmida), a dentina não recebeu condicionamento com ácido fosfórico, previamente, porém, nos demais substratos (S2 e S3), ele foi realizado.

## 4.5. Teste de resistência de união à tração

Para realização deste teste, restaurações de resina composta foram confeccionadas sobre a área de adesão em dentina, com os materiais, condições de substrato dentinário e técnicas já descritas anteriormente.

### 4.5.1. Realização das técnicas adesivas nos remanescentes dentais

Para que o condicionamento ácido e a aplicação do adesivo fossem realizados na área onde haveria a construção do corpo-de-prova, uma etiqueta gomada, com diâmetro de 25,4 mm (Pimaco Autoadesivos Ltda - Rio de Janeiro), provida de um orifício central, foi aderida sobre o conjunto, de forma a deixar exposta a apenas área de interesse para a adesão - 4,0 mm. (Figuras 25 e 26).

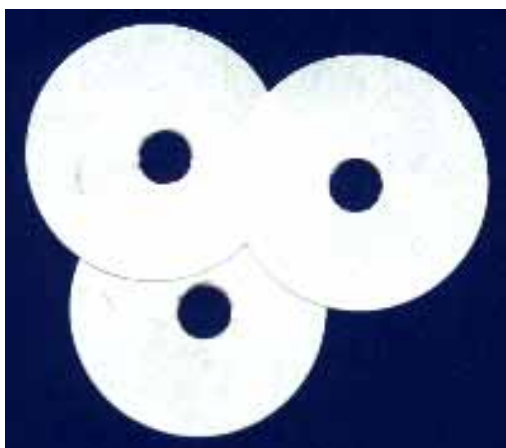


FIGURA 25 - Etiquetas auto-adesivas.



FIGURA 26 - Etiqueta aderida ao conjunto.

As Figuras 27 a 34, ilustram as técnicas adesivas realizadas. As legendas identificam as diferenças nas técnicas, conforme substrato e material e a técnica de aplicação dos adesivos pode ser encontrada nos Apêndices 7 a 12.

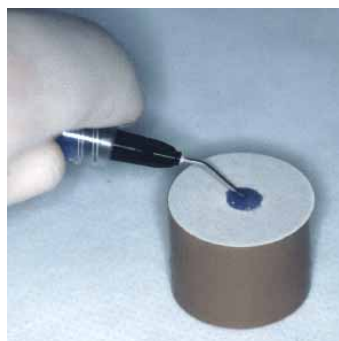


FIGURA 27 - Aplicação do ácido fosfórico a 37%.  
Exceto M5S1 e M6S1.

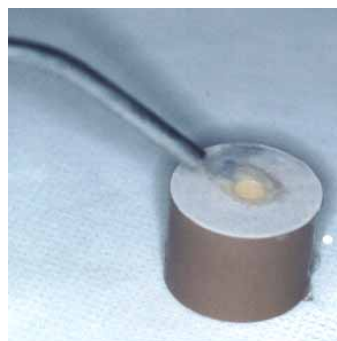


FIGURA 28 - Spray ar/água durante 10 segundos,  
para lavar. Exceto M5S1 e M6S1.

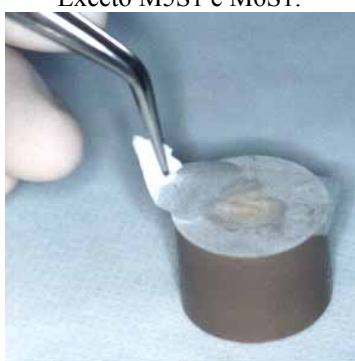


FIGURA 29 - Secagem com papel absorvente. Para  
as técnicas com substrato S1, exceto M5S1 e M6S1.



FIGURA 30 - Desidratação da dentina condiciona-  
da com ácido fosfórico 37%. O distanciador padro-  
nizava a distância de aplicação do ar em 10,0 mm.  
Somente as técnicas com substratos S2 e S3.



FIGURA 31 - Reumedecimento da dentina com  
digluconato de clorexedine a 2%. Somente as técni-  
cas com substrato S3.

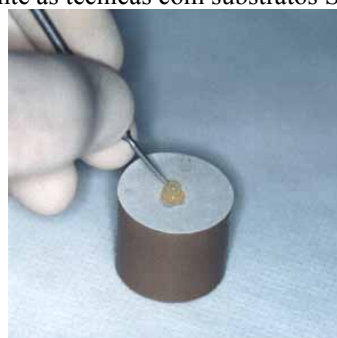


FIGURA 32 - Aplicação do adesivo ou pri-  
mer/adesivo, conforme recomendações do fabrican-  
te. Todas as técnicas.



FIGURA 33 - Fotopolimerizador KM 200 R.



FIGURA 34 - Fotopolimerização do adesivo.

A ponta do fotopolimerizador KM 200R (D.M.C. Equipamentos Ltda - São Carlos), foi mantida a 10,0 mm da superfície dentinária para a fotopolimerização do adesivo, por meio do dispositivo distanciador, conforme visto na Figura 34.

#### **4.5.2. Confeção das restaurações de resina composta**

Após a realização de cada uma das técnicas adesivas, nas diferentes condições de substrato dentinário (S1, S2 e S3), foram confeccionadas restaurações de resina composta Filtek Z 250. Para tanto, uma matriz metálica foi especialmente projetada, com as seguintes características básicas:

1. Matriz de aço com diâmetro total de 25,0 mm;
2. Altura da parte útil da matriz de 5,0 mm;
3. Bipartida;
4. Suportada por anel com 1,0 mm de altura, parafusado.

As restaurações obtidas com esta matriz apresentavam as seguintes características:

1. Forma cilindro-cônica;
2. Altura total de 5,0 mm
3. Diâmetro da base de adesão de 4,0 mm (base menor);
4. Diâmetro da base maior de 6,0 mm;
5. Altura da porção cilindro de 2,0 mm;
6. Altura da porção cone de 3,0 mm.

As Figuras 35 e 36, apresentam uma vista da matriz metálica bi-partida montada e da mesma matriz, desmontada.

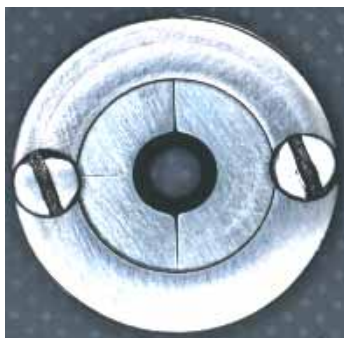


FIGURA 35 - Matriz metálica montada. FIGURA 36 - Matriz metálica desmontada. - duas hemipartes, anel e parafusos.

Após a montagem da matriz, a mesma foi colocada sobre o conjunto cilindro/dente, sendo naturalmente centralizada, exatamente sobre a área adesivada, por meio de uma da cinta de união, tipo abraçadeira. Tanto matriz metálica (diâmetro externo) quanto conjunto cilindro/dente, foram confeccionados com 25,0 mm e a cinta de união tipo abraçadeira promovia fixação e justaposição do conjunto ao ser ajustada, pelo seu parafuso de fenda, sobre corredeira.



FIGURA 37 - Conjunto montado.

Uma vez que a matriz metálica estivesse justaposta ao cilindro de pvc e, o dente, por sua vez, tivesse sido inserido neste cilindro com o auxílio dos centralizadores números 1 ou 2, todos os elementos do conjunto coincidiam os seus centros, justamente com o centro do fragmento dental - área que recebeu a aplicação do adesivo - exposto pelo orifício da etiqueta auto-adesiva, onde foram confeccionadas as restaurações de resina composta (Figura 37).

A restauração, em forma cilindro-cônica, foi confeccionada em quatro incrementos, posicionados no interior da matriz, de forma que a luz do fotopolimerizador fosse distribuída por toda a superfície. Cada incremento foi cuidadosamente adaptado à superfície do incremento anterior e posicionado diagonalmente, de forma a permitir boa adaptação às paredes internas da matriz e ao incremento anterior, com auxílio de espátulas para resina Liflex, pela sua extremidade rígida.- Figuras 38 a 42 - e fotopolimerizado durante 20 segundos, conforme orientações do fabricante da resina composta. A distância da ponta do aparelho fotopolimerizador, até cada um dos incrementos, foi determinada pela base superior da matriz, onde repousava a ponta do aparelho durante a fotopolimerização, assim, sobre o primeiro incremento de resina composta, a ponta do fotopolimerizador estava à uma distância de aproximadamente 4,0 mm, enquanto que, o último incremento foi fotopolimerizado com a ponta do fotopolimerizador em contato com a resina composta. A ilustração a seguir (Figura 38), mostra a disposição dos incrementos de resina composta, desde a primeira até a última camada.

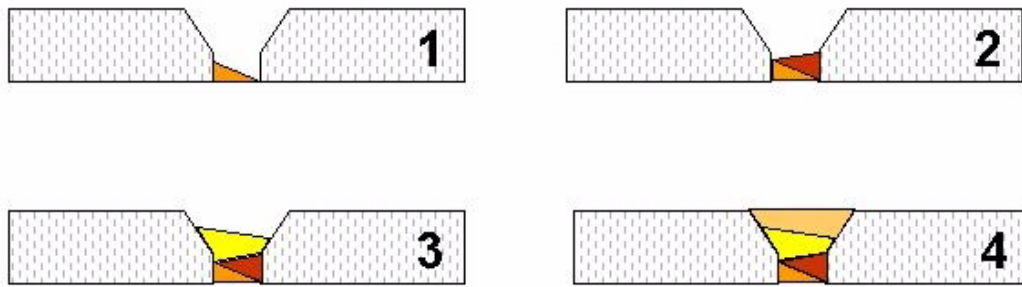


FIGURA 38 - Inserção da resina composta no interior da matriz metálica, em 4 incrementos. Cada cor representa um incremento.



FIGURA 39 - Primeiro incremento de resina composta sendo aplicado.



FIGURA 40 - Fotopolimerizando o primeiro incremento.



FIGURA 41 - Último incremento de resina composta sendo aplicado.



FIGURA 42 - Fotopolimerização do último incremento de resina composta.

Concluída a inserção e fotopolimerização dos incrementos de resina composta, foi procedida a imediata remoção da abraçadeira e, em seguida, da matriz metálica, sendo afrouxados e removidos, primeiramente os parafusos e o anel de sustentação da matriz, tomando o cuidado para mantê-la em firme contenção, com apreensão dígito-palmar, a fim de evitar a indução de tensões sobre a restauração e interface adesiva. A remoção da matriz, foi realizada com tracionamento horizontal, manual e simultâneo, dos dois hemidiscos metálicos.

#### **4.5.3. Análise dos corpos-de-prova**

Após a remoção completa da matriz, os corpos-de-prova foram novamente analisados com lupa, em aumento de dez vezes, para verificar quaisquer problemas na linha de adesão entre dente e restauração, bem como a superfície da restauração de resina composta, a fim de detectar qualquer falha ou bolha existente. As falhas, quando detectadas, exigiam a eliminação do corpo-de-prova do estudo. Ao final dos exames, foi necessário confeccionar 6 novas restaurações, que foram realizadas depois de nova aplicação da seqüência de lixas em politriz, conforme já descrito anteriormente.

Realizada a análise dos corpos-de-prova, os mesmos foram mantidos em água à temperatura ambiente, durante 24 horas, após o que, foi realizada a ciclagem térmica.

As Figuras 43 e 44, mostram uma vista superior e uma vista lateral, do corpo-de-prova. Observe a forma cilindro-cônica da restauração de resina composta.



FIGURA 43 - Vista superior do corpo-de-prova.



FIGURA 44 - Vista lateral do corpo-de-prova.

#### 4.5.4. Ciclagem térmica dos corpos-de-prova

Os corpos-de-prova foram submetidos a termociclagem em temperaturas de 5°C a 60° C, por 550 ciclos, na máquina de termociclagem Ética (Ética Equipamentos Científicos S/A - São Paulo) - Figura 45 - e, em seguida, novamente armazenados na água, em temperatura ambiente, até o momento da realização do teste.



FIGURA 45 - Máquina de termociclagem Ética.

#### 4.5.5. Ensaio de resistência de união à tração

Para a realização deste ensaio, foi projetado e desenvolvido um dispositivo bi-articulado e desmontável, para apreensão do corpo-de-prova e fixação do conjunto, na célula de tração de 1 KN, da máquina de ensaios mecânicos MTS 810 (Material Test System - Minneapolis, MN). O dispositivo desenvolvido foi composto por quatro partes:

- **Tracionador articulado com pinça de apreensão** - Por ação da máquina de ensaios, efetua o deslocamento do conjunto tracionador/pinça de apreensão, até a fratura da união da restauração com o remanescente dental;
- **Pinça de apreensão** (duas hemipartes) - para fixação e tracionamento da restauração cilindro-cônica;
- **Luva de segurança** - evita o deslocamento do remanescente dental dentro do cilindro de acrílico;
- **Suporte de tração articulado** - Fixado na base da máquina de ensaios mecânicos. Mantém o corpo-de-prova imóvel enquanto é submetido à tração.

As Figuras 46 a 49, mostram cada uma das quatro partes, enquanto que a Figura 50, mostra todo o dispositivo desmontado. As Figuras 51 e 52, mostram a máquina de ensaios mecânicos MTS 810 - Material Test System - e todo o

dispositivo já instalado, respectivamente, bem como o corpo-de-prova rompido em sua união com o remanescente dental, pela ação do teste.



FIGURA 46 - Tracionador articulado com pinça de apreensão instalada.



FIGURA 47 - Pinça de apreensão. Duas hemipartes - vista externa e interna, respectivamente.



FIGURA 48 - Luva de segurança.



FIGURA 49 - Suporte de tração articulado.

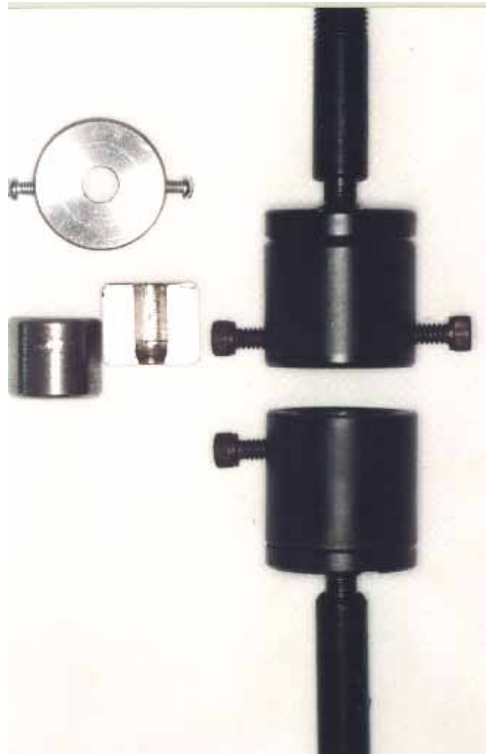


FIGURA 50 - Partes componentes do dispositivo.



FIGURA 51 - MTS 810 - Material Test System e dispositivo de tração - detalhe em amarelo.



FIGURA 52 - Dispositivo instalado na MTS 810, pronto para a aplicação do teste. No detalhe superior esquerdo, a seta aponta a fratura.

A resistência de união obtida no teste de tração, corresponde ao resultado da divisão da força aplicada pela área de união dente/resina composta. O cálculo foi realizado automaticamente pelo *software* Test Works 4 (MTS) - Figura 53 - alimentado pelos dados, previamente carregados para realização do teste e os dados provenientes da máquina de ensaios, quando da realização de cada teste, à uma velocidade de 2,0 mm por minuto.

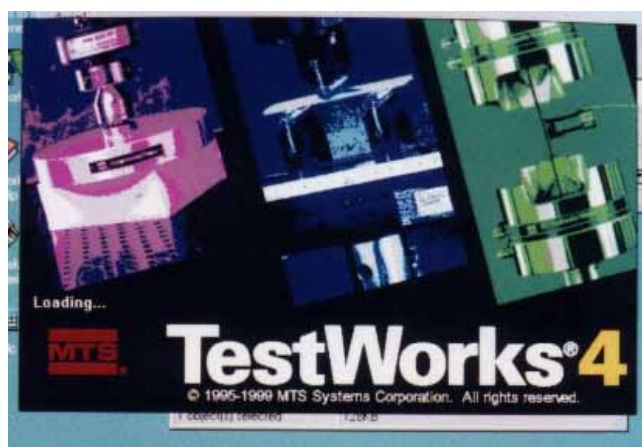


FIGURA 53 - Tela de abertura do *software* "Test Works 4".

Ao ser iniciada a aplicação da força de tração, a máquina passava a registrar o percurso da pinça de apreensão e a força aplicada, até a ruptura da união, momento em que o *software* Test Works 4 interrompia o teste, processava e fornecia os dados referentes a de ruptura, em Newtons e Megapascals, de acordo com a medida da área adesivada, em milímetros, que havia sido informada previamente ao programa.

#### 4.5.6. Exame dos tipos de fraturas

Após a ocorrência das fraturas, os corpos-de-prova foram examinados em lupa estereoscópica JENA, em aumento de 10 vezes, para a avaliação e classificação do tipo de fratura ocorrida.

FA= Falha adesiva; fratura ocorrida na linha de adesão

FC= Falha coesiva, fratura ocorrida na resina composta ou dentina

FM= Falha mista; fratura ocorrida em resina composta ou dentina e linha de adesão.

Posteriormente, foram obtidas fotografias em aumento de 50 vezes das regiões observadas, para ilustração de cada um dos tipos de fraturas ocorridos, com a utilização de um microscópio óptico modelo Leica DMR - West Germany -, acoplado a estação de captura e análise de imagem com *software* Leica-Qwin.

## 4.6. Mensuração da espessura de camada híbrida

Para a obtenção da medida de espessura de camada híbrida, foram utilizados os 180 fragmentos obtidos pelo seccionamento do 1/3 médio da coroa dental, realizando-se as mesmas técnicas e utilizando os mesmos materiais citados na descrição do teste anterior. Cada um dos dezoito grupos, referentes aos sistemas adesivos e as três condições de substrato dentinário, foi obtido dos fragmentos correspondentes àqueles anteriormente submetidos ao sorteio aleatório, assim possibilitando que houvesse uma comparação entre a resistência de união à tração e a espessura de camada híbrida obtida no mesmo dente.

### 4.6.1. Preparo dos fragmentos oclusais para as técnicas adesivas

O preparo da superfície dentinária para a aplicação das técnicas adesivas foi iniciado com o polimento da superfície, com lixas d'água

A seqüência de lixas d'água utilizadas em 600 rotações por minuto foi 320, 500 e 600, Acqua-Flex (Norton), todas na presença de água corrente. As lixas de granulações 320 e 500 foram utilizadas durante 10 segundos, enquanto que a lixa de granulação 600 foi utilizada durante 20 segundos realizando 1/4 de volta a cada 5 segundos, para regularização final da superfície e formação de *smear layer*. Todos os fragmentos coronários foram fixados em bastão de godiva de baixa fusão para permitir melhor controle da uniformidade de desgaste e polimento, durante a aplicação das lixas. Tal cuidado foi necessário pois o fragmento, que apresentava pequenas dimensões, necessitava ser apreendido uniformemente para

que sua superfície, por ação das lixas em politriz, apresentasse desgaste e polimento uniformes.

#### **4.6.2. Realização das técnicas adesivas**

Cada um dos fragmentos dentais foi fixado, com godiva de baixa fusão, em miniplataformas de madeira com dimensões de 4,5 X 4,5 X 1,0 cm, para facilitar a manipulação, execução das técnicas adesivas e inserção da resina composta sobre o lado interno do fragmento, ou seja, sobre dentina. Como foi respeitada a classificação obtida no sorteio aleatório, os fragmentos oclusais sempre receberam a técnica adesiva executada no seu correspondente, preparado para o ensaio de resistência de união à tração.

Cada um dos fragmentos recebeu o devido tratamento do substrato dentinário, de acordo com as técnicas e sistemas adesivos aplicados, para posteriormente, receberem a restauração de resina composta Filtek Z 250.

As Figuras 54 a 59 ilustram a seqüência técnica de preparo do substrato dentinário e aplicação dos sistemas adesivos. A fotopolimerização do adesivo, bem como da resina composta, foi realizada com a utilização de um dispositivo distanciador - Figura 60 - que permitia a uniformização da distância entre a ponta do aparelho e a superfície do dente, sempre a 10,0 mm. As legendas identificam as diferentes aplicações, sendo as técnicas definidas de acordo com o substrato dentinário e o sistema adesivo utilizado.

