

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO PRETO**

*Resistência ao cisalhamento da dentina.  
Influência do sistema adesivo, da umidade e da profundidade*

**Paola Kirsten Miani**

**Ribeirão Preto**

**2006**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Paola Kirsten Miani

*Resistência ao cisalhamento da dentina.  
Influência do sistema adesivo, da umidade e da profundidade*

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto – Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Odontologia, pelo programa de Pós-Graduação em Reabilitação Oral, do Departamento de Materiais Dentários e Prótese.

**Orientadora: Profa. Dra. Mariane Gonçalves**

**Ribeirão Preto**

**2006**

## FICHA CATALOGRÁFICA

Miani, Paola Kirsten

Resistência ao cisalhamento da dentina. Influência do sistema adesivo, da umidade e da profundidade. Ribeirão Preto, 2006.

106 f. : il. ; 31 cm

Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto / USP – Área de Concentração: Reabilitação Oral.

Orientadora: Profa. Dra. Mariane Gonçalves

1. dentina. 2. resistência ao cisalhamento. 3. sistema adesivo. 4. umidade. 5. profundidade.

## FOLHA DE APROVAÇÃO

**Paola Kirsten Miani**

*Resistência ao cisalhamento da dentina.  
Influência do sistema adesivo, da umidade e da profundidade*

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de  
Ribeirão Preto – Universidade de São Paulo, para obtenção  
do título de Mestre em Odontologia pelo programa de Pós-  
Graduação em Reabilitação Oral do Departamento de  
Materiais Dentários e Prótese.

Orientadora: Profa. Dra. Mariane Gonçalves

Aprovado em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

### **Banca Examinadora**

Prof. Dr. \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_

Assinatura \_\_\_\_\_

Prof. Dr. \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_

Assinatura \_\_\_\_\_

Prof. Dr. \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_

Assinatura \_\_\_\_\_

## *Dedicatória*

*À meu avô Carlos Miani  
que mesmo não estando mais presente  
me guia e me protege  
durante toda minha vida.*

*À minha Avó Aida Lanza Miani  
pelo amor e dedicação em  
minha formação pessoal e profissional.*

*À minha Prima e “irmã” Tereza Cristina  
R. D. Koberstein pelo apoio  
na realização deste trabalho  
e incentivo para conquistas maiores.*

## *Agradecimentos Especiais*

*À Deus que me permitiu o dom da vida e do amor, me guiando e me levando a fazer as coisas certas nos momentos certos.*

*À Profa Mariane Gonçalves, minha orientadora, pela receptividade, oportunidade, dedicação, disposição na realização deste trabalho, e por todo o seu carinho e amizade adquiridos durante toda minha jornada profissional. Sua orientação foi além da necessária para a elaboração desta dissertação. Muito obrigada pela sua paciência, compreensão e apoio em muitos momentos da minha vida.*

*Minha sincera admiração.*

*À minha querida prima e amiga, Tereza Cristina R. D. Koberstein, agradeço pela presença e apoio durante todos os momentos da elaboração deste trabalho e por me mostrar com toda sua experiência e carinho os melhores caminhos, me ajudando nas decisões da minha vida.*

*Aos amigos Érica Torres, Daniele Manfrim, Karla C. V. Fonseca, e Thiago Farina pelo carinho e paciência durante alguns momentos difíceis da minha vida. Obrigada pelo apoio e incentivo para a conclusão desta dissertação, e à amiga - "irmã" Patrícia Luiza Machado, simplesmente pelo seu amor e presença constantes na minha vida.*

*À minha irmã, Mikaelle Kirsten D. da Costa, que mesmo distante, demonstra todo seu amor e incentivo em todos os momentos da minha vida.*

*À Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto – USP, pela oportunidade de realização dos cursos de Graduação e Pós graduação, nível Mestrado, Área de concentração Reabilitação Oral.*

*À Profa. Iara Augusta Orsi, pela colaboração na elaboração deste trabalho, e por sua generosidade, recebendo-me gentilmente em seu ambiente de trabalho.*

*Ao Prof. Osvaldo Luiz Bezzon, coordenador da Área de Reabilitação Oral da FORP-USP e Chefe do Departamento de Materiais Dentários e Prótese.*

*Ao Prof. Ricardo Faria Ribeiro pela permissão para a utilização do Laboratório de Solda a Laser.*

*Ao Luiz Sérgio Soares, funcionário da oficina, pela confecção dos dispositivos utilizados neste trabalho.*

*À Ana Paula Macedo pelo auxílio na utilização de equipamentos do laboratório de Solda a Laser e na elaboração dos esquemas e gráficos utilizados neste trabalho.*

*Aos Funcionários do LIPEN, Edson Volta e Ricardo de Souza Antunes, pelo auxílio na realização dos ensaios laboratoriais e generosidade.*