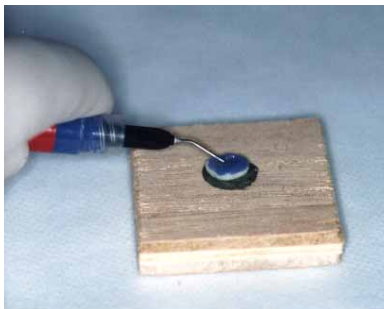


FIGURA 54 - Aplicação do ácido fosfórico a 37%, durante 20 segundos. Exceto M5S1 e M6S1.

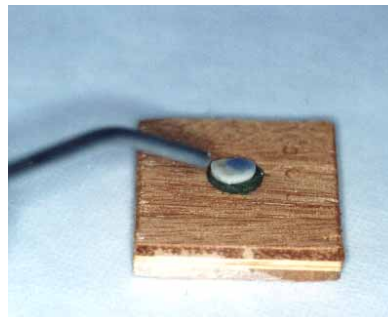


FIGURA 55 - Spray ar/água durante 10 segundos para lavar. Exceto M5S1 e M6S1.



FIGURA 56 - Secagem com papel absorvente. Para as técnicas com substrato S1, exceto M5S1 e M6S1.

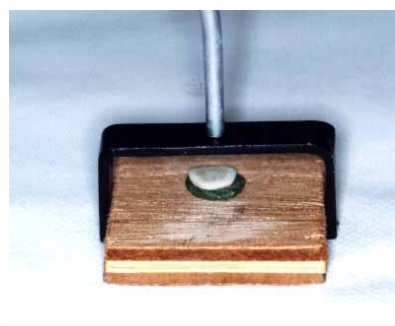


FIGURA 57 - Desidratação da dentina condicionada com ácido fosfórico 37%. O distanciador padronizava a distância de aplicação do ar em 10,0 mm. Somente as técnicas com substratos S2 e S3.



FIGURA 58 - Reumidificação da dentina com di-gluconato de clorexedine 2%. Somente as técnicas com substratos S3.



FIGURA 59 - Aplicação do adesivo ou primer/adesivo, conforme recomendações do fabricante. Todas as técnicas.



FIGURA 60 - Fotopolimerização do sistema adesivo com utilização do dispositivo distanciador.

### 4.6.3. Aplicação dos incrementos de resina composta

Após a realização das técnicas adesivas, foram aplicados dois incrementos de 1,0 mm de espessura cada, sobre o fragmento dental, espessura esta verificada com o auxílio de sonda odontológica milimetrada. Cada um dos incrementos de resina composta foi fotopolimerizado durante 20 segundos, com o auxílio do aparelho distanciador, tendo sido então, a primeira camada, fotopolimerizada a 9,0 mm da ponta do aparelho e a segunda camada, a 8,0 mm. As Figuras 61 a 64 ilustram a seqüência realizada.



FIGURA 61 - Aplicando os incrementos de resina composta.



FIGURA 62 - Primeiro incremento visto pelo orifício de polimerização do distanciador.



FIGURA 63 - Fotopolimerização da resina composta com a utilização do distanciador.



FIGURA 64 - Restauração de resina composta pronta.

#### 4.6.4. Preparo das amostras para exame em microscopia eletrônica de varredura

##### 4.6.4.1. Inclusão dos fragmentos em resina acrílica e corte

Os fragmentos restaurados foram removidos das miniplataformas e armazenados, durante 24 horas, em frascos individuais com água destilada à temperatura ambiente e identificados pelos números previamente atribuídos por ocasião do sorteio aleatório. Após este período, eles foram envolvidos em resina acrílica autopolimerizável cor rosa JET (Art. Odontol. Clássico Ltda - São Paulo) com o auxílio de cilindros de plástico, onde se introduziu o corpo-de-prova antes do preenchimento com a resina acrílica. Após a completa polimerização da resina, os cilindros de plástico foram removidos e, do corpo-de-prova, foi obtida uma fatia de 2,0 mm, exatamente de seu centro, com a máquina de corte ISOMET 1000 e disco diamantado de 0,3 mm de espessura a 300 rotações por minuto. (Figuras 65 a 67)



FIGURA 65 - Fragmento incluído.



FIGURA 66 - Resina acrílica revestindo o fragmento. As marcas em grafite representam o local da secção de 2 mm.



FIGURA 67 - Várias secções.

Cada uma das seções obtidas foi identificada com o respectivo número, com fresa nº 329 (KG Sorensen), no lado oposto ao de interesse para a observação em microscopia eletrônica de varredura, sendo em seguida, iniciado o procedimento de polimento seqüencial.

#### 4.6.4.2. Polimento seqüencial e limpeza das amostras

Para a realização do polimento - Figuras 68 e 69 -, novamente um bastão de godiva de baixa fusão foi utilizado, fixando os corpos-de-prova pelo lado da identificação e, conseqüentemente, deixando livre o lado de interesse para a microscopia, onde foram aplicadas as lixas d'água.

Lixa granulação 500: Em politriz circular mecânica, com pressão moderada, durante 5 segundos;

Lixa granulação 600: Em politriz circular mecânica, com pressão moderada, durante 20 segundos;

Lixas Granulações 1000, 1200, 1500, 2000 e 1800/2400: Em politriz circular mecânica, com pressão moderada, durante 40 segundos com giro do bastão de 1/4 de volta a cada 10 segundos.



FIGURA 68 - Aplicação da seqüência de lixas em politriz circular mecânica.



FIGURA 69 - Corpo-de-prova após o polimento.

Removidos dos bastões de godiva de baixa fusão, os corpos-de-prova foram submetidos ao spray ar/água durante 20 segundos, para remoção superficial das partículas provenientes do polimento. A limpeza completa das superfícies de interesse microscópico, foi realizada com a aplicação de ácido fosfórico 40% (Dentsply), na forma líquida, durante 15 segundos, com pincelamento constante da superfície e, em seguida, novamente foi realizada a limpeza com spray ar/água durante 20 segundos. As partículas que, por ventura permaneceram na superfície da amostra, foram removidas com aplicação de ultra-som em cuba Soniclean (Transtek Systems - DMC - São Carlos), durante 10 minutos (Figura 70).



FIGURA 70 - Cuba Soniclean - limpeza final das amostras.

#### 4.6.4.3. Processo de metalização



FIGURA 71 - Aparelho de metalização SCD 050 - Sputter Coater.



FIGURA 72 - Corpos-de-prova metalizados.

Após o período de 24 horas os corpos-de-prova foram levados ao aparelho de metalização SCD 050 Sputter Coater (BAL-TEC S/A - Tokyo, Japão) - Figura 71 - que, pela formação de vácuo, promove a secagem e limpeza superficial do corpo-de-prova e, posteriormente, a pulverização de ouro sobre sua superfície, durante 120 segundos, proporcionando uma película de espessura estimada em 20 a 40 nanômetros (Figura 72).

O processo de metalização, é necessário para a observação de materiais não metálicos em microscopia eletrônica de varredura, pois sem este artifício não há condução elétrica sobre a superfície a ser observada, com a qual é formada a imagem.

#### **4.6.5. Microscopia eletrônica de varredura e tomadas fotográficas**

Os corpos-de-prova foram levados ao microscópio eletrônico de varredura JSM-T 330 A (JEOL LTD. - Tokyo, Japão) - Figura 73 - em grupos de dez, fixados em plataforma metálica e então, observados. A escolha do local para tomada fotográfica, foi feita tendo-se por base uma amostra representativa do todo, previamente observado em aumento de 500 vezes e, quando selecionada a área para fotografia, esta tinha aumentada a aproximação para aumento de 1000 vezes, quando se obtida a fotografia do centro desta área, com equipamento fotográfico acoplado ao microscópio eletrônico e filme Across Neopan 100 (Fuji Co.- Tokyo, Japão). O processo de revelação e cópia em papel fotográfico foi realizado manualmente, proporcionando melhor controle de contrastes. Ao final do processo, foram obtidas cópias em tamanho 12 X 9 cm.



FIGURA 73 - Microscópio eletrônico JSM-T 330 A - JEOL.

#### 4.6.6. Digitalização da fotografia e mensuração da camada híbrida

Cada amostra foi fotografada uma vez e as 180 fotografias resultantes, foram digitalizadas e salvas em formato compactado JPEG, para permitir a mensuração da camada híbrida em computador, com o *software Image Tool 2.00* (*University of Texas Health Science Center in San Antonio*) - Figura 74 - que é um aplicativo de ambiente Windows (*Microsoft Co.*) para trabalhar imagens.



FIGURA 74 - Tela de abertura do *software Image Tool 2.00*.

Este *software* permite que uma figura (fotografia) digitalizada e armazenada como arquivo JPEG ou TIFF tenha, através de sua ferramenta de medição, mensurada qualquer área ou região a partir de uma medida previamente conhecida, que neste caso, foi fornecida pela barra de escala fotográfica, na própria fotografia.

Após a digitalização da imagem fotográfica, um gabarito eletrônico foi confeccionado e colado eletronicamente sobre a mesma, exatamente no seu centro, conseqüentemente sempre incluindo a região hibridizada, para fornecer parâmetros de execução de cinco medidas, que deste modo, foram realizadas sempre à mesma distância uma da outra em todas as fotografias. (Figura 75)

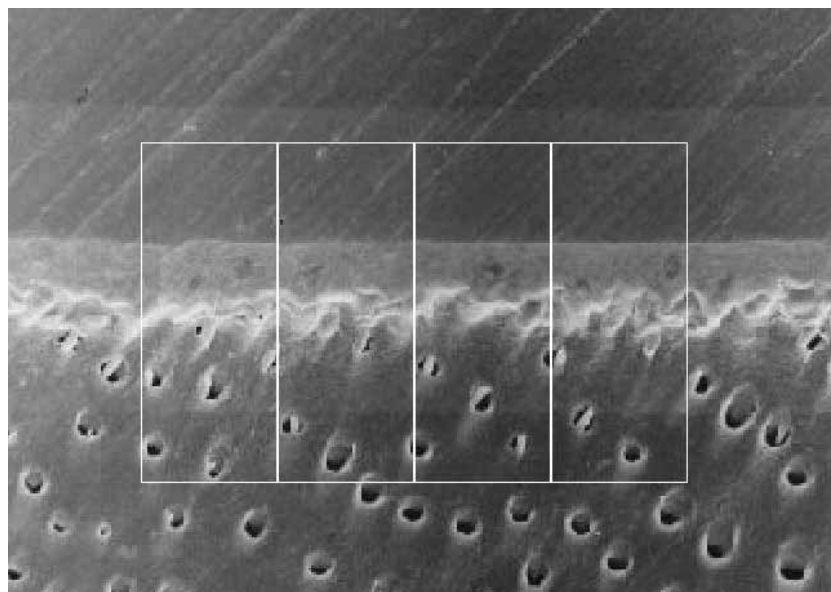


FIGURA 75 - Fotografia obtida em MEV com o gabarito eletrônico "colado" no centro - cada uma das linhas verticais corresponde a um local de medição.

Selecionados os locais de medição com o cursor eletrônico, o *software Image Tool 2.00*, automaticamente realizava o cálculo da distância de-

marcada, bem como a média e o desvio padrão, apresentando-os em arquivos separados, para cada uma das imagens.

Os dados coletados nos estudos de resistência à tração e da espessura de camada híbrida foram submetidos à análise de variância, teste de Tukey e testes complementares.

## *RESULTADOS*

Os resultados obtidos neste trabalho estão apresentados logo adiante, antes, porém, serão realizadas algumas considerações preliminares sobre a análise estatística utilizada.

Neste trabalho, foi utilizada a análise de variância de dois fatores: o fator sistema adesivo ou material, com seis níveis representando os sistemas adesivos (Scotchbond Multi Uso, Single Bond, Prime & Bond 2.1, One Coat Bond, Clearfil SE Bond e One Up Bond F), e o fator condições do substrato dentinário, com três níveis (úmida, desidratada e reumidificada), para avaliar seus efeitos sobre a resistência de união à tração, em MPa e sobre a espessura de camada híbrida, em micrometros. Há, portanto, dezoito grupos experimentais em cada teste, cada um deles com 10 corpos-de-prova. Pela análise de variância foram testadas três hipóteses: uma de que não há efeito do tipo de material na média de resistência de união à tração e espessura de camada híbrida, ou em outras palavras, a hipótese de que não há diferença na resistência de união à tração e espessura de camada híbrida média entre os seis sistemas em estudo; uma segunda hipótese de que não há efeito do tipo de tratamento da dentina sobre a resistência de união à tração e espessura de camada híbrida e uma terceira de que não há interação do tipo de material e do tipo de tratamento da dentina sobre a resistência de união à tração e espessura de camada híbrida. Quando a análise de variância indicou a rejeição da hipótese sendo testada, foram realizadas comparações múltiplas pelo teste de Tukey para identificar as médias diferentes. Adotou-se o nível de 5% de significância como regra de decisão para considerar um efeito significativo ou uma diferença de médias significativa.

A análise de variância pressupõe que os dados dos grupos experimentais sejam independentes e que as populações que os originaram tenham distribuição normal com mesma variância (ou desvio padrão). Foram empregados os testes de Shapiro-Wilk e de Levene, respectivamente, para testar a normalidade e a homogeneidade de variância, ambos ao nível de 5% de significância. Esses testes podem ser realizados sobre os erros aleatórios associados às medidas de resistência de união e, no presente caso, o erro é estimado pela diferença entre a medida de resistência e a resistência média do grupo ao qual a medida pertence. Essa estimativa do erro chama-se resíduo. A pressuposição de homogeneidade de variância se refere agora aos resíduos relativos aos dados dos diversos grupos experimentais. Esses resíduos devem ser provenientes de distribuições normais de média zero e variância constante.

O coeficiente de correlação de Pearson foi empregado para avaliar o grau de correlação entre a resistência de união à tração e a espessura de camada híbrida. Esta correlação foi testada ao nível de 5% de significância.

Além disso, utilizaram-se gráficos de médias para a interpretação visual dos resultados. Nestes gráficos foram representados também os intervalos de 95% de confiança para a média populacional.

## 5. Resultados

Podemos observar a seguir as Tabelas 1 a 6, onde são apresentados os valores de resistência de união à tração, em MPa, e de espessura de camada híbrida, em micrometros, obtidos em corpos-de-prova dos seis sistemas adesivos em estudo, combinados com os três tratamentos do substrato dentinário, S1= dentina úmida (padrão), S2= dentina desidratada e S3= dentina reumedecida. As médias e os desvios padrão referentes a cada grupo experimental, também são apresentados. Os dados para cada material são apresentados em tabelas distintas, referindo-se, respectivamente, aos materiais Scotchbond Multi Uso, Single Bond, Prime & Bond 2.1, One Coat Bond, Clearfil SE Bond e One Up Bond F. Os dados experimentais, também estão dispostos nos Gráficos 1 e 2 para a resistência de união à tração e 3 e 4, para a espessura de camada híbrida.

Tabela 1. Valores de resistência de união à tração (RUT), em *MPa.*, e de espessura de camada híbrida (ECH), em  $\mu m$  obtidas com o material **SOCTCHBOND MULTI USO (M1)**, sob três condições experimentais **S1= dentina úmida, S2= dentina desidratada S3= dentina reumedecida.**

Espécimes	S1		S2		S3	
	RUT	ECH	RUT	ECH	RUT	ECH
1	20,63	6,24	10,33	5,24	12,57	4,64
2	24,92	5,96	9,78	3,67	11,42	4,16
3	19,81	3,25	8,32	3,96	9,11	4,49
4	18,07	5,60	5,76	2,50	12,05	2,22
5	13,61	4,02	9,13	1,12	9,28	3,61
6	15,13	4,65	5,79	4,05	15,30	4,71
7	18,93	5,41	6,38	3,69	10,34	5,34
8	19,06	3,84	10,29	3,16	15,00	3,88
9	17,28	4,64	4,54	3,52	14,63	5,83
10	19,66	4,38	9,91	3,40	9,51	4,43
<b>média</b>	<b>18,71</b>	<b>4,80</b>	<b>8,02</b>	<b>3,43</b>	<b>11,92</b>	<b>4,33</b>
<i>desvio padrão</i>	<i>3,09</i>	<i>0,98</i>	<i>2,19</i>	<i>1,07</i>	<i>2,41</i>	<i>0,99</i>

Tabela 2. Valores de resistência de união à tração (RUT), em *MPa.*, e de espessura de camada híbrida (ECH), em  $\mu m$ , obtidas com o material **SINGLE BOND (M2)**, sob três condições experimentais **S1= dentina úmida, S2= dentina desidratada e S3= dentina reumedecida.**

Espécimes	S1		S2		S3	
	RUT	ECH	RUT	ECH	RUT	ECH
1	17,40	5,07	8,14	2,59	7,76	3,79
2	19,49	2,02	4,08	3,00	5,86	1,80
3	14,42	1,72	5,96	2,79	6,12	1,23
4	18,51	1,48	4,42	4,29	5,28	1,39
5	21,19	5,57	5,65	1,30	12,38	4,50
6	22,20	3,43	8,08	1,86	5,13	2,14
7	20,32	4,64	7,32	2,08	15,06	3,73
8	22,62	4,08	3,29	1,94	9,94	1,07
9	18,66	4,65	11,76	1,50	8,79	1,18
10	19,50	5,86	7,74	1,58	12,88	3,79
<b>média</b>	<b>19,43</b>	<b>3,85</b>	<b>6,64</b>	<b>2,29</b>	<b>8,92</b>	<b>2,46</b>
<i>desvio padrão</i>	<i>2,41</i>	<i>1,62</i>	<i>2,50</i>	<i>0,90</i>	<i>3,54</i>	<i>1,34</i>

Tabela 3. Valores de resistência de união à tração (RUT), em *MPa.*, e de espessura de camada híbrida (ECH), em  $\mu\text{m}$ , obtidas com o material PRIME & BOND 2.1 (M3), sob três condições experimentais **S1= dentina úmida, S2= dentina desidratada e S3= dentina reumedecida.**

Espécimes	S1		S2		S3	
	RUT	ECH	RUT	ECH	RUT	ECH
1	18,21	4,90	10,54	3,22	9,93	5,19
2	14,77	4,40	10,58	3,11	14,93	3,16
3	15,52	4,19	10,50	1,87	8,83	1,46
4	21,91	2,69	6,71	4,58	11,77	4,02
5	17,34	4,30	6,63	1,27	9,85	3,63
6	15,19	2,41	4,50	2,55	14,06	2,43
7	15,66	3,48	12,95	3,11	12,47	4,58
8	14,55	4,81	8,20	4,81	14,20	2,40
9	23,86	4,21	10,65	2,50	11,54	3,14
10	17,47	2,80	5,06	3,74	9,32	4,64
<b>média</b>	<b>17,45</b>	<b>3,82</b>	<b>8,63</b>	<b>3,08</b>	<b>11,69</b>	<b>3,47</b>
<i>desvio padrão</i>	<i>3,15</i>	<i>0,91</i>	<i>2,82</i>	<i>1,11</i>	<i>2,19</i>	<i>1,17</i>

Tabela 4. Valores de resistência de união à tração (RUT), em *MPa.*, e de espessura de camada híbrida (ECH), em  $\mu\text{m}$ , obtidas com o material ONE COAT BOND (M4), sob três condições experimentais **S1= dentina úmida, S2= dentina desidratada e S3= dentina reumedecida.**

Espécimes	S1		S2		S3	
	RUT	ECH	RUT	ECH	RUT	ECH
1	18,55	1,25	6,66	2,72	12,06	2,49
2	17,54	2,90	9,32	1,22	13,79	2,99
3	24,98	4,37	10,18	1,39	13,38	2,22
4	19,93	3,62	8,02	1,46	15,84	1,11
5	13,69	4,44	10,97	3,04	13,63	1,52
6	19,18	3,31	10,92	1,28	13,65	2,48
7	14,45	4,80	16,36	1,61	12,56	2,29
8	24,51	3,71	4,71	1,36	14,71	2,12
9	21,50	3,05	13,16	2,07	15,66	3,02
10	24,84	2,43	10,84	1,56	6,15	0,00
<b>média</b>	<b>19,92</b>	<b>3,39</b>	<b>10,11</b>	<b>1,77</b>	<b>13,14</b>	<b>2,02</b>
<i>desvio padrão</i>	<i>4,09</i>	<i>1,06</i>	<i>3,27</i>	<i>0,63</i>	<i>2,74</i>	<i>0,92</i>

Tabela 5. Valores de resistência de união à tração (RUT), em *MPa.*, e de espessura de camada híbrida (ECH), em  $\mu\text{m}$ , obtidas com o material CLEARFIL SE BOND (M5), sob três condições experimentais **S1= dentina úmida**, **S2= dentina desidratada** e **S3= dentina reumedecida**.

Espécimes	S1		S2		S3	
	RUT	ECH	RUT	ECH	RUT	ECH
1	27,05	2,91	18,05	4,39	15,24	4,55
2	23,71	4,16	11,94	2,83	20,77	3,12
3	18,57	4,54	18,73	5,11	21,73	4,67
4	27,18	3,50	16,91	5,67	17,01	3,72
5	21,54	4,13	17,43	3,72	15,59	3,34
6	25,48	4,50	17,67	1,77	16,70	4,05
7	21,71	2,95	18,02	4,49	15,45	3,88
8	24,85	5,27	16,03	3,55	14,72	4,16
9	19,09	2,75	16,51	3,40	12,22	2,87
10	21,65	3,83	12,64	2,37	13,41	5,27
<b>média</b>	<b>23,08</b>	<b>3,85</b>	<b>16,39</b>	<b>3,73</b>	<b>16,28</b>	<b>3,96</b>
<i>desvio padrão</i>	<i>3,06</i>	<i>0,82</i>	<i>2,31</i>	<i>1,22</i>	<i>2,98</i>	<i>0,74</i>

Tabela 6. Valores de resistência de união à tração (RUT), em *MPa.*, e de espessura de camada híbrida (ECH), em  $\mu\text{m}$ , obtidas com o material ONE UP BOND F (M6), sob três condições experimentais **S1= dentina úmida**, **S2= dentina desidratada** e **S3= dentina reumedecida**.

Espécimes	S1		S2		S3	
	RUT	ECH	RUT	ECH	RUT	ECH
1	14,35	2,37	21,06	1,25	12,22	3,37
2	22,52	2,70	25,44	1,52	19,20	4,27
3	10,93	1,91	18,14	2,50	15,51	4,14
4	13,35	1,49	16,41	2,31	12,43	4,42
5	10,59	3,36	12,49	2,11	18,93	3,84
6	19,81	2,83	12,22	2,17	17,44	4,53
7	19,33	5,79	14,79	2,49	22,43	3,45
8	10,19	5,59	15,87	3,06	4,42	3,54
9	17,44	3,52	17,35	2,24	13,48	4,45
10	18,34	3,82	22,61	1,98	18,49	3,85
<b>média</b>	<b>15,69</b>	<b>3,34</b>	<b>17,64</b>	<b>2,16</b>	<b>15,46</b>	<b>3,99</b>
<i>desvio padrão</i>	<i>4,39</i>	<i>1,43</i>	<i>4,30</i>	<i>0,51</i>	<i>5,09</i>	<i>0,44</i>

Foi realizada uma análise de variância para avaliar estatisticamente os seis sistemas adesivos, combinados com três tratamentos da dentina, quanto à resistência de união à tração. O sumário desta análise é dado na Tabela 1A, do apêndice. Observa-se que a interação entre sistemas adesivos e tratamentos da dentina é significativa (valor- $p < 0,0001$ ), então o efeito dos adesivos depende dos tratamentos da dentina. A comparação das médias dos grupos experimentais foi realizada pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância e os valores de probabilidade (valor- $p$ ) referentes a essas comparações estão na Tabela 2A, do apêndice. No Gráfico 1 são apresentadas as médias, juntamente com os intervalos de 95% de confiança para a média populacional.

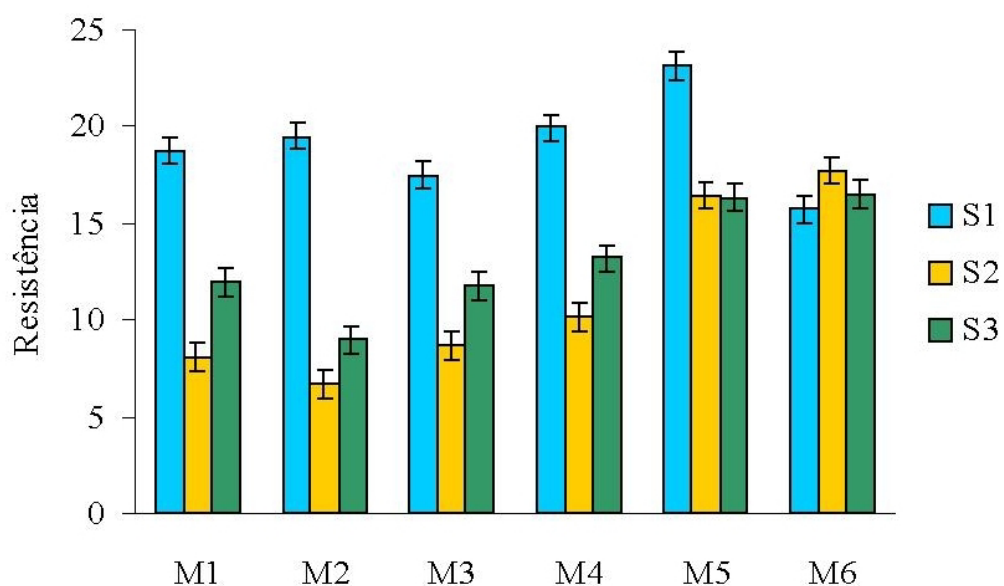
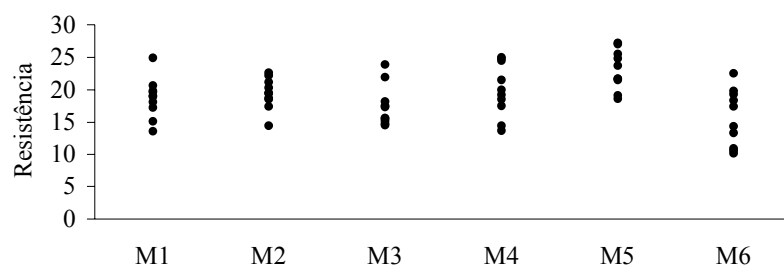


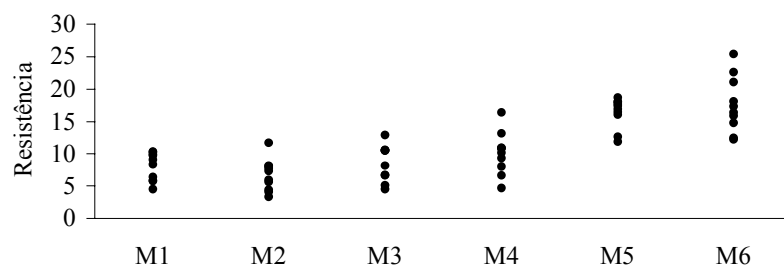
Gráfico 1. Ilustração gráfica das médias de resistência de união à tração, em MPa, dos seis sistemas adesivos, combinados com três condições de substrato dentinário.(condições experimentais). As barras verticais representam os intervalos de 95% de confiança para a média populacional.

Para testar a normalidade e homogeneidade de variância dos

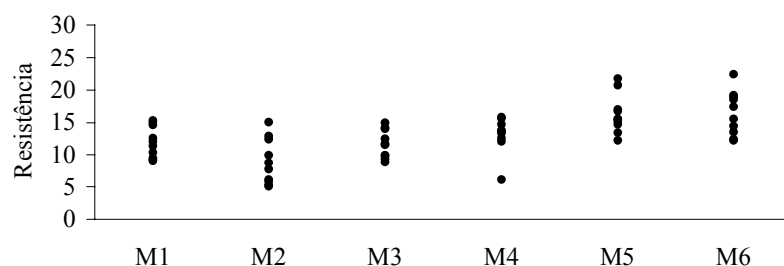
dados de resistência à tração foram empregados, respectivamente, os procedimentos de de Shapiro-Wilk e de Levene cujo resultado está na Tabela 3A, do apêndice. Como os valores de probabilidade são maiores do que 0,05, pode-se considerar que esses requisitos da análise de variância estão satisfeitos.



(a)



(b)



(c)

Gráfico 2. Representação gráfica dos dados de resistência de união à tração - (a) dentina úmida (padrão) - (b) dentina desidratada - (c) dentina reumedecida.

Em relação à espessura de camada híbrida, o sumário da análise de variância encontra-se na Tabela 4A, do apêndice. Observa-se que a interação entre sistemas adesivos e tratamentos da dentina também é significativa, mas não tão intensamente como no caso da resistência (valor-p=0,0227).

A comparação das médias dos grupos experimentais foi realizada pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância e os valores de probabilidade (valor-p) referentes a essas comparações estão na Tabela 5A, do apêndice. No Gráfico 3, são apresentadas as médias, juntamente com os intervalos de 95% de confiança para a média populacional

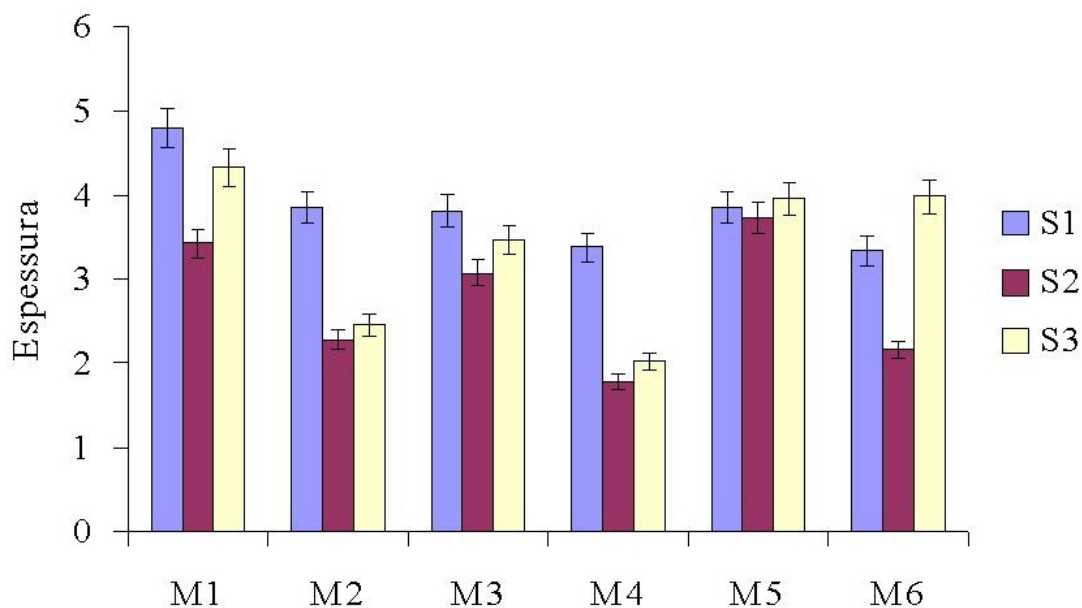


Gráfico 3. Ilustração gráfica das médias de espessura de camada híbrida, em micrometros, dos seis sistemas adesivos, combinados com três condições de substrato dentinário.(condições experimentais). As barras verticais representam os intervalos de 95% de confiança para a média populacional.

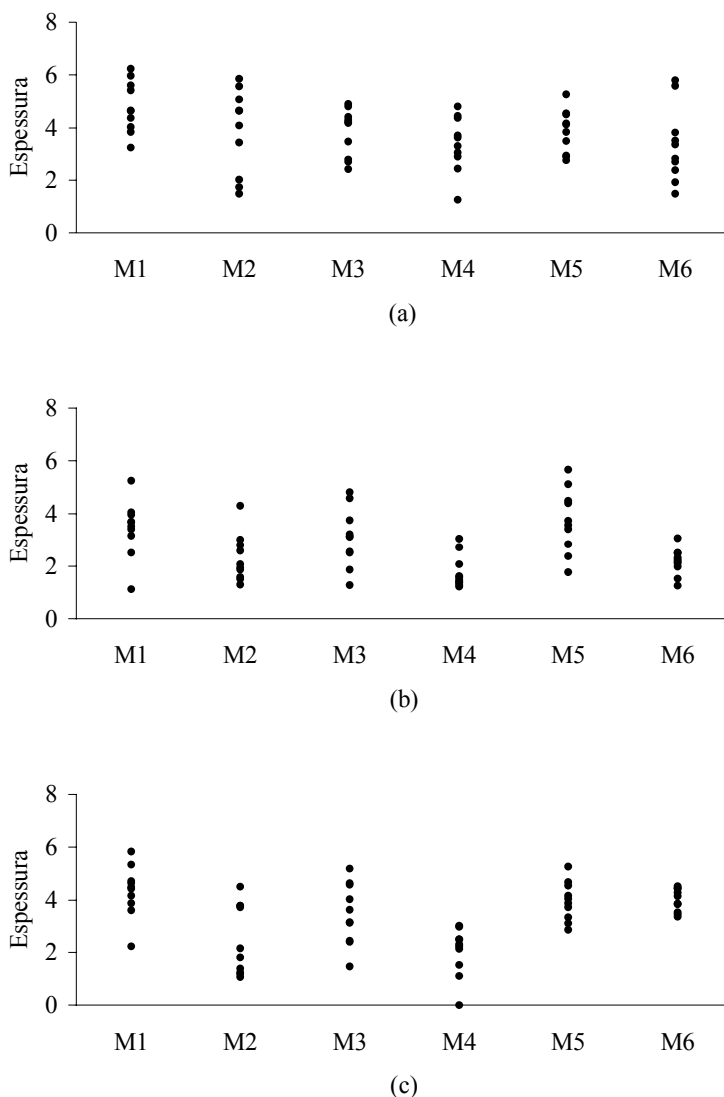


Gráfico 4. Representação gráfica dos dados de espessura de camada híbrida. - (a) dentina úmida (padrão) - (b) dentina desidratada - (c) dentina reumedecida.

Para testar a normalidade e homogeneidade de variância dos dados de espessura de camada híbrida foram empregados, como anteriormente, os procedimentos de Shapiro-Wilk e de Levene cujo resultado está na Tabela 6A, do apêndice. O valor-p referente ao teste de normalidade é maior do que 0,05 garantindo esta condição para a análise de variância. Entretanto, quanto à

homogeneidade de variância obteve-se valor- $p= 0,0118$ , menor do que  $0,05$ , de modo que ao nível de  $5\%$  de significância há variâncias de grupos experimentais significativamente diferentes. Entretanto, mesmo assim foi aplicado o procedimento de análise de variância, pois se considerou que ao nível de significância de  $1\%$  a homogeneidade de variância estaria garantida e, então, a discrepância encontrada não é tão grande a ponto de invalidar o procedimento da análise de variância. Essa decisão se baseia no fato de que a análise de variância é “robusta”, isto é, não é afetada severamente por desvios não muito acentuados das suposições básicas.

Obteve-se um coeficiente de correlação entre a resistência de união à tração e a espessura de camada híbrida igual a  $0,3063$  que é bastante baixo. O diagrama de dispersão - Figura 76 - sugere que realmente não há evidência de correlação entre essas duas variáveis.

Em vista disso, os efeitos da resistência à tração e da espessura de camada híbrida, nos diversos grupos experimentais, puderam ser avaliados separadamente.

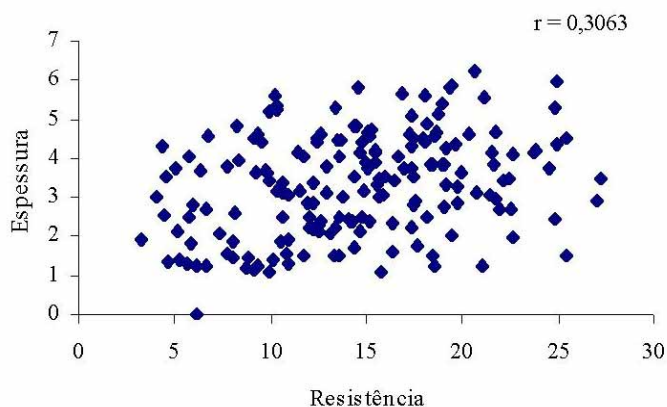


FIGURA 76. Diagrama de dispersão da espessura de camada híbrida em relação à resistência de união à tração.

As Figuras 77 a 82 apresentam seleção de fotografias obtidas em microscopia eletrônica de varredura em aumento de 1000 vezes, representativas dos respectivos grupos.

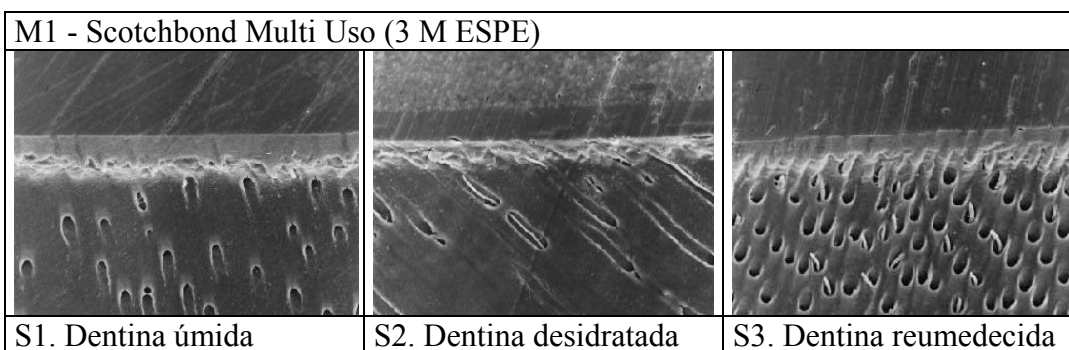


FIGURA 77. Fotografias em microscopia eletrônica de varredura referentes ao sistema adesivo Scotchbond Multi Uso, nos respectivos substratos dentinários. (1000 x)

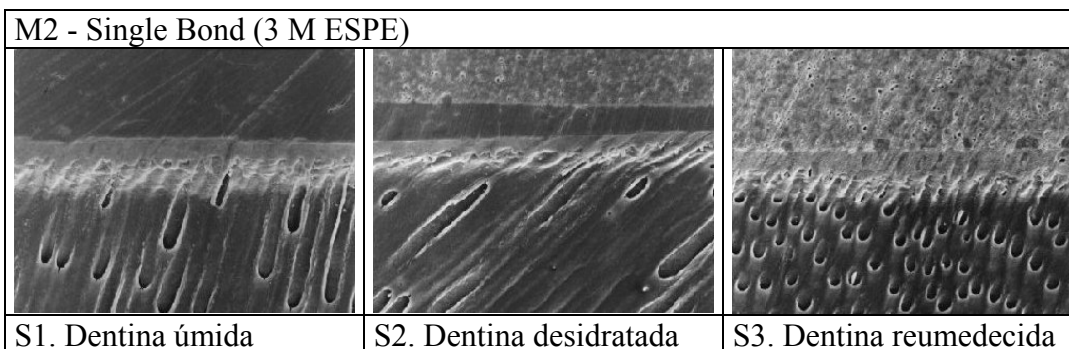


FIGURA 78. Fotografias em microscopia eletrônica de varredura referentes ao sistema adesivo Single Bond, nos respectivos substratos dentinários. (1000 x)

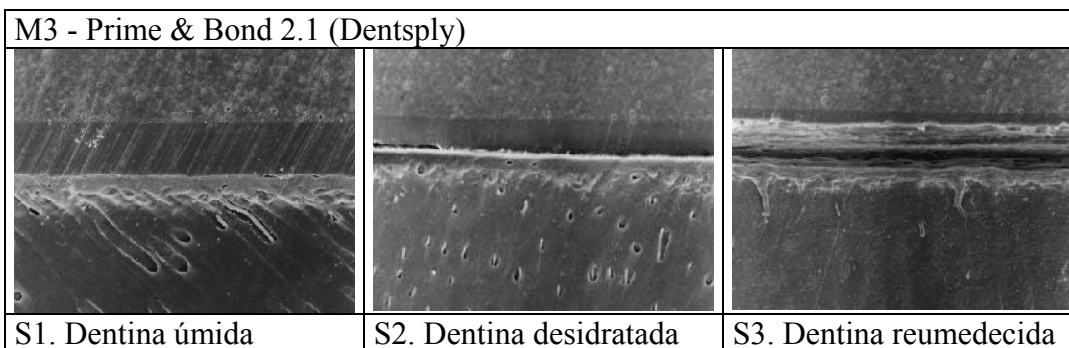


FIGURA 79. Fotografias em microscopia eletrônica de varredura referentes ao sistema adesivo Prime & Bond 2.1, nos respectivos substratos dentinários. (1000 x)