*À Regiane de Cássia Tirado Damasceno e à Ana Paula Xavier, secretárias do Departamento de Materiais e Prótese, pelos esclarecimentos sobre normas, regras e pela paciência em me ajudar.*

*À Izabel Cristina Galino Sola e à Regiane Cristina Moi, secretárias da pós-graduação, eficientes e responsáveis durante a jornada de trabalho e pela disponibilidade em me atender.*

*À Dabi Atlante por ter cedido o aparelho fotopolimerizador utilizado neste estudo.*

*Às amigas Leticia Zoccolaro e Stael Pedroso pela ajuda na realização deste trabalho.*

*Aos meus amigos e colegas da pós-graduação pela oportunidade de vivência durante o curso de mestrado.*

*A todos os meus amigos e familiares que me acompanharam durante esta importante etapa da minha vida profissional.*

*A todos os professores e funcionários da FORP-USP e Departamento de Materiais Dentários e Prótese, por contribuírem para minha formação como cirurgiã-dentista e por me auxiliarem na pós-graduação.*

*A Todas as pessoas que direta ou indiretamente participaram da realização deste trabalho, muito obrigada.*

## RESUMO

MIANI, P. K. . **Resistência ao cisalhamento da dentina. Influência do sistema adesivo, da umidade e da profundidade.** 2006, 107p. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Odontologia de Ribeirão, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.

*Objetivos:* O propósito deste estudo foi o de avaliar, quanto à resistência ao cisalhamento, o comportamento de três sistemas adesivos, Single Bond Adper, Gluma Confort Bond e Magic Bond DE em função da umidade e profundidade da dentina. *Material e Método:* Sessenta terceiros molares extraídos tiveram suas raízes removidas e as coroas seccionadas no sentido mesio-distal. As faces vestibulares foram incluídas em anel de PVC/resina acrílica e divididas em três grupos, um para cada adesivo selecionado. Cada grupo foi subdividido em dentina seca e úmida. Para se avaliar as diferentes profundidades de dentina, os mesmos corpos-de-prova preparados para a avaliação da resistência adesiva da camada superficial foram utilizados. Os espécimes foram então identificados e desgastados, posterior e seqüencialmente, para as profundidades de 0,5 , 1,0 , 1,5 , 2,0 mm. Cada profundidade foi avaliada por meio do método de cisalhamento ISO TR 11405, usando uma máquina universal de testes (EMIC-2000), regulada a 0,5 mm/minuto e célula de carga de 200 Kgf. Os resultados foram submetidos à análise estatística de variância (testes ANOVA, Tukey e Scheffé). *Resultados:* Houve diferença estatística significativa ( $p < 0,01$ ) para os três fatores de variação (adesivo, umidade e profundidade) e para as interações *adesivo x profundidade* e *umidade x profundidade* ( $p < 0,01$ ) e *umidade x adesivo* ( $p < 0,05$ ). O adesivo Single Bond Adper apresentou maiores valores em relação aos outros dois adesivos nas duas condições de umidade e em todas as profundidades, embora seus valores tenham diminuído nas regiões mais profundas e na dentina seca. *Conclusões:* Baseado nestes achados pode-se concluir que a resistência ao cisalhamento da dentina é dependente do sistema adesivo utilizado, grau de umidade da dentina (seca ou úmida) e da profundidade do substrato.

Palavras-chave: Dentina, resistência ao cisalhamento, adesivo dental, umidade, profundidade.

## **ABSTRACT**

MIANI, P. K. **Dentin shear resistance. Influence of the adhesive system, humidity and depth.** 2006. 107p. Master Dissertation - School of Dentistry of Ribeirão Preto, São Paulo University, Ribeirão Preto.

*Objective:* The aim of this study was to evaluate the shear bond strength of dentin to three adhesive systems: Single Bond Adper, Gluma Confort Bond and Magic Bond DE related to humidity conditions and depth. *Material and Methods:* Sixty extracts third molars had the roots removed and the crowns bisected on the mesio-distal direction. The vestibular surfaces were included in PVC/ acrylic resin ring and divided in three groups according to the three selected adhesives. Each group was subdivided in dry and wet dentin. The same specimens prepared to evaluation of superficial shear resistance were utilized in order to evaluate the different depths of dentin. The specimens were identified and abraded for depths of 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 mm. Each depth was evaluated by ISO TR 11405, using an EMIC-2000 machine regulated at 0.5 mm/min and 200 Kgf of cell load. The results were submitted to statistical analysis (ANOVA, Tukey and Scheffé tests). *Results:* Data showed statistical differences to adhesive, humidity, and depth variation factors ( $p < 0,01$ ) and to adhesive/depth and humidity/depth ( $p < 0,01$ ) and humidity/adhesive ( $p < 0,05$ ) interactions. The Single Bond Adper showed higher values compared to the others adhesives in both humidity conditions and all depths tested although their values had decreased in dry dentin and in deeper regions. *Conclusions:* Based on these finds it can be concluded that dentin shear bond strength is dependent of material (adhesive system), humidity degree of dentin (dry or wet) and substrate depth.

Key-words: Dentin, shear bond strength, dental adhesive, humidity, depth.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	7
2.1 Evolução dos sistemas adesivos dentais .....	7
2.2 Influência da umidade na resistência adesiva da dentina.....	22
2.3 Influência da profundidade na resistência adesiva da dentina.....	40
3. PROPOSIÇÃO.....	52
4. MATERIAL E MÉTODO.....	54
4.1 Dispositivo para centralização dos cortes de dentina.....	55
4.2 Matriz bi-partida.....	56
4.3 Suporte cilíndrico metálico.....	56
4.4 Dispositivo para ensaio de cisalhamento.....	57
4.5 Preparo dos corpos-de-prova.....	58
4.6 Análise Estatística.....	65
5. RESULTADOS.....	67
5.1 Resultados dos ensaios de resistência ao cisalhamento.....	68
5.2 Análise das fraturas.....	75
6. DISCUSSÃO.....	77
7. CONCLUSÕES.....	88
8. REFERÊNCIAS.....	91
9. ANEXO.....	105

## **1. Introdução**

---

## 1. Introdução

Nos dias atuais, pacientes buscam o tratamento odontológico preocupando-se não apenas com o restabelecimento da anatomia e da função, mas procurando por técnicas restauradoras que promovam um perfeito resultado estético através de restaurações praticamente invisíveis, muito semelhantes à cor natural dos dentes, garantindo assim, a satisfação. A busca constante por estes materiais restauradores estéticos revolucionou tanto a prática como alguns conceitos introduzidos no início do século.

A Odontologia moderna dispõe de materiais como as resinas compostas, que correspondem a esse requisito estético e permitem a realização de preparos dentais mais conservadores quando associadas aos sistemas adesivos, que por sua vez, promovem a adesão da restauração às estruturas dentais. Fatores como força de adesão, capacidade da interface adesiva na prevenção da microinfiltração marginal, e durabilidade da união estão indicativos do sucesso da restauração, e têm sido alvo de muitos estudos, especialmente estimulados pela rápida evolução dos sistemas de adesão à dentina e ao esmalte, evidenciando a importância da Odontologia Adesiva.

O mecanismo básico de adesão à dentina e ao esmalte é essencialmente o mesmo e corresponde a um processo de troca, envolvendo a substituição da hidroxiapatita

dissolvida por ácidos, pelos adesivos que se polimerizam e se tornam micromecanicamente imbricados nas porosidades criadas (GARONE FILHO, 2002). Por outro lado, a adesão à dentina tem sido considerada um grande desafio.

Comparada ao esmalte, que é um tecido extremamente mineralizado, a dentina possui aspectos peculiares no que se refere à adesão, por ser um substrato mais complexo morfológica e histologicamente, composta por 30% de matéria orgânica, 50% de substâncias inorgânicas, cristais de hidroxiapatita e 20% de fluidos (MARSHALL, 1993; MARSHALL et al., 1997). É caracterizada por apresentar numerosos túbulos orientados, envoltos por uma zona peritubular altamente mineralizada e uma matriz intertubular com fibras de colágeno tipo 1 que englobam os cristais de apatita. Os túbulos atravessam a dentina em toda a sua espessura; seu número e diâmetro variam de acordo com a proximidade com a polpa (MARSHALL et al., 1997). Pashley & Carvalho, em 1997 calcularam que 22% dos túbulos estão localizados próximos à polpa, apresentando 2,5 µm de diâmetro, e apenas 1% dos túbulos com 0,8 µm diâmetro estão próximos da junção amelodentinária. Os túbulos são parcialmente preenchidos pelos processos odontoblásticos e fluidos advindos da polpa estão constantemente presentes em seu interior. O movimento dos fluidos nos túbulos é conhecido como permeabilidade transdental (PASHLEY, 1993) e é responsável pela sensibilidade da dentina (BRÄNNSTRÖN, 1972) e pela umidade intrínseca presente.

Desde que Buonocore em 1955 introduziu a técnica do ataque ácido do esmalte, várias tentativas foram realizadas para se aplicar o mesmo procedimento na dentina. Somente em 1979, Fusayama et al. constataram que a utilização do condicionamento ácido da dentina aumentava a força de adesão por meio da remoção da camada de esfregaço (*smear layer*) produzida durante o preparo cavitário e da dissolução parcial da

hidroxiapatita, permitindo a penetração dos monômeros presentes nos adesivos no interior do substrato dentinário.