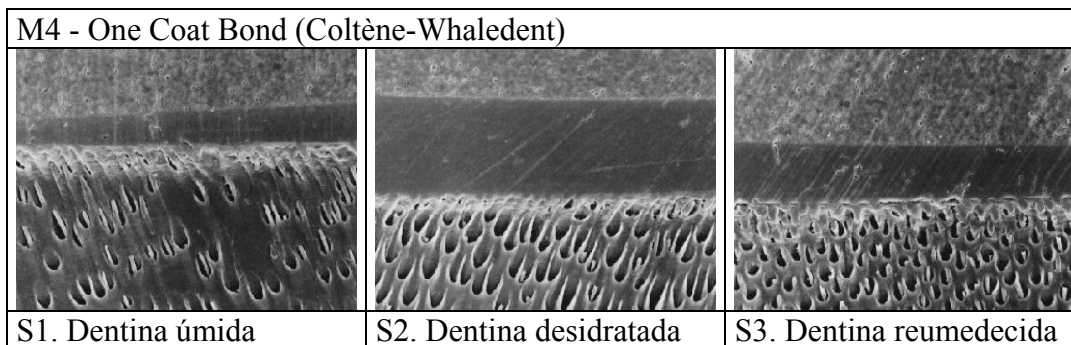


FIGURA 80. Fotografias em microscopia eletrônica de varredura referentes ao sistema adesivo One Coat Bond, nos respectivos substratos dentinários. (1000 x)

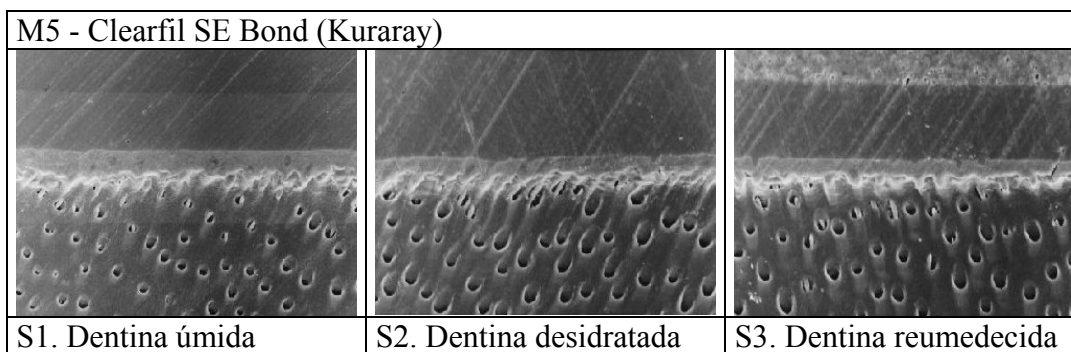


FIGURA 81. Fotografias em microscopia eletrônica de varredura referentes ao sistema adesivo Clearfil SE Bond, nos respectivos substratos dentinários. (1000 x)

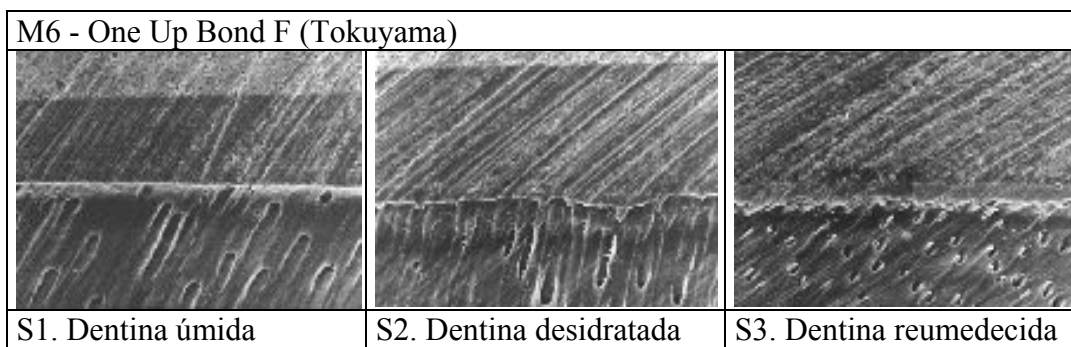


FIGURA 82. Fotografias em microscopia eletrônica de varredura referentes ao sistema adesivo One Up Bond F, nos respectivos substratos dentinários. (1000 x)

**Falhas ocorridas**

Após o rompimento da união dente/restauração, os remanescentes foram avaliados em lupa estereoscópica JENA em aumento de 10 vezes para classificação das linhas de fraturas obtidas em falha adesiva, falha mista ou falha coesiva (em dentina ou em resina composta). Uma avaliação posterior, em aumento de 50 vezes em lupa LEICA-Qwin, acoplado a estação de monitoramento fotográfico, mostrou que as falhas apresentavam, na sua superfície, diferentes padrões de retenção da linha de adesivo ou da resina composta.

A seguir encontramos as Tabelas 7 a 12, apresentando os tipos e percentuais de falhas ocorridos, com cada sistema adesivo, em função dos diferentes substratos dentinários, e, referente a cada tabela apresentada, há um Quadro (Quadros 5 a 10), com as fotografias representativas dos corpos-de-prova e da microscopia óptica com aumento de 50 vezes, das falhas ocorridas.

Tabela 7. Classificação e percentual de falhas apresentadas com a utilização do sistema adesivo Scotchbond Multi Uso (M1), em três diferentes condições de substrato dentinário

	<b>Substrato 1</b>	<b>Substrato 2</b>	<b>Substrato 3</b>
<b>Falha Adesiva</b>	8 - 80%	10 - 100%	8 - 80%
<b>Falha Mista</b>	2 - 20%	-	2 - 20%
<b>Falha Coesiva</b>	-	-	-

Quadro 5. Falhas apresentadas com o Sistema Adesivo Scotchbond Multi Uso (M1).

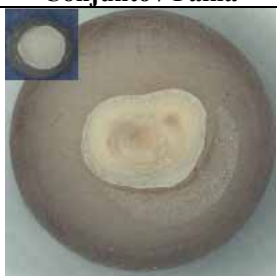



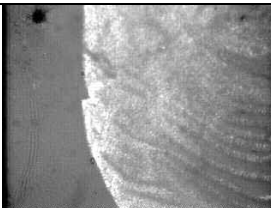

<b>Conjunto / Falha</b>	<b>M.O. 50X em resina</b>	<b>M.O. 50X em dentina</b>
 Falha adesiva		
 Falha mista - resina/adesivo		

Tabela 8. Classificação e percentual de falhas apresentadas com a utilização do sistema adesivo Single Bond (M2), em três diferentes condições de substrato dentinário

	<b>Substrato 1</b>	<b>Substrato 2</b>	<b>Substrato 3</b>
<b>Falha Adesiva</b>	7 - 70%	10 - 100%	10 - 100%
<b>Falha Mista</b>	2 - 20%	-	-
<b>Falha Coesiva</b>	1 - 10%	-	-

Quadro 6. Falhas apresentadas com o Sistema Adesivo Single Bond (M2).










<b>Conjunto / Falha</b>	<b>M.O. 50X em resina</b>	<b>M.O. 50X em dentina</b>
 Falha adesiva		
 Falha mista - resina/adesivo		
 Falha coesiva - resina		

Tabela 9. Classificação e percentual de falhas apresentadas com a utilização do sistema adesivo Prime & Bond 2.1 (M3), em três diferentes condições de substrato dentinário

	<b>Substrato 1</b>	<b>Substrato 2</b>	<b>Substrato 3</b>
<b>Falha Adesiva</b>	7 - 70%	10 - 100%	9 - 90%
<b>Falha Mista</b>	3 - 30%	-	1 - 10%
<b>Falha Coesiva</b>	-	-	-

Quadro 7. Falhas apresentadas com o Sistema Adesivo Prime & Bond 2.1 (M3).


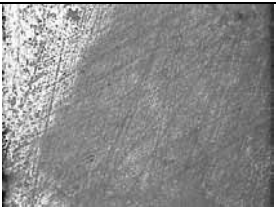
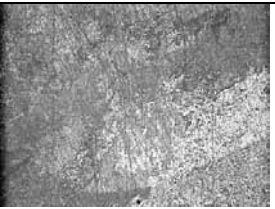


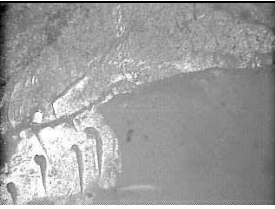
<b>Conjunto / Falha</b>	<b>M.O. 50X em resina</b>	<b>M.O. 50X em dentina</b>
 Falha adesiva		
 Falha mista - resina/adesivo		

Tabela 10. Classificação e percentual de falhas apresentadas com a utilização do sistema adesivo One Coat Bond (M4), em três diferentes condições de substrato dentinário

	<b>Substrato 1</b>	<b>Substrato 2</b>	<b>Substrato 3</b>
<b>Falha Adesiva</b>	7 - 70%	8 - 80%	8 - 80%
<b>Falha Mista</b>	2 - 20%	1 - 10%	1 - 10%
<b>Falha Coesiva</b>	1 - 10%	1 - 10%	1 - 10%

Quadro 8. Falhas apresentadas com o Sistema Adesivo One Coat Bond (M4).


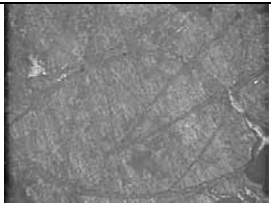







<b>Conjunto / Falha</b>	<b>M.O. 50X em resina</b>	<b>M.O. 50X em dentina</b>
 Falha adesiva		
 Falha mista - resina/adesivo		
 Falha coesiva - resina		

Tabela 11. Classificação e percentual de falhas apresentadas com a utilização do sistema adesivo Clearfil SE Bond (M5), em três diferentes condições de substrato dentinário

	<b>Substrato 1</b>	<b>Substrato 2</b>	<b>Substrato 3</b>
<b>Falha Adesiva</b>	6 - 60%	8 - 80%	7 - 70%
<b>Falha Mista</b>	2 - 20%	1 - 10%	2 - 20%
<b>Falha Coesiva</b>	2 - 20%	1 - 10%	1 - 10%

Quadro 9. Falhas apresentadas com o Sistema Adesivo Clearfil SE Bond (M5).

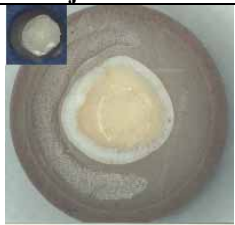



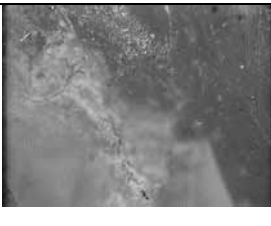


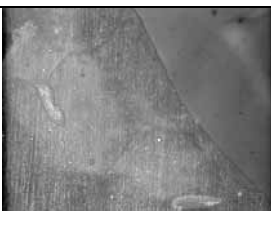





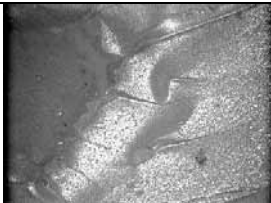


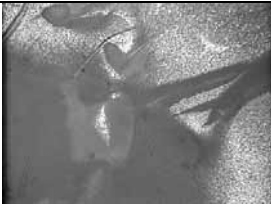

<b>Conjunto / Falha</b>	<b>M.O. 50X em resina</b>	<b>M.O. 50X em dentina</b>
 Falha adesiva		
 Falha mista - dentina/adesivo		
 Falha mista - resina/adesivo		
 Falha coesiva - resina		

Tabela 12. Classificação e percentual de falhas apresentadas com a utilização do sistema adesivo One Up Bond F (M6), em três diferentes condições de substrato dentinário

	<b>Substrato 1</b>	<b>Substrato 2</b>	<b>Substrato 3</b>
<b>Falha adesiva</b>	8 - 80%	7 - 70%	7 - 70%
<b>Falha mista</b>	2 - 20%	3 - 30%	3 - 30%
<b>Falha coesiva</b>	-	-	-

Quadro 10. Falhas apresentadas com o Sistema Adesivo One Up Bond F (M6).

<b>Conjunto / Falha</b>	<b>M.O. 50X em resina</b>	<b>M.O. 50X em dentina</b>
 Falha adesiva		
 Falha mista - resina/adesivo		

## *DISCUSSÃO*

## 6. *Discussão*

### 6.1. Resistência de união à tração

A adesão em dentina tem sido matéria de numerosos estudos nos últimos anos. A força de adesão é opositora da contração de polimerização dos materiais resinosos, oferecendo retenção e integridade marginal para a restauração<sup>17,59,64</sup>.

Ainda que tenha experimentado uma grande evolução, desde a introdução do conceito de hibridização (Nakabayashi et al.<sup>49</sup>, 1985), a odontologia adesiva ainda se depara com questões relacionadas à concentração de umidade dentinária necessária para maximizar as propriedades dos sistemas adesivos, na formação de uma camada híbrida de qualidade, para cumprir adequadamente a função protetora, seladora e de união, entre a restauração e a estrutura dental<sup>18,30,49,60,80</sup>.

Os sistemas adesivos de 4<sup>a</sup> geração, usam ácido fosfórico para remoção da *smear layer*, desmineralização da dentina e exposição das fibras colágenas, no intuito de permitir a penetração dos monômeros hidrofílicos nesta área e a formação da camada híbrida, cuja espessura está diretamente ligada a profundidade de desmineralização<sup>18,32,42,43,64</sup>.

Na eleição dos quatro sistemas adesivos de quarta geração para este estudo, nos preocupamos com a escolha de um sistema adesivo convencional,

Scotchbond Multi Uso (SBMU)- *3M ESPE* - (M1) e três sistemas adesivos simplificados, que apresentassem diferentes composições, especialmente em relação ao solvente utilizado. Assim, elegemos o Single Bond (SB)- *3M ESPE* - (M2), que apresenta água e etanol como solventes; o Prime & Bond 2.1 (P&B21) - *Dentsply* - (M3) que apresenta a acetona como solvente e o One Coat Bond (OCB) - *Coltène-Whaledent* - (M4), sem solvente.

As médias de resistência de união à tração obtidas com o sistema adesivo SBMU, foram de 18,71 MPa, 8,02 MPa, e 11,92 MPa, nas três diferentes condições de substrato dentinário, úmido (S1), desidratado (S2) e reumedecido (S3), respectivamente. Este sistema adesivo de 4ª geração, composto por primer e adesivo em frascos separados, apresenta nos resultados obtidos, um reflexo de cada uma das condições de utilização, em relação ao substrato dentinário, onde verificamos que, no S1, que representa a condição padrão de utilização, foi obtido melhor desempenho de união. Este comportamento deve-se, em especial, à evidências de ótima infiltração dos monômeros hidrofílicos na dentina desmineralizada pelo ácido fosfórico. Ao se confrontar com os demais sistemas adesivos de quarta geração, verificamos pequenas oscilações nas médias obtidas em S1, porém não significantes estatisticamente; SB, 19,43 MPa; P&B21, 17,45 e OCB, 19,92.

De Goes, et al.<sup>18</sup>, (1997), em estudo de resistência de união, verificou que no grupo cuja dentina fora mantida com algum nível de umidade, esta concorreu positivamente para a obtenção de melhores resultados, quando comparado à dentina seca.

A necessidade de um substrato úmido para maximizar o desempenho dos sistemas adesivos, está vinculado à manutenção da arquitetura das fibras colágenas e, conseqüentemente, melhor difusão do sistema adesivo.

A manutenção da integridade da rede de fibras colágenas facilita a infiltração dos monômeros hidrofílicos<sup>82</sup>, enquanto que a secagem da dentina condicionada, com ar, a dificulta, pois há uma severa redução de espaços interfibrilares e conseqüente prejuízo à formação da camada híbrida<sup>31</sup>.

A morfologia da interface adesiva tem sido especialmente estudada com o objetivo de identificar padrões de hibridização proporcionados por diversos sistemas adesivos, nas mais diferentes condições de substrato dentinário<sup>9,21,23,24,29,80,86,91,94</sup>.

Os resultados obtidos no substrato S2, comprovam a existência de correlação entre a umidade dentinária e o desempenho do adesivo na união. Neste substrato, o material SBMU, obteve média de 8,02 MPa, ou seja, apresentou acentuada perda de eficiência em relação ao substrato S1. A exemplo deste, os materiais, SB, P&B21 e OCB, proporcionaram médias significativamente menores, se comparadas a seus correspondentes, no substrato S1, sendo, 6,64 MPa, 8,63 MPa e 10,11 MPa, respectivamente.

O colapso das fibras colágenas, provocado pela desidratação da dentina<sup>57,59</sup>, limita a possibilidade de retenção micromecânica do sistema adesivo na dentina condicionada, porém, caso ainda seja possível a reexpansão reticular e, conseqüente melhora do padrão de microembricamento, com a aplicação de solução aquosa, uma adequada resistência de união ainda poderá ser

recuperada<sup>30,34</sup>. Neste sentido, este trabalho incorporou a terceira condição de substrato dentinário, S3, cuja dentina desidratada sofria a aplicação de solução de digluconato de clorexedine a 2%, durante 1 minuto. Estudos de Perdigão et al.<sup>58</sup>; (1994); Filler et al.<sup>25</sup>; (1994) e Rabelo & Coelho<sup>68</sup>, (1998), demonstraram a não interferência da solução de digluconato de clorexedine na resistência de união, sendo que estas afirmativas são corroboradas por nosso estudo, visto que os resultados obtidos no S3 apresentaram uma tendência de melhor comportamento em comparação com o substrato S2, mesmo não tendo sido apresentada diferença estatisticamente significativa.

Dependendo do grau de desidratação, a dentina pode responder positivamente ao reumedecimento e proporcionar a reexpansão das fibras colágenas, oferecendo resistência de união com valores próximos aos obtidos em dentina úmida<sup>30,34</sup>. Esta afirmação encontra suporte em estudos de microscopia eletrônica de transmissão, que apontam evidências de que, quando o sistema adesivo é aplicado em dentina seca com leve jato de ar, a infiltração de um sistema adesivo pode proporcionar o reumedecimento da dentina e reorganização da arquitetura das fibras colágenas<sup>90</sup>, porém, a desidratação severa pode causar seu colapso irreversível.<sup>38,57,58,82</sup>

Em estudos de Tay et al.<sup>80</sup>, (1996), onde a dentina, após secagem com ar comprimido durante 3 segundos, passava por processo de reumedecimento com água destilada, foi observado que as amostras apresentaram dificuldades de infiltração do adesivo. Carvalho et al.<sup>13</sup>, (1999), enfocando a capacidade de reumedecimento da dentina, relata o uso de duas substâncias num

período de imersão de 24 horas: HEMA puro e solução aquosa de HEMA a 50%. Dentre as duas substâncias, o melhor desempenho foi atribuído à solução aquosa, que proporcionou reexpansão das fibras colágenas, contra nenhum efeito do HEMA puro.

Avaliando-se os sistemas adesivos de 4ª geração, isoladamente e em função das condições de substrato dentinário, podemos encontrar no S1 as maiores médias de resistência de união para todos os materiais, que foram estatisticamente diferentes quando confrontados com S2 e S3.

Ainda, focalizando individualmente cada um dos materiais de 4ª geração, podemos observar que não encontramos relação entre nossos achados e as considerações de Gwinnett<sup>30</sup>, (1994) e Hilton & Schwartz<sup>34</sup>, (1995), que afirmam que a dentina desidratada pode voltar a apresentar valores de união próximos àqueles obtidos em dentina úmida, se esta for submetida a processo de reumedecimento e reexpansão das fibras colágenas, mas é preciso considerar também que, em nosso trabalho, a dentina condicionada com ácido fosfórico foi seca com ar comprimido a 40 lbs/pol<sup>2</sup>, durante 20 segundos, o que proporciona uma severa desidratação e prejuízos irreversíveis ao microembricamento, que justificam os baixos valores médios encontrados.

Realizando um comparativo da resistência de união entre os sistemas adesivos simplificados, não foi possível encontrar diferenças estatisticamente significantes no substrato S1, enquanto que em S2 o sistema adesivo acetinado, P&B21, apresentou valores médios de união de 8,63 MPa contra 6,64 MPa, para o material SB e 10,11 MPa, para o material OCB. Apesar

destas diferenças também não serem estatisticamente significantes, atribuímos à técnica de aplicação do material OCB, a responsabilidade pelo aumento da média, uma vez que as recomendações do fabricante aconselham a aplicação do adesivo com leves movimentos friccionais na dentina, o que pode ter promovido melhor padrão de microembricamento. Comparando os três sistemas adesivos no substrato S3, estes também demonstram comportamentos semelhantes, sendo atribuídas médias de 8,92 MPa, para o SB; 11,69 MPa, para P&B21 e 13,14 MPa, para OCB.

Para Kanka<sup>39</sup>, (1992), os sistemas adesivos que utilizam acetona como solvente, apresentam maior capacidade de carregamento dos monômeros hidrofílicos em dentina úmida, e, acrescentando a esta afirmação, recentes estudos de adesão em dentina, asseguram que os sistemas adesivos que contém monômeros hidrofílicos, diluídos em acetona ou etanol, proporcionam melhores resultados de união à dentina úmida, quando confrontados com resultados obtidos em dentina seca, porém, se por um lado a água é crucial para a manutenção da arquitetura das fibras colágenas, por outro, seu excesso pode prejudicar a adesão<sup>18,38,53,59,80,89</sup>.

Os diluentes utilizados na formulação dos sistemas adesivos são principalmente o álcool, acetona ou água. Estes diferentes veículos proporcionam a cada um, diferentes propriedades e algumas variações nas técnicas de aplicação. Enquanto que os sistemas adesivos acetoados são mais agressivos na remoção da água presente na dentina desmineralizada, os alcoólicos são mais brandos<sup>11,24,66,83,94</sup>. Normalmente, os sistemas adesivos acetoados requerem a

aplicação de maior número de camadas, como o All-Bond 2 (Bisco), por exemplo, para o qual é recomendada a aplicação de até seis camadas de primer. Os sistemas adesivos que apresentam em sua formulação a presença de álcool ou água, requerem menor número de camadas, sendo capazes de manter a arquitetura original das fibras colágenas e eficiente carreamento dos monômeros resinosos.

Enquanto que os sistemas adesivos convencionais e simplificados, necessitam da etapa de condicionamento ácido prévio, os sistemas adesivos autocondicionantes, baseiam sua ação desmineralizadora na aplicação de um primer ou primer/adesivo autocondicionante<sup>5,67,70</sup>. Eles promovem a dissolução da *smear layer* e desmineralização autocontrolada da dentina, pelas modificações de pH durante a sua aplicação. Sendo o próprio primer ou primer/adesivo, a substância que promove a desmineralização, entende-se que toda a espessura de dentina desmineralizada será preenchida com monômeros hidrofílicos, o que não pode ser afirmado, com segurança, quando da aplicação de ácido, limpeza e secagem da superfície, previamente à aplicação dos monômeros hidrofílicos, como ocorre com os sistemas adesivos de quarta geração<sup>57,59,72,84</sup>.

A aplicação de jato de ar comprimido, de forma inadequada, pode desidratar a dentina e, conseqüentemente, colapsar a rede de fibras colágenas, dificultando o seu adequado envolvimento pela substância adesiva, sendo que a camada híbrida formada na dentina desidratada ou supercondicionada, tem afetada, sobremaneira, sua qualidade e capacidade de promover a proteção biológica e diminuição da sensibilidade do dente restaurado<sup>66,83,91</sup>. Fibras colágenas que permanecerem sem o envolvimento

completo, pelos monômeros hidrofílicos, também podem vir a sofrer processo de hidrólise e ter comprometida a qualidade da interface adesiva<sup>41</sup>.

Os sistemas adesivos de quinta geração, ou autocondicionantes, foram representados, neste estudo, pelo Clearfil SE Bond (CSEB) - Kuraray - M5, e um sistema diferenciado, com primer e adesivo autocondicionantes, que também pode ser denominado, *all-in-one*. Este sistema adesivo é chamado de One Up Bond F (OUBF) - Tokuyama - M6, e a necessidade de proporcionamento e mistura dos componentes, *bonding A* e *bonding B*, previamente à aplicação, caracterizam a sua denominação.

O resultado médio de resistência de união à tração, proporcionados pelos materiais CSEB e OUBF no substrato S1, mostraram diferenças estatisticamente significantes, 23,08 MPa e 15,69 MPa, respectivamente, porém nos substratos S2 e S3 do CSEB, as médias apresentadas foram de 16,39 MPa e 16,28 MPa, enquanto que no OUBF, alcançaram médias de 17,64 MPa e 16,46 MPa, respectivamente, caracterizando comportamentos muito semelhantes entre si.

Observando os resultados obtidos em todos os grupos, podemos salientiar o ótimo desempenho do grupo correspondente ao CSEB, no substrato S1. Sua eficácia em dentina úmida, está comprovada pelo melhor resultado entre todos os materiais, corroborando resultados obtidos por Spohr et al.<sup>77</sup>, (2001). O sistema adesivo Clearfil SE Bond é caracterizado pela ação de um primer autocondicionante de pH aproximadamente de 2,0, que após aplicado, atua até que sua porção ácida seja neutralizada pela liberação de íons cálcio e fosfatos da

estrutura dental durante a desmineralização, sendo então, uma atuação auto-regulada pela concentração destes íons. Por outro lado, OUBF, que apresenta pH em torno de 1,3, proporcionou a menor média de resistência de união de todos os materiais no substrato S1, 15,69 MPa.

A necessidade de mistura de iguais porções de *bonding A* e *bonding B*, deve ser considerado um aspecto crítico na utilização deste sistema adesivo, e acreditamos que influencie seu desempenho, tendo em vista que o proporcionamento é realizado manualmente e pode ocasionar erros.

Nos substratos S2 e S3, os resultados obtidos pelo material OUBF, foram equivalentes aos obtidos com o material CSEB, o que revela que OUBF, apresentou atuação deficiente quando utilizado pela técnica preconizada pelo fabricante. Na aplicação sobre os substratos S2 e S3, os quais requeriam prévio condicionamento com ácido fosfórico, CSEB e OUBF apresentaram desempenhos equivalentes entre si e melhores que todos os sistemas adesivos de quarta geração.

O estudo da resistência de união proporcionada pelos sistemas adesivos, encontra grande atenção dos pesquisadores. Segundo Muskgard et al.<sup>48</sup>, 1985 e Retief et al.<sup>69</sup>, 1994, forças de união entre 17 e 24 MPa são capazes de resistir eficientemente às forças de contração dos materiais resinosos.

Alterações na formulação dos sistemas adesivos, nas condições do substrato dentinário e correlação da espessura da camada híbrida *versus* resistência de união, representam os principais fatores considerados, em diversas pesquisas.

Em relação a formulação dos sistemas adesivos, a aplicação de diferentes composições de primers experimentais tem revelado uma grande amplitude de possibilidades na busca de condições mais eficazes de adesão<sup>9,70,92</sup>. As condições de substrato dentinário estão, normalmente, relacionadas com a presença ou ausência de umidade e o colapso das fibras colágenas, após o condicionamento ácido. Numerosos trabalhos encontrados na literatura, não deixam dúvidas em relação à interferência das condições do substrato dentinário na resistência de união<sup>18,23,86</sup>. A contribuição das fibras colágenas na resistência de união, proporcionada por diferentes sistemas adesivos, foi questionada por Gwinnett et al.<sup>31</sup>, (1996). Segundo os autores, as fibras colágenas podem proporcionar significativas melhoras na qualidade da camada híbrida, mas tem pouca interferência na resistência de união. Os mesmos autores relatam que os valores de resistência de união são influenciados, mais pela completa difusão da resina adesiva dentro dos poros da dentina desmineralizada adjacente, do que pelo envolvimento das fibras colágenas<sup>30</sup>. Estudos de Prati et al.<sup>65</sup>, (1999), apresentaram resultados que sustentam esta afirmação. Os autores realizaram a dissolução das fibras colágenas, expostas no condicionamento ácido, com hipoclorito de sódio e encontraram um padrão de infiltração do adesivo na dentina mineralizada diferente do usual, que foi denominado "camada híbrida reversa", associada a presença de numerosos tags resinosos. Estes aspectos, segundo os autores, podem ajudar a explicar o mecanismo de união a dentina. A presença de prolongamentos resinosos laterais adjacentes à interface adesivo/dentina também contribui para o aumento da resistência de união<sup>14,54</sup>.

Quanto aos tipos de fraturas observados nos diversos corpos-de-prova, podemos destacar a grande concentração de falhas adesivas, tendo sido comportamento mais encontrado em todos os grupos, independentemente do material utilizado. Ao observar as Tabelas 7 a 12 e os Quadros 5 a 10 dos *resultados*, constatamos que os sistemas adesivos SBMU, SB e P&B2.1, apresentaram nos grupos referentes ao substrato S2, a totalidade das falhas do tipo adesiva, enquanto que, falhas coesivas foram encontradas com os materiais SB, OCB e CSEB, nos diversos substratos, ainda que em porcentagens pequenas. Assim mesmo, acreditamos que esta distribuição, em virtude dos percentuais apresentados em cada substrato e, pelo fato de não ter sido verificado um padrão, exceto o referente ao domínio das falhas adesivas, não é influenciada pelas condições do substrato dentinário, confirmando que a interface adesiva, geralmente, suporta menos as forças aplicadas pelo teste de tração, se comparada ao substrato dentinário e à resina composta.

## 6.2. Espessura de camada híbrida

As mensurações de espessura de camada híbrida, neste trabalho, foram realizadas por meio eletrônico, com o uso do software *Image Tool 2.00* (UTHSCSA), que, além de representar um meio preciso, facilita em muito a leitura e garante resultados tão fiéis quanto aqueles obtidos com paquímetro digital<sup>78</sup>.

Estudo de Ferrari et al.<sup>24</sup>, (1996), demonstrou em trabalho realizado *in vivo*, a obtenção de espessura de camada híbrida entre 2 e 6  $\mu\text{m}$ , quando o sistema adesivo Prime & Bond 2.0 (Dentsply) foi utilizado. Os autores relatam grande variação de espessura em diferentes sítios de mensuração da mesma amostra, assim, optamos pela realização das mensurações em cinco sítios, distribuídos de forma equidistante do centro da fotografia obtida em microscopia eletrônica de varredura, o que possibilitou resultados médios de espessura de camada híbrida mais representativos de sua linearidade.

As Tabelas 1 a 6, dos *resultados*, mostram as médias de mensurações obtidas neste trabalho, para os seis sistemas adesivos em estudo.

Ao compararmos os resultados obtidos para cada sistema adesivo de quarta geração, em função dos diferentes substratos, não encontramos diferenças estatisticamente significantes ao nível de 5%, para os materiais SBMU, SB e P&B21. Por sua vez, o material OCB, apresenta diferenças significativas nos substratos S1 e S2, 3,39  $\mu\text{m}$  e 1,77  $\mu\text{m}$ , respectivamente. O material OCB, é um sistema adesivo que não apresenta solvente, tendo então, muito diminuída sua

capacidade de reumedecimento da dentina desidratada. A acentuada diminuição da espessura de camada híbrida, neste substrato, aliada ao aumento da espessura observada no substrato S3, 2,02  $\mu\text{m}$ , mesmo que não tenha sido estatisticamente significativa, reforça as afirmativas em relação a necessidade de substrato úmido<sup>18,26,29</sup>, ação reumedecedora dos primers<sup>61,80,82</sup>, reexpansão das fibras colágenas<sup>39,34,66</sup> e interferência negativa da secagem da dentina com ar<sup>18,57,59</sup>.

Os resultados obtidos com SBMU, SB e P&B21, foram mais homogêneos e também corroboram os achados da literatura citados acima, especialmente a questão que atribui ao primer, uma ação de reumedecimento da dentina desidratada e reexpansão das fibras colágenas.

Dentre os quatro materiais de 4ª geração estudados, SBMU foi o que demonstrou maior recuperação, quando da aplicação da técnica de reumedecimento dentinário, S3. O reumedecimento da dentina desidratada, com digluconato de clorexedine a 2%, influenciou positivamente a média obtida no material SBMU, cujo resultado no substrato S3 foi 4,33  $\mu\text{m}$ , contra 3,43  $\mu\text{m}$  no substrato S2.

Comportamento semelhante frente a desidratação e reumedecimento dentinário, apresentaram todos os materiais, porém, o que mais se aproximou do resultado apresentado pelo SBMU, na recuperação da espessura de camada híbrida, foi P&B21. A acetona, utilizada como solvente dos sistemas adesivos, pode apresentar melhor desempenho no carregamento dos monômeros hidrofílicos<sup>18,39,53,59</sup>, porém, os sistemas acetoados são mais críticos em relação à presença de umidade para atingir o melhor desempenho. Os resultados obtidos

neste trabalho, apontam que a presença de acetona no sistema adesivo, associada a secagem do substrato dentinário com ar, proporciona uma desidratação mais severa e facilita o colapso das fibras colágenas, concordando com as afirmações de Tay et al.<sup>80</sup>, (1996).

Entre os aspectos identificados na região de dentina hibridizada, vários relatos são encontrados, com referência aos danos causados pela desidratação dentinária, na formação da camada híbrida<sup>1,18,23,24,30,31</sup>. Tay et al.<sup>84</sup>, (1996), relatam claramente, em estudos in vitro, os prejuízos causados pela desidratação da dentina. Os autores encontraram medidas de espessura de camada híbrida de aproximadamente 5 µm, quando a técnica foi realizada sobre dentina úmida e, praticamente a inexistência de camada híbrida, no grupo em que a técnica foi realizada sobre substrato dentinário seco com ar comprimido, durante 30 segundos. Este estudo apresenta dados que corroboram outros achados e permite que seja afirmada, com segurança, a interferência das condições de umidade do substrato dentinário, na penetração do adesivo na dentina condicionada por ácido<sup>24,30,32,80,86,91</sup>.

Tay et al.<sup>80</sup>, (1996), assim como Gwinnet et al.<sup>31</sup>, 1996, observaram que o sistema adesivo acetonado All-Bond 2, em presença de umidade excessiva, forma camada híbrida descontínua e apresenta formações globulares de primer, dispersos dentro dela, chamados *primers meniscus*, porém, melhores resultados não puderam ser observados quando o mesmo material foi utilizado em dentina seca com ar, onde a descontinuidade da camada híbrida, também foi relatada.

A uniformidade da camada híbrida é desejável, porém, existem dificuldades relacionadas a vários fatores, como a concentração de umidade, tempo de condicionamento ácido e composição dos sistemas adesivos e da dentina, que concorrem negativamente para a obtenção desta característica, em toda a sua extensão.

No intuito de minimizar os fatores relacionados com a concentração de umidade, tempo de condicionamento ácido e técnica, os sistemas adesivos autocondicionantes surgiram para simplificar e oferecer maior efetividade de adesão em dentina. Os sistemas autocondicionantes, realizando o condicionamento ácido em dentina, simultaneamente à infiltração dos monômeros resinosos na região desmineralizada, teoricamente, apresentam a vantagem de não permitir discrepâncias entre a área desmineralizada e a área infiltrada pelo adesivo<sup>92</sup>.

Os sistema adesivo CSEB, apresentou médias de espessura de camada híbrida de 3,85  $\mu\text{m}$ , 3,73  $\mu\text{m}$  e 3,96  $\mu\text{m}$ , respectivamente nos substratos S1, S2 e S3, não tendo sido encontradas diferenças estatisticamente significantes. Por outro lado, o sistema adesivo OUBF, apresentou médias de 3,34  $\mu\text{m}$ , 2,16  $\mu\text{m}$  e 3,99  $\mu\text{m}$ , respectivamente nos substratos S1, S2 e S3. Neste caso, houve diferença estatisticamente significativa entre os resultados obtidos nos substratos S2 e S3.

Os resultados obtidos no substrato S1, com os sistemas adesivos autocondicionantes não são concordantes com afirmações de Yoshiyama et al.<sup>95</sup>, (1998) e Sano et al.<sup>72</sup>, (1999), que afirmam que os sistemas adesivos de quinta

geração produzem camada híbrida muito fina. Em nosso estudo, ficou demonstrada capacidade equivalente de formação de camada híbrida, entre todos os sistemas adesivos estudados, inclusive com leve vantagem para o CSEB, quando comparado ao P&B21.

Numa comparação entre os materiais CSEB e OUBF, em relação ao substrato S2, as médias de 3,73  $\mu\text{m}$  e 2,16  $\mu\text{m}$ , respectivamente, apesar de apresentarem uma relativa distância de valores, não foram consideradas estatisticamente significantes, porém confirmam a tendência de melhor comportamento do material CSEB, em dentina desidratada.

Comparando os resultados obtidos em substrato úmido, pelos os sistemas adesivos autocondicionantes e os demais sistemas adesivos utilizados neste estudo, não encontramos diferenças estatisticamente significantes, demonstrando a eficácia de todos eles, quando utilizados em dentina adequadamente tratada.

### 6.3. Correlação

#### **Resistência de união à tração *versus* espessura de camada híbrida**

A existência de uma correlação entre a espessura de camada híbrida e a resistência de união, ainda não é muito clara. Segundo Finger et al.<sup>26</sup>, (1994) e Koibuchi et al.<sup>41</sup>, (2000), a maior espessura de camada híbrida, proporcionada por alguns sistemas adesivos, na dentina intertubular, não está relacionada com melhor desempenho em ensaios de resistência de união.

Muitos dos sistemas adesivos comercializados atualmente tem demonstrados elevadas médias de resistência de união, imediatamente após a confecção da restauração de resina composta, mas a manutenção das médias não tem apresentado longevidade, mesmo com a manutenção inalterada do aspecto microscópico da camada híbrida. Com o passar do tempo, ocorre deterioração da união entre as partículas de carga inorgânica das resinas compostas e a interface adesiva. Aliado a esta degradação, a deficiente polimerização do adesivo no interior da rede de fibras colágenas acentua ainda mais a perda de resistência de união<sup>57,72</sup>. Assim, mesmo que, em função do aumento do tempo de condicionamento ácido e maior penetração de monômeros adesivos na dentina desmineralizada, ocorra aumento da espessura da camada híbrida, esta não interfere na durabilidade e estabilidade da união<sup>41,64,89</sup>.

Burrow et al.<sup>9</sup>, em 1994, afirmam que a diminuição da quantidade de resina composta aplicada e polimerizada sobre uma área adesivada,

pode garantir que sejam preservados os melhores resultados de união oferecidos por um sistema adesivo.

Outro fator importante a ser considerado é a espessura da linha de adesivo na interface dente/restauração. A maior quantidade de adesivo na interface pode gerar uma área de melhor absorção do *stress*, proveniente da contração de polimerização, e aumenta a elasticidade da região durante a aplicação da força, no teste de resistência de união<sup>68</sup>.

Considerando as afirmações de Pashley et al.<sup>57</sup>, (2000), que defendem que os melhores resultados de resistência de união e durabilidade da união, estão na dependência da melhor infiltração do sistema adesivo nos espaços desmineralizados e envolvimento das fibras colágenas, podemos, novamente reiterar a necessidade de aplicação correta da técnica adesiva, prevenindo a desidratação da dentina e colapso das fibras colágenas. Por outro lado, a interferência da rede de fibras colágenas na união à dentina, foi questionada por Gwinnett et al.<sup>31</sup>, (1996), que realizaram a sua dissolução com colagenase, e Pratti et al.<sup>65</sup>, (1999), que a dissolveram com hipoclorito de sódio. Ambos os estudos obtiveram resultados de resistência de união à tração satisfatórios e relatam que a presença de prolongamentos resinosos laterais também contribui para a resistência de união.

Na dentina superficial, a quantidade de túbulos dentinários é bastante reduzida<sup>13</sup>, bem como o seu diâmetro, porém, dependendo da orientação que eles apresentam, podemos ter *tags* maiores, associados à presença de

prolongamentos resinosos laterais, que contribuem para o aumento da resistência de união, pela formação de uma rede de travamento interconectada<sup>54,63,73</sup>.

Em nosso trabalho, também ficou demonstrado que a espessura de camada híbrida não interfere na resistência de união, sustentando as afirmações de Hashimoto et al.<sup>33</sup>, (2000) que comprovaram que o prolongamento do tempo de condicionamento ácido diminui a resistência de união, apesar de proporcionar mais profunda camada de desmineralização dentinária.

Para ilustrar a convicção em relação ao exposto, podemos confrontar alguns resultados obtidos em nosso trabalho, que as suportam, como os dados obtidos no substrato S2, com o material OCB. Neste caso, a resistência de união à tração foi de 10,11 MPa, e, em seu correspondente, ao qual foi aplicado o teste de espessura de camada híbrida, foi obtida média de 1,77  $\mu\text{m}$ . Comparando estes resultados com os resultados obtidos com o material SBMU, e substrato S2, onde encontramos resultado de resistência de união de 8,02 MPa, e, no correspondente, ao qual foi aplicado teste de espessura de camada híbrida, 3,43  $\mu\text{m}$ , observamos que, enquanto as médias de resistência de união à tração não apresentaram variação estatisticamente significativa, as médias de espessura de camada híbrida, por sua vez, foram diferentes estatisticamente, ao nível de 1%.