Para promover uma efetiva retenção e selar a dentina, os adesivos devem penetrar tanto na dentina intratubular como na dentina intertubular e formar, respectivamente, os *tags* (resina infiltrada no interior dos túbulos) e uma camada híbrida uniforme (NAKABAYASHI et al., 1982). A formação dos *tags* é ideal quando a resina se adere às paredes dos túbulos, prevenindo a microinfiltração e a sensibilidade (TAY et al., 1994; 1995). A infiltração intertubular é garantida quando a resina é capaz de ocupar completamente os espaços preenchidos por água ao redor das fibras de colágeno, envolvendo-as ao máximo, na total profundidade de desmineralização provocada pelo condicionamento ácido (SANO et al., 1995).

A capacidade dos adesivos penetrarem tanto na dentina intertubular quanto na dentina intratubular depende de diferentes fatores, entre eles a profundidade do substrato dentinário. Na dentina superficial, que contém menor quantidade de túbulos do que a dentina profunda, a infiltração intertubular da resina é responsável pela maior parte da adesão, enquanto que na dentina profunda a adesão é promovida na maior parte pela infiltração da resina no interior dos túbulos. Teoricamente, a dentina profunda poderia produzir altos valores de adesão devido à maior área disponível para a resina selar as paredes dos túbulos e hibridizar a dentina intertubular (PASHLEY et al., 1995), mas a presença da umidade intrínseca provocada pela movimentação dos fluidos dentinários nessa região, foi relatada como uma dificuldade à retenção (PRATI et al., 1991). Portanto, essas diferenças na composição da dentina, em função da localização devem ser consideradas como um fator muito importante na habilidade adesiva dos sistemas adesivos (YOSHIKAWA et al., 1999).

Outro fator envolvido na adesão à dentina é a presença de água durante os procedimentos adesivos provenientes dos fluidos dentinários, dos procedimentos de enxágüe, e das próprias soluções adesivas. O condicionamento ácido da dentina remove o conteúdo mineralizado da superfície e as fibras colágenas ficam suportadas pela água (JACOBSEN et al., 2000). A manutenção da integridade estrutural dos espaços entre as fibras colágenas pela água, mantendo a umidade na superfície, permite uma efetiva infiltração do adesivo (MOLL et al., 2000). Entretanto, alguns estudos relataram que a infiltração pode ser incompleta mesmo quando a técnica da dentina úmida é utilizada (PHRUKKANON et al., 1999; HASHIMOTO et al., 2000; SPENCER et al., 2000), acrescentando assim mais um fator influente na resistência adesiva: a composição dos sistemas adesivos. Os adesivos podem apresentar diferentes formulações quanto à monômeros, solventes, presença de partículas de carga e conseqüentemente apresentar variações nos valores de adesão frente ao substrato dentinário, principalmente em regiões mais profundas onde a presença de umidade é constante (KUGEL, & FERRARI, 2000).

Significantes avanços têm sido demonstrados no sentido de se conseguir um sistema adesivo e técnicas ideais para o procedimento de adesão de restaurações à dentina. Na seleção do sistema adesivo para uso clínico é muito importante avaliar a resistência adesiva e a habilidade de selamento destes agentes. Para a avaliação da resistência adesiva são utilizados normalmente os testes de tração ou cisalhamento, entre outros. Entretanto, falhas como infiltração marginal, reincidência de cárie, fraturas e sensibilidade pós-operatória continuam freqüentes em condições clínicas, assim como a variabilidade no comportamento dos sistemas adesivos durante os testes de resistência adesiva, e estão associadas, em grande parte, com a densidade tubular da dentina em

função da distância da polpa, com a umidade presente no substrato dentinário e com as variações na composição dos materiais adesivos. Assim sendo, a busca de informações sobre resistência adesiva da dentina em diferentes profundidades de uma mesma área dental, observada sob diferentes condições de umidade e quando são utilizados diferentes adesivos ainda se faz necessária.

## **2. Revista da Literatura**

---

---

## 2. Revisão da Literatura

### 2.1 Evolução dos sistemas adesivos dentais

A Odontologia Adesiva, que permite a utilização de materiais restauradores estéticos com potencial de união micromecânica ao dente, teve seu alicerce baseado no sucesso de Buonocore, em 1955, ao promover a técnica do condicionamento ácido do esmalte, utilizando ácido fosfórico a 85%. A introdução da técnica levou o autor a tentar o mesmo procedimento na dentina, em 1956, utilizando o ácido glicerosfosfórico dimetacrilato, que foi estudado como o primeiro adesivo dentinário, acreditando-se que a adesão era promovida pela interação da molécula bifuncional da resina com os íons cálcio da hidroxiapatita. No entanto, o autor não obteve sucesso, devido às pobres características de molhamento da resina utilizada e à falta de conhecimento da dentina como substrato de adesão.