Realizando uma análise das Tabelas 2A e 5A (Apêndices 2 e 5), comparações múltiplas pelo teste de Tukey, dos resultados de resistência de união à tração e espessura de camada híbrida, podemos verificar que ocorreram poucos resultados de espessura de camada híbrida diferentes estatisticamente, enquanto que, no teste de resistência de união à tração, as ocorrências foram mais

significativas, não confirmando a hipótese levantada neste trabalho, de que quanto maior a espessura de camada híbrida, melhores serão os resultados de resistência de união.

Devemos considerar as opiniões dos diversos autores e os resultados obtidos nos estudos citados, porém precisamos levar em consideração também, que estudos de resistência de união realizados em substratos dentinários desidratados - consequentemente com fibras colágenas colapsadas e menor espessura de camada híbrida - foram encontrados resultados de resistência de união significativamente menores do que aqueles observados com o substrato dentinário mantido úmido e com a arquitetura original das fibras colágenas preservada<sup>18,21,30,35,60,61,66,88,95</sup>.

Os resultados proporcionados pelos diferentes sistemas adesivos encontram maior influência das condições técnicas de utilização, que são do controle do cirurgião-dentista, do que das propriedades inerentes a cada um dos materiais, assim, consideramos que é de importância fundamental controlar as condições clínicas de execução da técnica restauradora para a obtenção dos melhores resultados de adesão.

Os sistemas adesivos, de modo geral, são materiais apropriados ao uso nos procedimentos a que se propõem seus fabricantes, mas a atuação do profissional deve aliar o conhecimento do material e a observância de determinados padrões relacionados ao substrato dental, em especial à dentina e suas condições críticas e extremamente sensíveis ao tratamento dispensado.

Dessa forma, acreditamos que a busca da excelência no procedimento restaurador, deve passar por alguns preceitos básicos e ao alcance de todos os profissionais, como evitar que seja exercida qualquer agressão ao tecido dentinário, além daquela já efetuada pelo condicionamento ácido.

## *REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

## 8. Referências Bibliográficas\*

1. ABDALLA, A.I.; CAREL, L.D. Bonding efficiency and interfacial morphology of one-bottle adhesives to contaminated dentin surfaces. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.11, n.6, p.281-285, Dec. 1998.
2. ARMSTRONG, A.R.; BOYER, D.B.; KELLER, J.C. Microtensile bond strength testing and failures analysis of two dentin adhesives. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v.14, n.1, p.44-50, Jan. 1998.
3. BARKMEIER, W.W. et al. Bond strengths and SEM evaluation of Clearfil Liner Bond 2. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.8, n.6, p.289-293, Dec. 1995.
4. BENDERLI, Y.; YÜCEL, T. The effect of surface treatment on the bond strength of resin composite to dentin. **Oper. Dent.**, Seattle, v.24, p.96-102, Mar./Apr. 1999.
5. BOUILLAGUET, S. et al. Bond strength of composite to dentin using conventional, one-step and self-etching adhesive systems. **J. Dent.**, Guildford, v.29, p 55-61, Jan. 2001.
6. BOWEN, R.L. Properties of a silica-reinforced polymer for dental restorations. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v.66, p.57-64, Jan.1963.
7. BRAGA, R.R.; CESAR, P.F.; GONZAGA, C.C. Tensile bond strength of filled and unfilled adhesives to dentin. **Am. J. Dent.**, Guildford, v.3, n.2, p.73-76, Apr. 2000.

---

\*ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**:informação e documentação - referências - elaboração. Rio de Janeiro:ABNT, 2000. 22p.

8. BUONOCORE, M.G. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. **J. Dent. Res.**, Washington, DC, v.35, n.6, p.846-851, Dec. 1956.
9. BURROW, M.F. et al. Early tensile bond strengths of several enamel and dentin bonding systems. **J. Dent. Res.**, Washington, DC, v.73, n.2, p.522-528, Feb. 1994.
10. BURROW, M.F. et al. Influence of temperature and relative humidity on early bond strengths to dentine. **J. Dent.**, Guildford, v.23, n.1, p.41-45, Feb. 1995.
11. BURROW, M.F. et al. Bond strength to crown and root dentin. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.9, n.5, p.223-229, Oct. 1996.
12. CARDOSO, P.E.C. et al. Microtensile bond strengths of one-bottle dentin adhesives. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.14, n.1, p. 22-24, Feb. 2001.
13. CARVALHO, R.M. et al., Resin diffusion through desmineralized dentin matrix. **Rev. Odontol. Univ. São Paulo**, São Paulo, v.13, n.4, p.417-424. Oct./Dec.1999.
14. CHAPPELL, R.P. et al. Dentinal tubule anastomosis: A potential factor in adhesive bonding? **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.72, n.2, p. 183-188, Aug. 1994.
15. CHIGIRA, H.; et al. Self etching dentin primers containing phenyl-P. **J. Dent. Res.**, Washington, DC, v.73, n.5, p.1088-1095, Mar. 1994.
16. CHIGIRA, K.I. et al. Bonding efficacy and interfacial microstructure between resin and dentine primed with glyceryl methacrylate. **J. Dent.**, Guildford, v.26, n.2, p.157-163, 1998.

17. DAVIDSON, C.L.; De GEE, A.J.; FEILZER, A.J. The competition between the composite dentin bond strength and polymerization contraction stress. **J. Dent. Res.**, Washington, DC, v.63, n.12, p.1396-1399, Dec. 1984.
18. De GOES, M.F.; PACHANE, G.C.F.; GARCIA-GODOY, F. Resin bond strength with different methods to remove excess water from the dentin. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.10, n.6, p.298-301, Dec. 1997.
19. DEL-NERO, M.; ESCRIBANO, N.; De La MACORRA, J.C. Analysis of sealing vs tensile bond strength of eighth adhesive restorative material systems. **J. Adhesive Dent.**, New Maldin, v.2, n.2, p.117-127, Summer 2000.
20. DEMARCO, F.F.; TURBINO, M.L.; MATSON, E. Tensile bond strength of two adhesive systems. **Braz. Dent. J.**, Ribeirão Preto, v. 9, n.1, p. 19-24, 1998.
21. ELHABASHY, A.; SWIFT Jr., E.J. Bonding to etched, physiologically hydrated dentin. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.7, n.1, p.50-52, Feb. 1994.
22. FERRARI, M.; GORACCI, G.; GARCIA-GODOY, F. Bonding mechanism of three "one-bottle" systems to conditioned an unconditioned enamel and dentin. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.10, n.5, p.224-230, Oct. 1997.
23. FERRARI, M. et al. Morphologic aspects of the resin-dentin interdiffusion zone with five different dentin adhesive systems tested in vivo. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.71, n.4, p.404-408, Apr. 1994.
24. 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.

25. FILLER, S.J. et al. Shear bond strengths of composite to chlorhexidine-treated enamel. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.7, n.2, p.85-88, Apr. 1994.
26. 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.
27. FRITZ, U.B.; FINGER, W.J. Bonding efficiency of single-bottle enamel/dentin adhesives. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.12, n.13, p.277-282, Dec. 1999.
28. GORDAN V.V. et al. Evaluation of adhesive systems using acid primers. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 10, n.5, p. 219-223, Oct. 1997.
29. GWINNETT, A.J. Altered tissue contribution to interfacial bond strength with acid conditioned dentin. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.7, n.5, p.243-246, Oct. 1994.
30. GWINNETT, A.J. Dentin bond strength after air drying and rewetting. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.7, n.3, p.144-148, June 1994.
31. GWINNETT, A.J. et al. Quantitative contribution of the collagen network in dentin hybridization. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.9, n.4, p.140-144, Aug. 1996.
32. HAMID, A.; SUTTON, W.; HUME, W.R. Variation in phosphoric acid concentration and treatment time and HEMA diffusion through dentin. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.9, n.5, p.211-214, Oct. 1996.

33. HASHIMOTO, M. et al. The effect of hybrid layer thickness on bond strength: desmineralized dentin zone of the hybrid layer. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v.16, n.6, p.406-411, Nov. 2000.
34. HILTON, T.J.; SCHWARTZ, R.S. The effect of air thinning on dentin adhesive bond strength. **Oper. Dent.**, Seattle, v.20, n.4, p.133-137, July/Aug. 1995.
35. INAI, N. et al. Adhesion between colagem depleted dentin and dentin adhesives. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.11, n.3, p.123-127, June 1998.
36. INOUE, S. et al. Microtensile bond strength of eleven contemporary adhesives to dentin. **J. Adhesive Dent.**, New Maldin, v.3, n.3, p.237-245, Autumn 2001.
37. INTERNATIONAL STANDARTIZATION FOR ORGANIZATION Dental Mateirals-Guidance on testing of adhesion to thooth structure ISO/TR11405. Geneve, 1994. 14p.
38. JOYNT, R.B. et al. Dentin bonding agents and the smear layer. **Oper. Dent.**, Seattle, v.16, n.5, p.186-191, Sept./Oct. 1991.
39. KANKA, J. Effect of resin primer solvents and surface wetness on resin composite bond strength to dentin. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.5, n.4, p.213-215, Aug. 1992.
40. KATO, G.; NAKABAYASHI, N. The durability of adhesion to phosphoric acid etched, wet dentin substrates. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v. 14, n.5, p.347-352, Sept. 1998.
41. KOIBUCHI, H.; YASUDA, N.; NAKABAYASHI, N. Bonding to dentin with a self-etching primer: the effect of smear layers. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v.17, n.2, p.122-126, Mar.2001.

42. LUZ, M.A.A.C.; GARONE NETO, N. Importância do esfregaço na permeabilidade dentinária., **Rev. Odontol. Univ. São Paulo**, São Paulo, v.9, n.2, p.101-107, abr./jun. 1995.
43. MALLMANN, J.; FELIPPE, W.T.; SOARES, I. Smear layer - é necessário removê-lo? **Rev. Bras. Odontol.**, Rio de Janeiro, v. 53, n.5, p.35-38, set./out. 1996.
44. MARSHALL, G.W. et al. The dentin substrates: structure and properties related to bonding. **J. Dent.**, Guildford, v.25, n.6, p.441-458, Nov. 1997.
45. MIYAZAKI, M. et al. Enamel and dentin bond strength of single application bonding systems. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.14, n.6, p.361-366, Dec. 2001.
46. MONTES, M.A.J.R. et al. A morfological and tensile bond strength evaluation of na unfilled adhesive with low-viscosity composites and a filled adhesive in one and two coats. **J. Dent.**, Guildford, v.29, n.8, p.435-441, Aug. 2001.
47. MUENCH, A.; SILVA, E.M.; BALLESTER, R.Y. Influence of different dentinal substrates on the tensile bond strength of three adhesive systems. **J. Adhesive Dent.**, New Maldin, v.2, n.3, p.209-212, Autumn 2000.
48. MUSKGAARD, E.C.; IRIE, M.; ASMUSSEN, E. Dentin-polymer bond promoted by Gluma and various resins. **J. Dent. Res.** Washington, DC, v.64, n. 12, p.1409-1411, Dec.1985.
49. NAKABAYASHI, N. Bonding of restorative materials to dentine: the present status in Japan **Int. Dent. J.**, Guildford, v.35, n.2, p.145-154, June 1985.

50. NAKABAYASHI, N.; HIRANUAMA, K. Effect of etchant variation on wet and dry dentin bonding primed with 4-META/acetone. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v.16, n.4, p.274-279, July 2000.
51. NAKABAYASHI, N.; NOJIMA, K., MASUHARA, R. The promotion of adhesion by infiltration of monomers into tooth substrates. **J. Biomed. Mater. Res.**, New York, v.16, n.2, p.265-273, Mar.1982.
52. NAKABAYASHI, N.; WATANABE, A.; ARAO, T. A tensile test to facilitate identification of defects in dentine bonded specimens. **J. Dent.**, Guildford, v.26, n.4, p.379-385, May 1998.
53. NAKAJIMA, M. et al. Comparative microtensile bond strength and SEM analysis of bonding to wet and dry dentin. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.13, n.6, p.324-328, Dec. 2000.
54. OGATA, M. et al, Influence of the direction of tubules on bond strength to dentin. **Oper. Dent.**, Seattle, v.26, n.1, p.27-35, Mar./Apr. 2001.
55. PASHLEY, D.H.; CARVALHO, R.M. Dentine permeability and dentine adhesion. **J. Dent.**, Guildford, v. 25, n.5, p.355-369, Sept. 1997.
56. PASHLEY, D.H.; TAY, F.R. Aggressiveness of contemporary self-etching adhesives. Part II: etching effects on unground enamel. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v.17, n.5, p.430-444, Sept. 2001.
57. PASHLEY, D.H., et al. Permeability of desmineralized dentin to HEMA. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v.16, n.1, p.7-14, Jan. 2000.

58. PERDIGÃO, J.; DENEHY, G.E.; SWIFT Jr., E.J. Effects of clorexidine on dentin surfaces and shear bond strengths. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.7, n.2, p.81-84, Apr. 1994.
59. PERDIGÃO, J.; LAMBRECHTS, P.; VAN MEERBEEK, B. The interaction of adhesive systems with human dentin. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.9, n.4, p.167-173, Aug. 1996.
60. PERDIGÃO, J. et al. Effect of a re-wetting agent on the performance of acetone-based dentin adhesives. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.11, n.5, p.207-213, Oct. 1998.
61. PERDIGÃO, J. et al. The effect of a re-wetting agent on dentin bonding. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v.15, n.4, p.282-295, July 1999.
62. PEREIRA, P.N.R. et al. Effect intrinsic wetness and regional difference on dentin bond strength. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v.15, p.46-53, Jan. 1999.
63. PHRUKKANON, S.; BURROW, M.F.; TYAS, M.J. The effect of dentine location and tubule orientation on the bond strengths between resin and dentine. **J. Dent.**, Guildford, v.27, n.4, p.265-274, May 1999.
64. PIOCH, T. et al. Influence of different etching times on hybrid layer formation and tensile bond strength. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.11, n.5, p.202-206, Oct. 1998.
65. PRATI, C.; CHERSONI, S.; PASHLEY, D.H. Effect of removal of surface collagen fibrils on resin-dentin bonding. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v.15, n.5, p.323-31, Sept. 1999.

66. PRATI, C. et al. Dentine permeability and bond quality as affected by new bonding systems. **J. Dent.**, Guildford, v.23, n.4, p.217-226, Aug. 1995.
67. PRATI, C. et al. Resin-infiltrated dentin layer formation of new bonding systems. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 23, n.4, p.185-194, July/Aug. 1998.
68. RABELLO, T.B.; COELHO, A.J.M. Efeito da clorexedina sobre a adesão dentinária e preservação pulpar. **Rev. Bras. Odontol.**, Rio de Janeiro, v.55, n.3, p.136-139, maio/jun. 1998.
69. RETIEF, D.H.; MANDRAS, R.S.;RUSSEL, C.M. Shear bond strength required to prevent microleakage at the dentin / restoration interface. **Am. J. Dent.** San Antonio, v.7, n.1, p.43-46, Feb. 1994.
70. ROSALES-LEAL, J.I. et al. Dentin wetting by four adhesive systems. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v.17, n.6, p.526-532, Nov. 2001.
71. SANO, H. et al. Tensile properties of resin-infiltrated demineralization human dentin. **J. Dent. Res.**, Washington, DC, v.74, n.4, p.1093-1102, Apr. 1995.
72. SANO, H. et al. Long-term durability of dentin bonds made with a self-etching primer, in vivo. **J. Dent. Res.**, Washington, DC, v.78, n.4, p.906-911, Apr. 1999.
73. SCHÜPBACH, P.; KREJCI, I.; LUTZ, F. Dentin bonding: effect of tubule orientation on hybrid layer formation. **Eur. J. Oral Sci.**, Cambridge, v.105, n.4, p.344-352, Aug. 1997.
74. SHIMADA, Y. et al. In vivo adhesive interface between resin and dentin. **Oper. Dent.**, Seattle, v.20, n.5, p.204-210, Sept./Oct. 1995.

75. SHINCHI, M.J.; SOMA, L., NAKABAYASHI, N. The effect of phosphoric acid concentration on resin tag length and bond strength of a photo-cured resin to acid-etched enamel. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v.16, n.5, p.324-329, Sept. 2000.
76. SOUSA, S.M.G. et al. Permeabilidade dentinária: implicações clínicas e terapêuticas. **Rev. Bras. Odontol.**, Rio de Janeiro, v.52, n.5, p.2-5, set./out.1995.
77. SPOHR, A.M.; CONCEIÇÃO, E.N.; PACHECO, J.F.M. Tensile bond strengt of four adhesive systems to dentin. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.14, n.4, p.247-251, Aug. 2001.
78. SUSIN, A.H. et al. Avaliação comparativa de dois métodos de mensuração linear de camada híbrida em microscopia eletrônica de varredura. **Pesq. Odontol. Bras.**, São Paulo, v.16, supl., p.156, ago./set. 2002. (Resumo 268).
79. TANRIVERDI, F.; GÜNDAY, M.; ALTINTAS, S. Early tensile bond strength between dentin and composite resin mediated by bonding agents. **Braz. Dent. J.**, Ribeirão Preto, v. 7, n. 1, p.13-17, 1996.
80. TAY, F.R.; GWINNETT, A.J.; WEI, S.H.Y. The overwet phenomenon: a scanning electron microscopic study of surface moisture in the acid-conditioned, resin-dentin interface. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.9, n.3, p.109-114, June 1996.
81. 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.4, p.161-166, Aug. 1996.
82. TAY, F.R.; GWINNETT, A.J.; WEI, S.H.Y. Ultrastructure of the resin-dentin interface following reversible and irreversible rewetting. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.10, n.2, p.77-82, Apr. 1997.
83. TAY, F.R. et al. Structural evidence of a sealed tissue interface with a total-etch wet-bonding technique in vitro. **J. Dent. Res.**, Washington, DC, v.73, n.3, p.629-636, Mar. 1994.
84. TAY, F.R. et al. Resin permeation into acid-conditioned, moist, and dry dentin: a paradigm using water-free adhesive primers. **J. Dent. Res.**, Washington, DC, v.75, n.4, p.1034-1044, Apr. 1996.
85. TAY, F.R. et al. Effect of smear layers on the bonding of a self-etching primer to dentin. **J. Adhesive Dent.**, New Maldin, v.2, n.2, p.99-116, Summer 2000.
86. TITTLE, K. et al. Penetration of a dentin bonding agent into dentin. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.7, n.4, p.190-194, Aug. 1994.
87. TRIOLO, P.T. et al. Bond strength of an adhesive resin system with various dental substrates. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.74, n.5, p.463-468, Nov. 1995.
88. TURBINO, M.L. et al. Resistência de união à dentina: efeito da umidade e da contaminação com saliva. **Rev. Odontol. Univ. São Paulo**, São Paulo, v.11, supl.1, p.21-26, 1997.

89. UNO, S.; FINGER, W.J. Effects of acidic conditioners on dentine desmineralization and dimension of hybrid layers. **J. Dent.**, Guildford, v.24, n.3, p.211-216, May 1996.
90. VAN MEERBEEK, B. et al. A TEM study of two water-based adhesive systems bonded to dry and wet dentin. **J. Dent. Res.**, Washington, DC, v.77, n.1, p.50-59, Jan. 1998.
91. WALSHAW, P.R.; McCOMB, D. SEM evaluation of the resin-dentin interface with proprietary bonding agents in human subjects. **J. Dent. Res.**, Washington, DC, v.73, n.5, p.1079-1087, May 1994.
92. WATANABE, I.; NAKABAYASHI, N.; PASHLEY, D.H. Bonding to ground dentin by a phenyl-P self-etching primer. **J. Dent. Res.**, Washington, DC, v.73, n.6, p.1212-1220, June 1994.
93. YOSHIKAWA, T. Effects of dentin depth and cavity configuration on bond strength. **J. Dent. Res.**, Washington, DC, v.78, n.4, p.898-905, Apr. 1999.
94. 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.
95. YOSHIYAMA, M. et al. Regional bond strengths of self-etching/self-priming adhesive systems. **J. Dent.**, Guildford, v.26, n.9, p.609-616, Sept. 1998.
96. YOSHIYAMA, M. et al. Comparison of conventional vs self-etching adhesive bonds to caries-affected dentin. **Oper. Dent.**, Seattle, v.25, n.3, p.163-169, May/June 2000.

97. 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.236-39, mai./jun. 1998.
98. ZHENG, L. et al. Relationship between adhesive thickness and microtensile bond strength. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 26, n.1, p. 97-104, Jan./Feb. 2001.

## *APÊNDICES*

Apêndice 1.

Parecer do Comitê de Ética em pesquisa - FOAr-UNESP, referente ao projeto original deste trabalho.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
CÂMPUS DE ARARAQUARA  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA



Rua Humaitá, 1680 - 14801-903 Araraquara-SP - FONE: (0xx16) 2016434 - FAX: (0XX16) 2016433

Araraquara, 14 de agosto de 2001

Ofício CEP-FO/CAr. nº 194/2001

Senhor Pesquisador:

O Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia, reunido em sessão de 13.08.2001, após apreciar a avaliação final do Projeto de sua responsabilidade intitulado "*Avaliação comparativa da resistência adesiva e da espessura e área hibridizada com a utilização de sistemas adesivos atuais sob diferentes condições de substrato dentinário*", considerou-o **APROVADO**, devendo o relatório ser apresentado em Novembro/2002.

Atenciosamente

**Profª Drª MÔNICA DA COSTA SERRA**  
Coordenador do Comitê de Ética em Pesquisa  
da Faculdade de Odontologia

Ilmo. Sr.  
**C. D. ALEXANDRE HENRIQUE SUSIN**  
Pesquisador Responsável

MCS/rcvs

## Apêndice 2.

Tabela 1A. Sumário da análise de variância para a avaliação dos efeitos dos seis materiais em estudo combinados com três condições experimentais, quanto à resistência de união à tração.

Fonte de variação	Graus de liberdade	Quadrado médio	F	valor-p
Material	5	212,24	21,83	<0,0001
Condição	2	999,83	102,86	<0,0001
Interação	10	74,32	7,65	<0,0001
Resíduo	162	9,72		

## Apêndice 3.

Tabela 2A. Comparações múltiplas pelo teste de Tukey das médias de resistência de união à tração.

M	S	G	Média	Grupo																
				{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}	{16}	{17}
M1	S1	{1}	18,71																	
M1	S2	{2}	8,02	*																
M1	S3	{3}	11,92	*	ns															
M2	S1	{4}	19,43	ns	*	*														
M2	S2	{5}	6,64	*	ns	**	*													
M2	S3	{6}	8,92	*	ns	ns	*	ns												
M3	S1	{7}	17,45	ns	*	*	ns	*	*											
M3	S2	{8}	8,63	*	ns	ns	*	ns	ns	*										
M3	S3	{9}	11,69	*	ns	ns	*	*	ns	*	ns									
M4	S1	{10}	19,92	ns	*	*	ns	*	*	ns	*	*								
M4	S2	{11}	10,11	*	ns	ns	*	ns	ns	*	ns	ns	*							
M4	S3	{12}	13,14	*	**	ns	*	*	ns	ns	ns	ns	*	ns						
M5	S1	{13}	23,08	ns	*	*	ns	*	*	*	*	*	ns	*	*					
M5	S2	{14}	16,39	ns	*	ns	ns	*	*	ns	*	ns	ns	*	ns	*				
M5	S3	{15}	16,28	ns	*	ns	ns	*	*	ns	*	ns	ns	*	ns	*	ns			
M6	S1	{16}	15,69	ns	*	ns	ns	*	*	ns	*	ns	ns	*	ns	*	ns	ns		
M6	S2	{17}	17,64	ns	*	*	ns	*	*	ns	*	*	ns	*	ns	**	ns	ns	ns	
M6	S3	{18}	16,46	ns	*	ns	ns	*	*	ns	*	ns	ns	*	ns	*	ns	ns	ns	

\*\* significativo ao nível de 5%

\* significativo ao nível de 1%

## Apêndice 4.

Tabela 3A. Valores de probabilidade (valor-p) dos testes de Shapiro-Wilk e de Levene para avaliar, respectivamente, a normalidade e homogeneidade de variância dos dados de resistência de união à tração.

Teste	Estatística do teste	valor-p
Shapiro-Wilks	W= 0,98	0,3236
Levene	F= 1,27	0,2155

## Apêndice 5.

Tabela 4A Sumário da análise de variância para a avaliação dos efeitos dos seis materiais em estudo combinados com três condições experimentais, quanto à espessura de camada híbrida.

Fonte de variação	Graus de liberdade	Quadrado médio	F	valor-p
Material	5	12,81	11,95	<0,0001
Condição	2	18,20	16,98	<0,0001
Interação	10	2,32	2,16	0,0227
Resíduo	162	1,07		

## Apêndice 6.

Tabela 5A. Comparações múltiplas pelo teste de Tukey das médias de espessura de camada híbrida.

M	S	G	Média	Grupos																
				{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}	{16}	{17}
M1	S1	{1}	4,80																	
M1	S2	{2}	3,43	ns																
M1	S3	{3}	4,33	ns	ns															
M2	S1	{4}	3,85	ns	ns	ns														
M2	S2	{5}	2,29	*	ns	*	ns													
M2	S3	{6}	2,46	*	ns	*	ns	ns												
M3	S1	{7}	3,82	ns	ns	ns	ns	ns	ns											
M3	S2	{8}	3,08	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns										
M3	S3	{9}	3,47	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns									
M4	S1	{10}	3,39	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns								
M4	S2	{11}	1,77	*	**	*	*	ns	ns	*	ns	**	**							
M4	S3	{12}	2,02	*	ns	*	*	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns						
M5	S1	{13}	3,85	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	*					
M5	S2	{14}	3,73	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	**	ns				
M5	S3	{15}	3,96	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	*	*	ns	ns			
M6	S1	{16}	3,34	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	
M6	S2	{17}	2,16	*	ns	*	**	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	**	ns	
M6	S3	{18}	3,99	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	*	*	ns	ns	ns	**	

\*\* significativo ao nível de 5%

\* significativo ao nível de 1%

## Apêndice 7.

Tabela 6A. Valores de probabilidade (valor-p) dos testes de Shapiro-Wilk e de Levene para avaliar, respectivamente, a normalidade e homogeneidade de variância dos dados de espessura de camada híbrida.

Teste	Estatística do teste	valor-p
Shapiro-Wilks	W= 0,98	0,2651
Levene	F= 2,04	0,0118

Apêndice 8.

## SISTEMA ADESIVO SCOTCHBOND MULTI USO (3 M)

LOT



3008 primer  
Março/2004

LOT



7543 adesivo  
março/2004

Apresentação comercial do Sistema Adesivo

Kit composto por:

Ácido Fosfórico 35%	2 X 3,0 ml
Scotchbond Primer	8,0 ml
Scotchbond Adesivo	8,0 ml
Cabos e pontas de pincéis, pontas para seringa de ácido, bloco de espatulação e instruções de uso	vários

### Composição Química:

#### Ácido

Ácido fosfórico 35% em forma de gel

#### Primer

Sol. Aquosa de HEMA  
Co-polímero do ácido polialquenólico

#### Adesivo

BIS-GMA  
HEMA  
Fotoiniciador

### Técnica de aplicação para restaurações diretas: (Recomendações do fabricante)

1. Limpar a cavidade;
2. Condicionar com ácido fosfórico 37% em esmalte e dentina por 15 segundos;
3. Enxaguar com spray ar / água durante 15 segundos;
4. Secar com ar;
5. Aplicar o Primer em esmalte e dentina;
6. Secar gentilmente com jato de ar durante 5 segundos;
7. Aplicar o Adesivo em esmalte e dentina;
8. Fotopolimerizar por 10 segundos.

Apêndice 9.

## SISTEMA ADESIVO SINGLE BOND (3 M)



1 FH 1105  
março/2003

Apresentação comercial do Sistema Adesivo

Kit composto por:

Single Bond Adesivo	6,0 ml
Ácido Fosfórico 35%	2 X 3,0 ml
Instruções de uso; pincel e casulos de manipulação	vários

### Composição Química:

#### Ácido

Água  
Ácido fosfórico 35% em forma de gel

#### Adesivo

HEMA  
BIS-GMA  
Di-metacrilatos  
Fotoiniciadores  
Co-polímero do ácido poliacrílico  
Co-polímero do ácido itacônico  
Água  
Álcool

### Técnica de aplicação para restaurações diretas: (Recomendações do fabricante)

1. Limpar a cavidade;
2. Condicionar com ácido fosfórico 35% em esmalte e dentina por 15 segundos;
3. Enxaguar por 10 segundos
4. Retirar o excesso de água com papel absorvente deixando a superfície úmida
5. Aplicar 2 camadas consecutivas do Adesivo
6. Secar gentilmente com jato de ar durante 2 a 5 segundos;
7. Fotopolimerizar por 10 segundos.

Apêndice 10.

**SISTEMA ADESIVO PRIME & BOND 2.1 (Dentsply)**



65090  
maio/2003

Apresentação comercial do Sistema Adesivo

Kit composto por:

Prime & Bond 2.1	4,0 ml
Ácido Fosfórico 35% gel	2,5 ml
Instruções de uso; pincel e pontas	vários

**Composição Química:**

**Ácido**

Água  
Ácido fosfórico 35% em forma de gel

**Adesivo**

Resinas Dimetacrilato Elastoméricas  
Dipentatriol Pentacrilato (Penta)  
Fotoiniciadores  
Estabilizadores  
Acetona  
Flúor

**Técnica de aplicação para restaurações diretas:  
(Recomendações do fabricante)**

1. Limpar a cavidade;
2. Condicionar com ácido fosfórico 36% em esmalte por 30 segundos e dentina por 15 segundos;
3. Lavar com spray ar / água
4. Secar gentilmente com ar
5. Aplicar uma camada do Adesivo e deixar repousar por 30 segundos
6. Fotopolimerizar por 10 segundos
7. Aplicar a segunda camada
8. Remover excessos com ar durante 5 segundos
9. Fotopolimerizar por 10 segundos

## Apêndice 11.

**SISTEMA ADESIVO ONE COAT BOND (Coltène Whaledent)**

IF720  
junho/2002

Apresentação comercial do Sistema Adesivo:

Kit composto por:

Ácido Fosfórico 15%	2 X 1,2 ml
Adesivo One Coat Bond	1 x 1,2 ml
Acessórios: pincel, cânulas instruções de uso	vários

**Composição Química:****Ácido**

Água  
Ácido fosfórico 15% em forma de gel

**Adesivo**


Éster do ácido metacrílico  
Polímero metacrilizado  
Glycerol dimetacrilato  
Uretano dimetacrilato  
Ácido silícico amorfo

**Técnica de aplicação para restaurações diretas:  
(Recomendações do fabricante)**

1. Limpar a cavidade
2. Condicionar com ácido fosfórico 15% em esmalte por no mínimo 15 segundos e dentina por no máximo 15 segundos;
3. Lavar com spray ar / água durante 20 segundos;
4. Remover o excesso de água com bolinha de algodão ou com pequeno jato de ar;
5. Dispensar o Adesivo sobre um pincel;
6. Esfregar no preparo cavitário por 20 segundos;
7. Fotopolimerizar por 30 segundos.

## Apêndice 12.

**SISTEMA ADESIVO CLEARFIL SE BOND (Kuraray)**

LOT	51208 kit
LOT	00157A
	primer
LOT	00127A
	adesivo
	outubro/2002

Apresentação comercial do Sistema Adesivo:

Kit composto por:

Primer	6 ml
Bond	5 ml
Cabos de pincéis	2
Pontas de pincéis	100
Casulos para mistura	1 placa com 4 casulos
Estojo dispensador	1
Guia de utilização e bula	1

**Composição Química:****Primer**

10-Metacriloxidecyl dihidrogenio fosfato (MDP)  
 2-Hidroxietyl metacrilato (HEMA)  
 Metacrilato hidrofílico  
 Canforoquinona  
 N,N Dietanol-p-toluidine  
 Água

**Bond**

10-Metacriloxidecyl dihidrogenio fosfato (MDP)  
 Bis-fenol A diglicidilMetacrilato (Bis-GMA)  
 2-Hidroxietyl metacrilato (HEMA)  
 Dimetacrilato hidrofóbico  
 Canforoquinona  
 N,N Dietanol-p-toluidine  
 Sílica Coloidal Silanizada


**Técnica de aplicação para restaurações diretas:**

**(Recomendações do fabricante)**

1. Limpar a cavidade
2. Aplicar o Primer e deixar repousar por 20 segundos
3. Secar levemente com ar seco
4. Aplicar o Adesivo
5. Espalhar gentilmente com ar
6. Fotopolimerizar por 10 segundos
7. Aplicar a Resina Composta

Apêndice 13.

### SISTEMA ADESIVO ONE UP BOND F (Tokuyama)

LOT	00231 E Kit
LOT	034 Bonding A
LOT	531 Bonding B
	Fevereiro/2004

Apresentação comercial do Sistema Adesivo:

Mini-Kit composto por:

Bonding A	1,5 ml
Bonding B	1,5 ml
Cabo de pincel	1
Pontas de pincel	50
Casulos para mistura	1
Guia de utilização e bula	1

#### Composição Química:

##### Bonding A

MAC-10 (Monômero de adesão)  
 Metacriloxialquil ácido fosfato (monômero autocondicionante)  
 Bis-GMA  
 TEGDMA  
 Fotoiniciador

##### Bonding B:

HEMA  
 Água  
 Vidro de Fluoraminosilicato pré-tratado (tamanho submicrométrico)  
 Fotoiniciador

#### Técnica de aplicação para restaurações diretas: (Recomendações do fabricante)

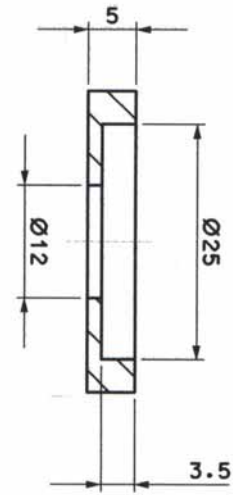
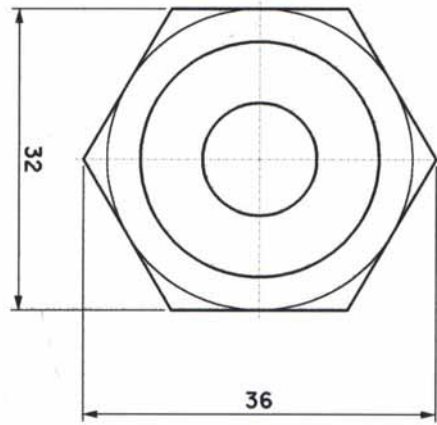
1. Limpar a cavidade
2. Dispensar 1 gota do Bonding A e 1 gota do Bonding B
3. Misturar até ficar vermelho
4. Aplicar o Adesivo em esmalte e dentina

5. Deixar em repouso por 20 segundos
6. Fotopolimerizar por 10 segundos (observar a mudança de cor, do vermelho para o marrom claro)
7. Aplicar a Resina Composta

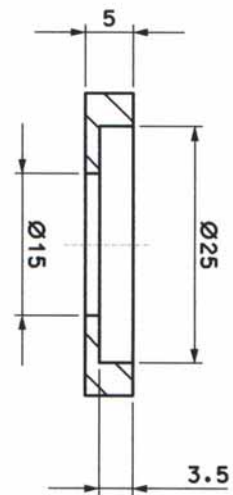
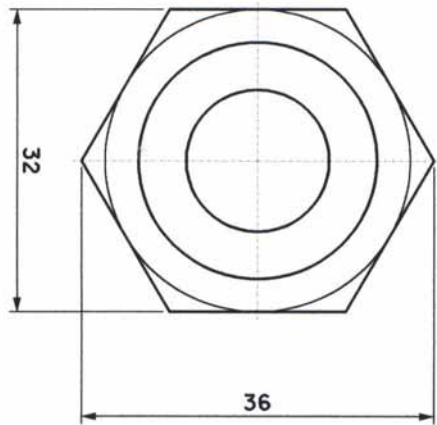
Apêndice 14.

**Centralizadores**

ACO 1020 - ZINCADO AMARELO

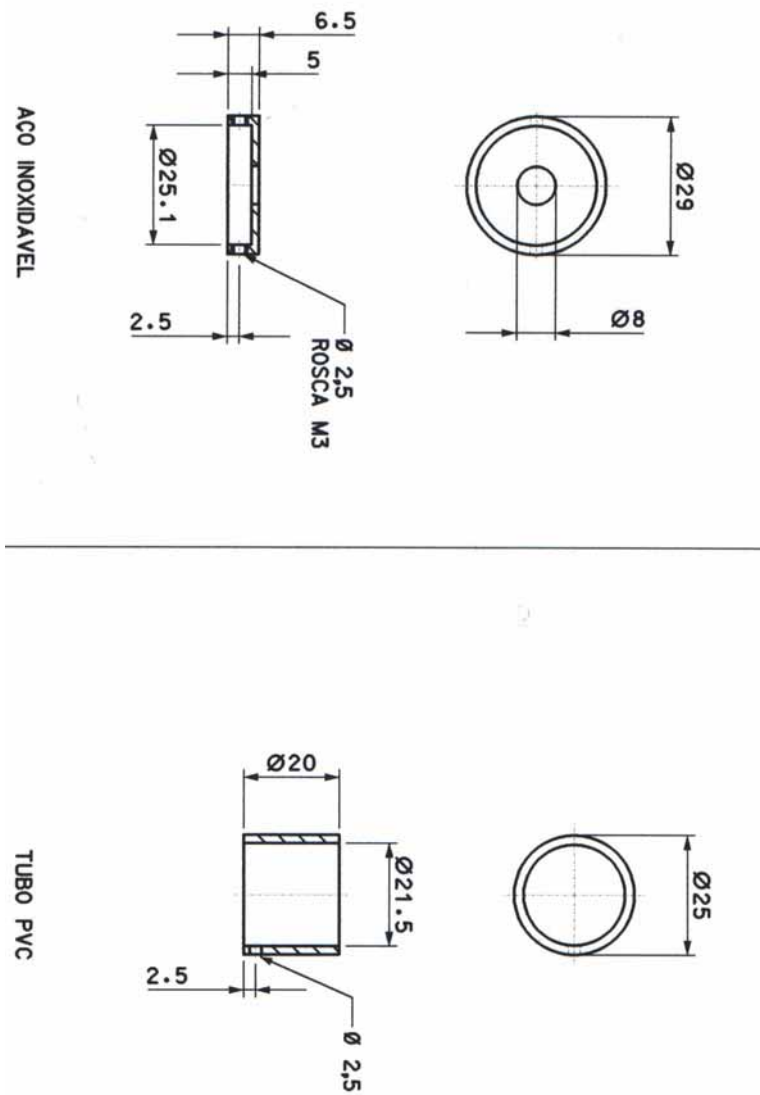


ACO 1020 - ZINCADO AMARELO

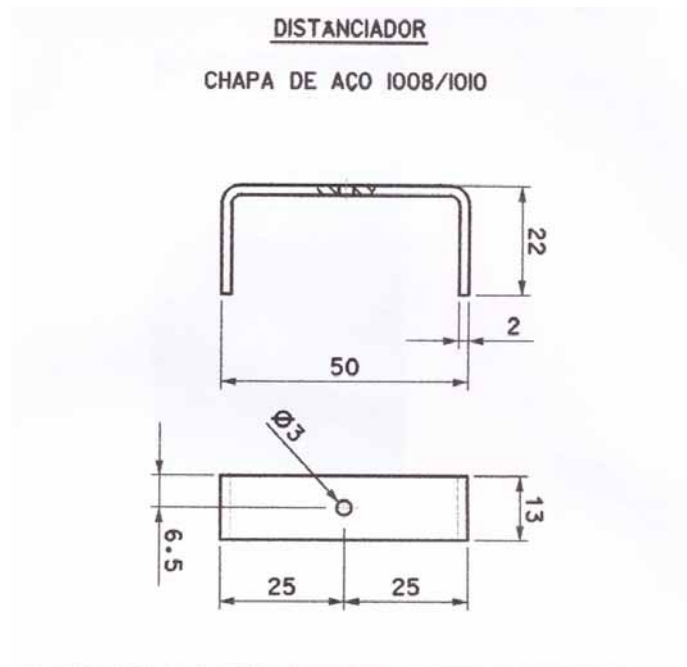


## Apêndice 15.

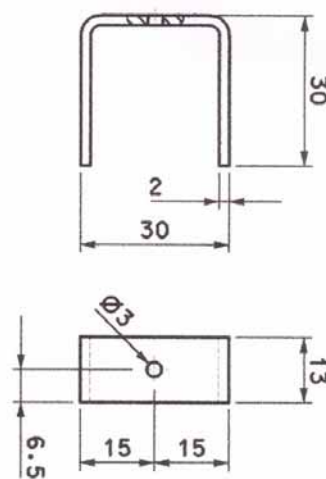
## Luva de segurança e tubo de pvc



## Apêndice 16.

**Distanciadores com orifício de 3,0 mm**

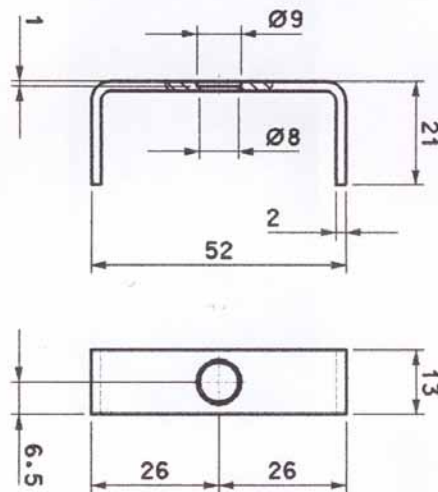
DISTANCIADOR  
CHAPA DE AÇO 1008/1010



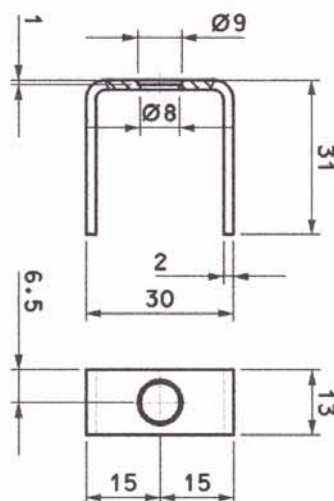
## Apêndice 17.