Em 1965, Bowen testou, utilizando o conceito de condicionamento da dentina, adesivos contendo monômeros como o NPG-GMA (N-fenil-glicina glicidil metacrilato), com a finalidade de atuar como um *primer* para promover a adesão entre esmalte/dentina e resina. Esses adesivos constituíram a primeira geração de adesivos

dentinários, apresentando resistência adesiva de apenas 1 a 3 MPa e resultados clínicos insatisfatórios.

O procedimento de ataque ácido da dentina demorou a ser aceito principalmente pela provável ação deletéria do condicionador à polpa (BURKE, 1987).

No final dos anos setenta, com o aperfeiçoamento dos agentes de união, foi introduzida a segunda geração de adesivos dentinários, indicados para a aplicação direta sobre a *smear layer*, contendo éster fosfato e poliuretanos associados a monômeros como o Bis-GMA (Bisfenol Glicidil Metacrilato), UDMA (Uretano Metacrilato) ou HEMA (Hidroxietil Metacrilato). O mecanismo pelo qual esses sistemas se aderiam à dentina era postulado pela reação química entre os grupos fosfato do adesivo e o cálcio da dentina. Os monômeros adicionados tinham por objetivo formar uma união covalente com os grupos hidroxila nas fases inorgânica e orgânica da dentina (JOINT et al., 1991). Para esses adesivos foram encontrados valores de resistência ao cisalhamento de 5 a 7 MPa. Segundo a argumentação de Watanabe et al., em 1994, esses adesivos penetravam muito pouco na dentina, por serem relativamente hidrófobos e devido à permanência da *smear layer*.

Com a proposta de melhorar a penetração do adesivo na estrutura dental, os agentes de terceira geração introduziram, como inovação, os *primers* hidrofílicos. Estes *primers* eram compostos por monômeros hidrofílicos como o 4-META, ou HEMA, tendo como finalidade remover, substituir ou modificar a *smear layer* e eram aplicados previamente à aplicação do adesivo, uma resina fluida hidrófoba, que promovia a união do *primer* à resina composta (NAKABAYASHI & PASHLEY, 1998). Alguns desses sistemas, como exemplo o Gluma (Bayer), utilizavam o EDTA a 17%, como um condicionador para promover a remoção da *smear layer*, o qual era aplicado

anteriormente à aplicação do *primer*; outros sistemas de terceira geração apresentavam *primers* como soluções acidificadas, como o Scotchbond 2 (3M), o qual continha um *primer* composto por uma solução de ácido maléico a 2,5 % e HEMA a 55%, que, respectivamente, modificava e infiltrava a dentina (SOUZA, 1995). Estes adesivos revelaram valores de adesão acima de 10 MPa (ASMUSSEN et al., 1988).

Apesar de Fusayama et al., em 1979, terem proposto a técnica do ataque ácido total, foi somente em 1982, quando Nakabayashi et al. anunciaram um novo mecanismo de adesão condicionando a superfície da dentina com um composto à base de ácido cítrico a 10% e 3% de cloreto férrico, seguido da aplicação do *primer* à base de monômeros hidrofílicos, que surgiram no mercado os adesivos de quarta geração. Os agentes de quarta geração caracterizaram-se por utilizarem o condicionamento total da dentina, permitindo a completa remoção da *smear layer*, o aumento das embocaduras dos túbulos dentinários, a exposição da rede de fibras colágenas, e subsequente penetração dos monômeros, promovendo a formação da camada híbrida (colágeno e resina). Portanto, o procedimento de adesão para estes sistemas propunha três etapas: condicionamento ácido da dentina, aplicação do *primer* à base de monômeros hidrofílicos e aplicação da resina hidrófoba que se une à resina composta. Atualmente o condicionamento da dentina com ácido fosfórico a 32 ou 37% tem mostrado os melhores resultados quando comparado a outros ácidos (maléico ou cítrico), podendo ainda ser encontrados e utilizados, sendo preconizada a sua aplicação por 15 segundos (PERDIGÃO, 1995).

Alguns mecanismos de adesão (químicos e físicos) têm sido propostos na adesão à dentina. Segundo Nakabayashi et al. (1991), pesquisas extensivas têm sido realizadas mostrando que uma adesão forte e durável é formada quando um monômero como o 4-

META (4-metacriloxietil anidrido trimelitato) contendo grupos hidrofílicos e hidrofóbicos penetra o tecido e é polimerizado formando a camada híbrida.

Segundo Erickson (1992), o estabelecimento de uma interface adesiva só será possível se a tensão superficial do agente adesivo for inferior à energia superficial do substrato sobre o qual será aplicado, o que resultará em maior e melhor capacidade de molhamento da superfície da dentina pelo agente adesivo. Esta capacidade de molhamento é o primeiro requisito para uma adesão efetiva, e está diretamente relacionada com a desmineralização da dentina por meio de condicionadores ácidos e sua interação com monômeros hidrofílicos e solventes presentes nos adesivos. Trabalhando com adesivos de quarta geração, Kanca, em 1992, relatou forças de união na ordem de  $32,61 \pm 4,50$  MPa, usando condicionamento com ácido fosfórico a 37%, por 15 segundos, em esmalte e dentina com o sistema All Bond 2.

Com o objetivo de simplificar a técnica de adesão, diminuindo os passos durante os procedimentos adesivos, surgiram no mercado os adesivos monocomponentes, sendo classificados como agentes de quinta geração. Estes sistemas consistem em dois tipos de materiais adesivos: os sistemas *one bottle*, que combinam *primer* e adesivo em um único frasco; e os sistemas *self etching primer*, onde o condicionador ácido e o *primer* estão presentes numa mesma solução (PERDIGÃO et al. 1997). Embora não haja um consenso na literatura, estes adesivos podem ser considerados de quinta geração. Os sistemas *one bottle* mantêm um balanço nas concentrações dos monômeros hidrofílicos e hidrofóbicos, e são aplicados sobre a estrutura dental após o condicionamento ácido. Inicialmente eles são fluidos, infiltrando-se na dentina e proporcionando a formação da camada híbrida; após a evaporação do solvente tornam-se mais espessos, unindo-se à resina composta (FINGER & FRITZ, 1996). Os solventes mais utilizados nesses

adesivos são o etanol e a acetona. Por sua vez, os sistemas *self etching primer*, desenvolvidos por Watanabe & Nakabayashi em 1993, que combinam o condicionador ácido com o *primer* em uma só solução, eliminam a necessidade de enxágüe para remoção do gel ácido. Na composição desses *primers* existem monômeros ácido-fosfatados em concentrações maiores do que as utilizadas nos adesivos anteriores, resultando em valores de pH em torno de 1,4 (NISHIDA et al., 1993). Alguns testes laboratoriais de resistência adesiva não demonstraram diferenças estatísticas entre os adesivos *one bottle* e os adesivos com o *primer self-etching* (YOSHIYAMA et al., 1996), embora testes clínicos e laboratoriais de infiltração mostraram que o selamento marginal com sistemas *one bottle* foi superior quando comparado aos adesivos com o *primer* autocondicionante (FERRARI et al., 1997). Segundo Van Meerbeek et al. (1994), a remoção da *smear layer* através do ataque ácido realizado anteriormente à aplicação do *primer* pode produzir uma adesão à dentina mais real e duradoura.

Miyazaki et al. (1995) avaliaram a influência da adição de carga aos sistemas adesivos por meio do teste de resistência ao cisalhamento usando dentes bovinos. Os autores também procuraram determinar a quantidade adequada de carga que pode ser adicionada a um sistema adesivo experimental. Para este trabalho foram utilizados sistemas adesivos experimentais, adicionando a estes micropartículas de carga com 0,05 µm contendo 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, e 70% em volume. Incisivos bovinos foram incluídos em resina autopolimerizável e preparados com lixas de granulação 600. Após o pré-tratamento da superfície da dentina com o *primer*, o agente adesivo experimental foi aplicado seguido da aplicação da resina composta. Dez amostras de cada grupo foram estocadas em água destilada a 37°C por 24 horas e então submetidas aos testes de cisalhamento à velocidade de 1mm/minuto. A resistência adesiva da dentina foi afetada

pelo nível de carga utilizada. O valor máximo de resistência adesiva foi obtido com o nível de carga a 10% em volume ( $14,3 \pm 2,3$  MPa) e os valores diminuíram com níveis de carga acima de 30% em volume ( $10,4 \pm 1,7$  MPa –  $5,3 \pm 2,6$  MPa). Os autores concluíram que os agentes adesivos contendo carga podem ser um importante fator que influencia a resistência adesiva. E quando um agente com carga é usado, é necessário determinar o nível adequado de carga para otimizar a adesão.

Em 1997, Pashley & Carvalho realizaram um estudo de revisão da literatura no qual descreveram a estrutura da dentina e sua relação com a penetração dos sistemas adesivos neste substrato, com o objetivo de ressaltar a importância da infiltração do adesivo nos túbulos dentinários e nos espaços interfibrilares criados pelo condicionamento ácido da dentina. Neste trabalho, os autores discutem a técnica do condicionamento ácido, a aplicação de *primer*, a importância da formação da camada híbrida e as vantagens da técnica úmida em relação à seca, entre outros fatores relacionados à permeabilidade do substrato dentinário. Os autores concluíram que o condicionamento ácido da dentina produz profundas mudanças nas propriedades físicas da matriz, podendo influenciar a qualidade da adesão entre dentina e resina, e também, sua resistência e durabilidade.