**Distanciadores com orifício de 8,0 mm**

**DISTANCIADOR**  
CHAPA DE AÇO 1008/1010

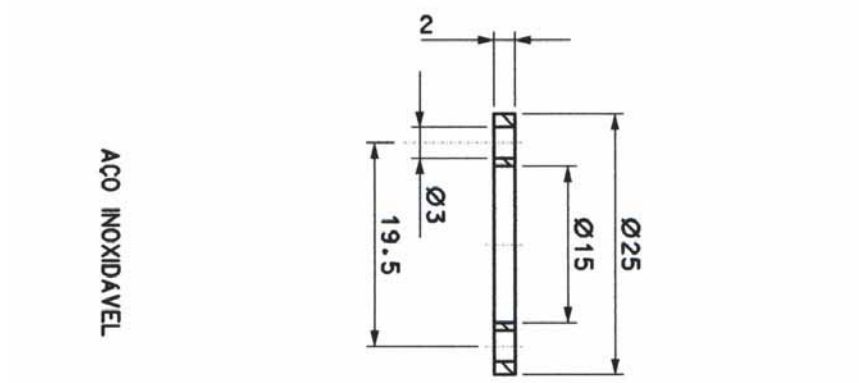
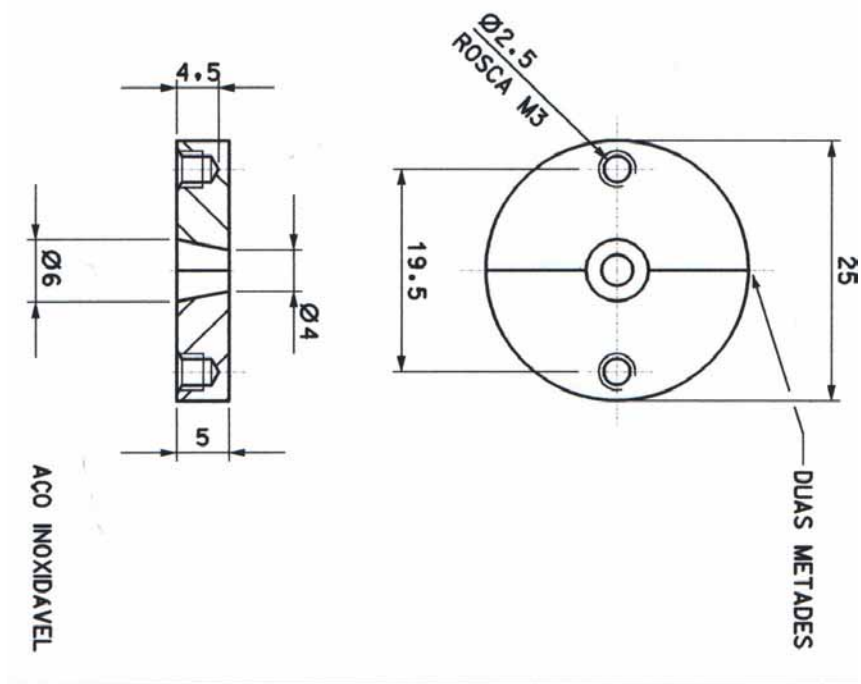


**DISTANCIADOR**  
CHAPA DE AÇO 1008/1010



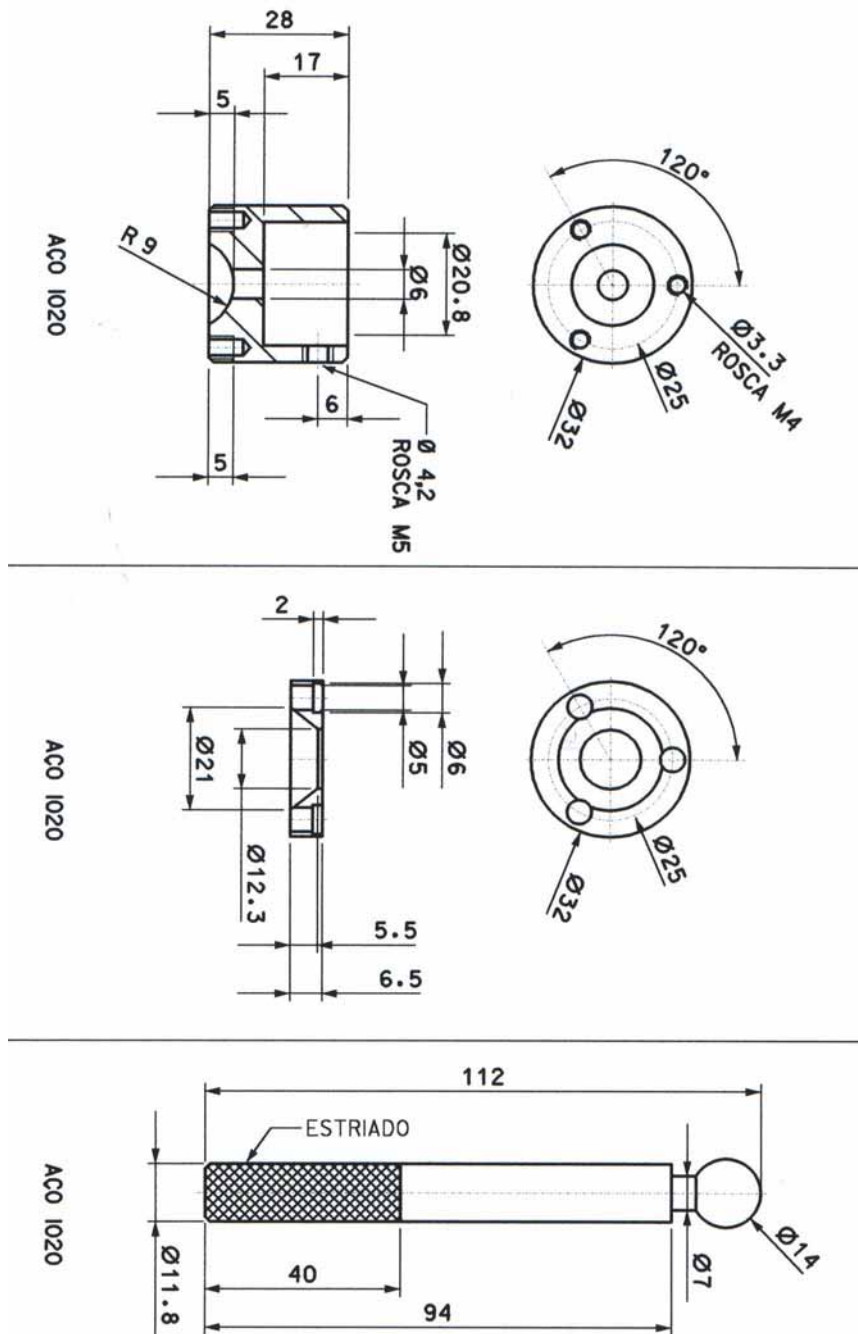
Apêndice 18.

**Matriz metálica bipartida**



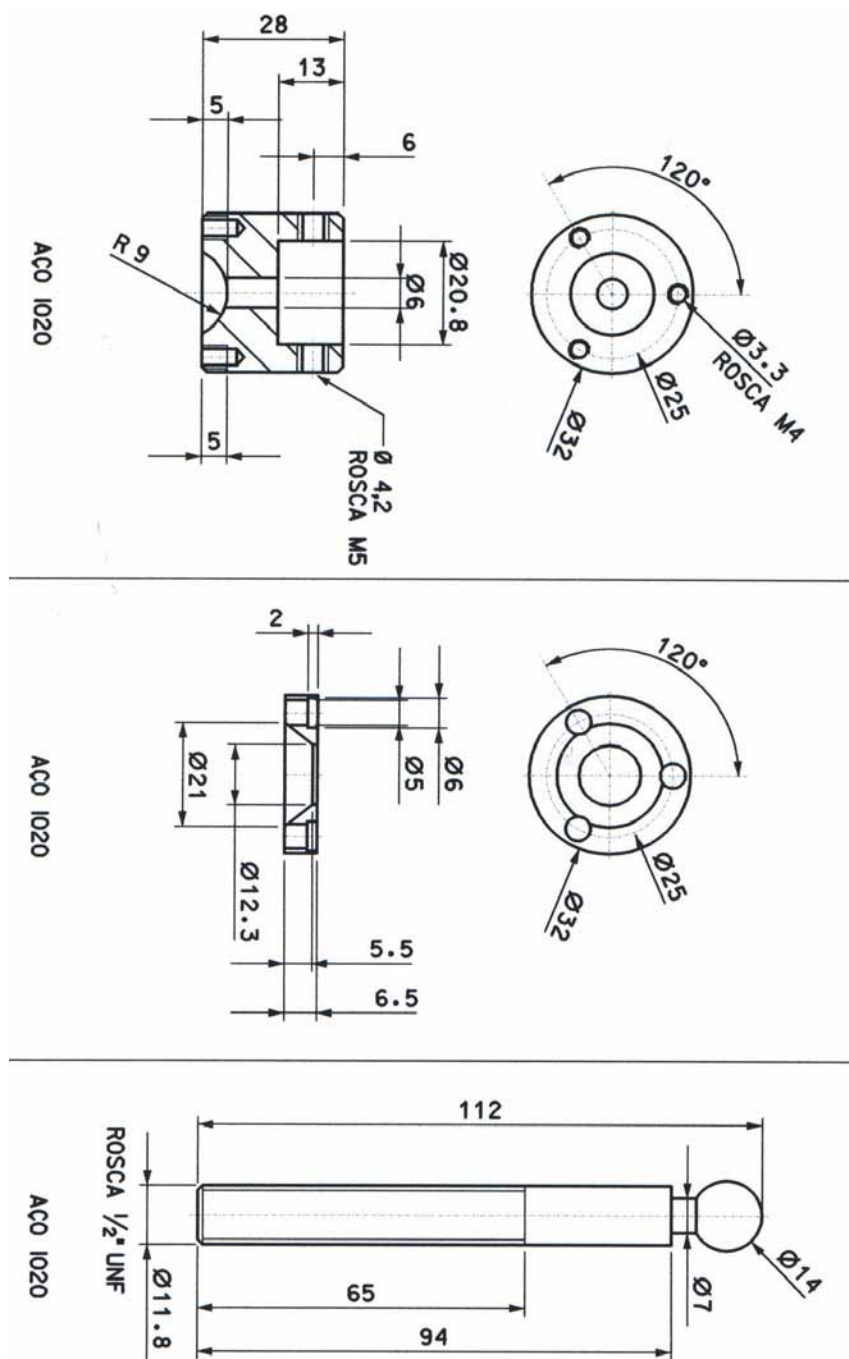
## Apêndice 19.

## Suporte de tração articulado (inferior)



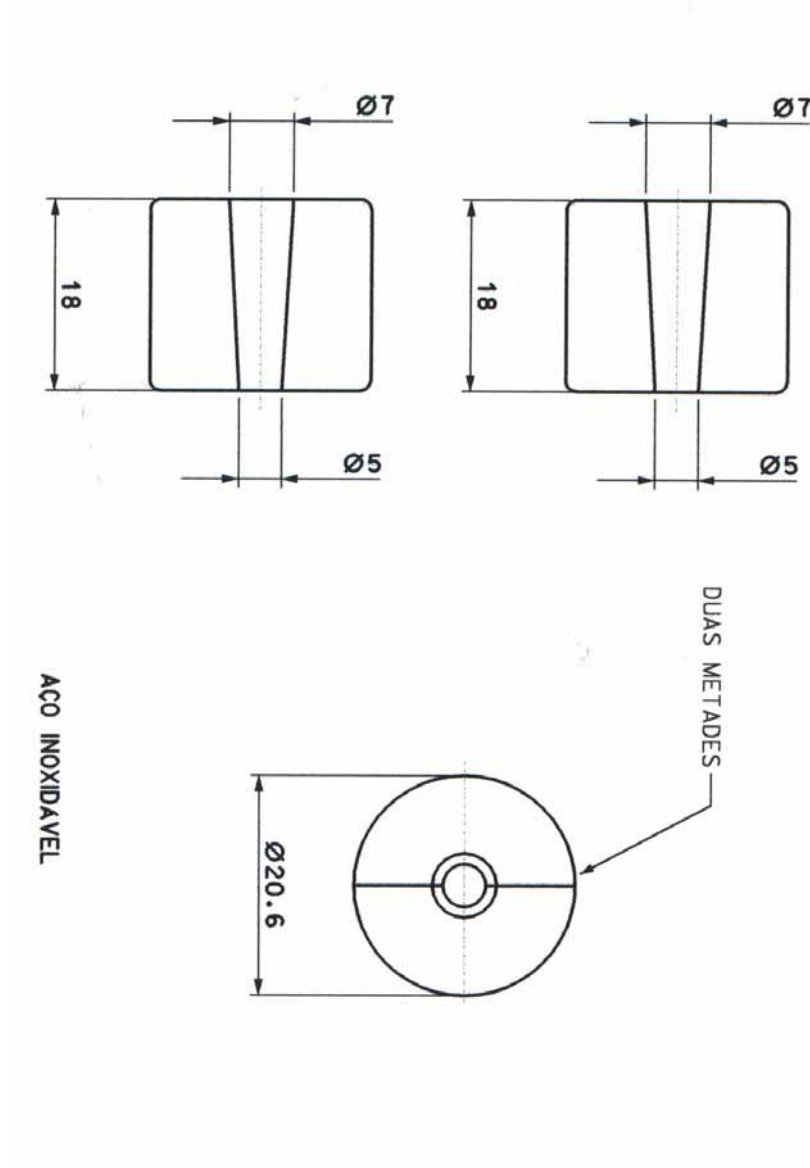
Apêndice 20.

**Tracionador articulado (superior)**



Apêndice 21.

### Pinça de apreensão



*RESUMO*

SUSIN, A.H. Avaliação da Resistência de União à Tração e Espessura de Camada Híbrida: Influência de Sistemas Adesivos e Condições de Substrato Dentinário. 2002. 205p. Tese (Doutorado em Dentística Restauradora) - Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araraquara.

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi realizar, *in vitro*, avaliação da resistência de união à tração (RUT) e espessura de camada híbrida (ECH), em diferentes condições de substrato dentinário (úmido, S1; desidratado, S2 e reumedecido, S3), proporcionado pelos sistemas adesivos de 4ª geração, Scotchbond Multi Uso (SBMU) - 3M ESPE; Single Bond (SB) - 3M ESPE; Prime & Bond 2.1 (P&B2.1) - Dentsply e One Coat Bond (OCB) - Coltène-Whaledent, e os sistemas adesivos de 5ª geração (autocondicionantes), Clearfil SE Bond (CSEB) - Kuraray e One Up Bond F (OUBF) - Tokuyama. Foram utilizados 180 dentes seccionados na altura do 1/3 médio da coroa, originando duas partes cada um: remanescente dental (utilizado no teste de resistência de união à tração) e fragmento oclusal (utilizado na mensuração de camada híbrida). Para cada um dos 18 grupos foram realizadas 10 repetições em cada um dos dois testes, perfazendo um total de 360 amostras. O teste de RUT, foi realizado na Máquina de Ensaio Mecânicos MTS-810, em velocidade de 2 mm / min., e a ECH, foi mensurada à partir de fotografias obtidas em microscopia eletrônica de varredura (Microscópio Eletrônico JSM 330 A), com o *software* Image Tool 2.00. No teste de RUT, o desempenho dos sistemas adesivos foi melhor em S1 e, dentre eles, o CSEB foi o que apresentou a maior média, 23,01 MPa, enquanto que a menor, foi apresentada pelo OUBF, 15,69 MPa. Os sistemas adesivos de 4ª geração apresentaram médias intermediárias, às

quais não foi possível encontrar diferenças estatisticamente significantes. (SBMU, 18,71 MPa; SB, 19,43 MPa; P&B2.1, 17,45 MPa e OCB, 19,92 MPa). As menores médias de RUT dos sistemas adesivos de 4<sup>a</sup> geração, foram constatadas em S2, apresentando a menor média para o SB, 6,64 MPa, enquanto que os sistemas autocondicionantes, apresentaram menores variações de RUT entre os diferentes substratos, assim, observamos que as condições do substrato dentinário interferiram nos resultados obtidos no teste de resistência de união, uma vez que a sua desidratação ocasionou perda significativa em todos os materiais, enquanto que o seu reumedecimento, promoveu pequenas melhoras, especialmente nos sistemas adesivos de 4<sup>a</sup> geração. Nos resultados de ECH, foi constatada menor variabilidade entre os resultados médios obtidos, sendo a maior média, apresentada pelo SBMU, 4,80  $\mu\text{m}$ , em S1, enquanto que a menor média obtida foi de 1,77  $\mu\text{m}$ , pelo OCB, em S2, assim, neste trabalho não foi possível estabelecer correlação entre RUT e ECH.

**Palavras-chave:** Resistência à tração, adesivos dentinários, permeabilidade dentinária.

# *ABSTRACT*

SUSIN, A.H. Evaluation of the tensile bond strength and thickness of hybrid layer: influence of adhesive systems and conditions of dentin substrate. 2002. 205p. Tese (Doutorado em Dentística Restauradora) - Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araraquara.

## *Abstract*

The aim of this work was to perform the evaluation of the tensile bond strength (TBS) and the thickness of the hybrid layer (THL), in different conditions of dentinal substrate (moist, S1; dehydrated, S2 and remoistened, S3), provided by the fourth generation adhesive systems, Scotchbond Multi Uso (SBMU) – 3M ESPE; Single Bond (SB) – 3M ESPE; Prime & Bond 2.1 (P&B2.1) – Dentsply and One Coat Bond (OCB) – Coltène-Whaledent, and the fifth generation adhesive systems (self-etching), Clearfil SE Bond (CSEB) – Kuraray and One Up Bond F – Tokuyama. One hundred and eighty teeth bisected in the 1/3 crown mean level were used, originating two parts each: dental remnant (used in the tensile bond strength testing) and occlusal fragment (used in the hybrid layer measurement). For each of the 18 groups, 10 repetitions were performed for both tests, in a total of 360 samples. The TBS test was performed in a Mechanic Testing Machine MTS-810, in speed 2 mm/ min, and the THL was measured from photographs obtained in scanning electron microscopy (Electron Microscope JSM 330 A), using a software Image Tool 2.00. During the TBS test, the performance of the adhesive systems was better in S1 and, among themselves, CSEB presented the higher average, 23,01 MPa, while the lower average was presented by OUBF, 15,69 MPa. The fourth generation adhesive systems presented intermediate

averages, those which did not revealed statistically significant differences. (SBMU, 18,71 MPa; SB, 19,43 MPa; P&B2,1, 17,45 MPa and OCB, 19,92 MPa). The lower averages of the fourth generation adhesive systems in TBS were verified in S2, presenting the lower average for SB, 6,64 MPa, while the self-etching systems presented lower TBS variations among the different substrates. In the THL results, lower variability was verified among the average results obtained, being the higher average presented by SBMU, 4,80  $\mu\text{m}$ , in S1, while the lower average obtained was 1,77  $\mu\text{m}$  by OCB, in S2, so, it was not possible to establish a correlation between TBS and THL in this work.

**Key words:** Tensile strength, dentin-bonding agents, dentin permeability.