Perdigão et al., em 1997, analisaram sistemas adesivos que combinavam *primer* e adesivo em um único frasco, com o objetivo de avaliar se os adesivos à base de água produziram menor força adesiva e menor penetração na dentina do que outros adesivos contendo outros solventes. Quarenta molares extraídos foram desgastados para expor a dentina mediana e divididos em quatro grupos (n=10): Grupo 1 - Single Bond Experimental; Grupo 2 – Prime & Bond 2.1; Grupo 3 - Syntac Single Component; e, Grupo 4 - Tenure Quik com flúor. Após o condicionamento ácido, as superfícies foram

tratadas com os sistemas adesivos de acordo com o seu grupo seguindo as instruções dos fabricantes, a resina composta (Z100) foi condensada na área de adesão e fotopolimerizada. Após 24 horas em água destilada, as amostras foram termocicladas e a resistência ao cisalhamento foi medida numa Máquina Universal de Testes (Shimadzu, modelo A6-AR3) à velocidade de 0,5 cm/minuto. Os adesivos também foram aplicados em discos de dentina com 600 µm de espessura para comparar a interface adesiva de cada sistema adesivo testado. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (*one way ANOVA*) e ao teste de Duncan. A interface foi observada em microscópio eletrônico para observação da aparência morfológica da área de adesão. Duas características morfológicas foram observadas: a profundidade de penetração da resina nos túbulos e a espessura e densidade da zona de difusão resina/dentina. Os resultados revelaram que o Single Bond apresentou maiores valores de resistência adesiva estatisticamente significantes comparado aos outros três adesivos. O mesmo adesivo também apresentou uma camada híbrida uniforme e adequada, com completa infiltração do adesivo e hibridização. As amostras preparadas com o Syntac Single Component e o Prime & Bond 2.1 ficaram no grupo intermediário (teste de Duncan). O Prime & Bond 2.1 apresentou uma camada híbrida bem infiltrada e *tags* curtos de resina, com alguns espaços entre as paredes dos *tags* e a área de interdifusão, além de algumas áreas sugerindo uma infiltração inadequada nos túbulos. O Syntac Single Component apresentou áreas de espaços vazios entre as fibras colágenas. O Tenure Quik com flúor exibiu os menores valores de adesão e áreas de incompleta infiltração do adesivo. Todos os materiais penetraram na dentina e formaram a camada híbrida. Os autores observaram que a adesão à dentina é imprevisível usando sistemas adesivos *one bottle*, e a química de cada material pode ser mais importante do que o tipo de solvente.

Al-Ehaideb & Mohammed, em 2000, realizaram um estudo no qual avaliaram a resistência ao cisalhamento de cinco adesivos de um só frasco de quinta geração: Bond 1, Single Bond, One-Step, Prime & Bond 2.1 e Tenure Quick com flúor. O sistema adesivo Tenure All-Surface, um adesivo de quarta geração foi utilizado como controle. Neste trabalho, vinte amostras foram preparadas para cada material e a resistência ao cisalhamento foi mensurada usando uma máquina universal de testes à velocidade de 0,5 mm/minuto, e a fratura analisada com o uso de microscopia eletrônica. Os resultados foram analisados estatisticamente usando o teste ANOVA. Os resultados dos testes para cada sistema adesivo foram: Bond 1:  $18,36 \pm 3,19$  MPa; Single Bond:  $16,22 \pm 2,11$  MPa; One-Step:  $22,51 \pm 3,69$  MPa; Prime & Bond:  $16,64 \pm 3,66$  MPa; Tenure Quick:  $16,43 \pm 3,2$  MPa; and Tenure All-Surface Bonding System:  $15,06 \pm 3,5$  MPa. A resistência ao cisalhamento do adesivo One Step mostrou diferença estatisticamente significativa quando comparado com os outros cinco grupos ( $p < 0,01$ ). Nenhuma diferença estatística significativa foi encontrada entre o grupo controle e os outros quatro adesivos de um só frasco. Oito por cento das amostras de cada adesivo apresentaram falhas entre a resina e o adesivo, com exceção do Tenure All Surface onde todas as amostras falharam nesta interface (resina-adesivo). Os autores concluíram que os adesivos de um só frasco apresentam resultados similares ao grupo controle, um adesivo de quarta geração.

Utilizando adesivos de frasco único (Bond 1, Single Bond e Optibond Solo), De Castro et al. (2000) demonstraram que a aplicação de diferentes técnicas de condicionamento (ácido e ácido + NaOCL a 10%) da dentina interferiu na resistência ao cisalhamento, e dependem do tipo de sistema adesivo. As amostras foram obtidas utilizando incisivos bovinos que foram desgastados e polidos com lixas d'água de

granulação de 300 a 600 e divididas aleatoriamente em 6 grupos: G1 - ácido /10% NaOCl + Bond 1 (B1H); G2 - ácido + Bond 1 (B1); G3 - ácido/10% NaOCl + Optibond Solo (OSH); G4 - ácido + Optibond Solo (OS); G5 - ácido/10% NaOCl + Single Bond (SBH); e, G6 - ácido + Single Bond (SB), usados de acordo com as instruções do fabricante. Após a resina composta (Z100) ser aderida com a ajuda de uma matriz de teflon, as amostras foram estocadas em condições de umidade por sete dias a 37°C. Os testes de cisalhamento foram realizados em uma Máquina Universal de Testes (EMIC) numa velocidade de 0,5 mm/minuto. A resistência adesiva em MPa foi analisada pelo *two way* ANOVA e teste de Tukey. Os resultados para os adesivos tratados com NaOCl a 10% e seus respectivos desvios-padrão foram: SBH = 14,28 (4,21); B1H = 14,39 (3,61); OSH = 10,35 (5,74); e, os valores sem NaOCl a 10% foram: SB = 10,35 (2,95); B1 = 9,38 (3,10); OS = 9,79 (3,48). Os autores relataram que o tratamento com ácido e NaOCl a 10% aumentou a remoção do colágeno e conseqüentemente a força de união dos adesivos testados, exceto para o Optibond Solo. Eles concluíram que o aumento na resistência adesiva depende do sistema adesivo usado.

Quanto à profundidade de desmineralização, Perdigão et al. (2000) testaram o efeito de diferentes condicionadores ácidos na resistência adesiva da dentina usando três sistemas adesivos. Para tal estudo, noventa incisivos bovinos foram seccionados para expor a dentina. Os exemplares foram aleatoriamente divididos para os três adesivos: OptiBond SOLO, Permaquik PQ1 e Single Bond. Para cada sistema adesivo, os corpos-de-prova foram divididos em subgrupos que receberam o tratamento com os ácidos: fosfórico gel a 37,5% (Kerr Gel Etchant), fosfórico gel a 35% (Ultraetch) e fosfórico gel a 37% (Scotchbond Etching Gel). Os adesivos foram aplicados seguindo as instruções do fabricante. Após a aplicação da resina, os corpos-de-prova foram submetidos ao teste

de cisalhamento. Posteriormente os adesivos foram aplicados a discos de dentina com espessura de 800  $\mu\text{m}$  (dois para cada subgrupo) e restaurados com uma resina de baixa viscosidade. As amostras foram descalcificadas em solução de EDTA e observadas em microscópio eletrônico. De acordo com os resultados apresentados, os autores concluíram que não houve significância estatística na resistência adesiva. O adesivo Permaquik apresentou maior resistência adesiva ( $18,5 \pm 3,0$  MPa) do que os outros materiais, embora não tenha sido significativo, mas também apresentou maiores falhas coesivas. Em relação aos condicionadores ácidos, o Ultraetch resultou em maior resistência adesiva, mas não estatisticamente maior do que os outros materiais, mostrando também maior número de falhas coesivas. De acordo com a análise em microscópio eletrônico, os autores relataram que a penetração da resina e a formação da camada híbrida foram observadas em todos os grupos, independente do tipo de ácido utilizado. Segundo os autores, apesar da utilização de diferentes tipos de gel de ácido condicionante representarem diferentes espessuras de camada híbrida, a resistência adesiva não foi afetada quando a dentina foi condicionada por 15 segundos.

Em 2001, Cardoso et al. investigaram a performance de três adesivos *one bottle* em relação à resistência à microtração. Molares humanos foram preparados para expor a dentina na superfície oclusal. Os dentes foram aleatoriamente divididos em três grupos de acordo com os adesivos: Grupo 1 - Prime & Bond 2.1; Grupo 2 - Prime & Bond NT; e, Grupo 3 - Experimental (NT sem carga). Todos os materiais foram aplicados de acordo com as recomendações do fabricante. Uma resina composta de alta densidade (Surefil) foi inserida na área de adesão em cinco incrementos. Palitos de dentina foram obtidos por meio de discos diamantados e foram estocados em água destilada por 24 horas. A resistência à microtração foi medida numa máquina universal de testes. Os

resultados foram: Grupo 1:  $54,3 \pm 15,6$  MPa; Grupo 2:  $62,0 \pm 17,6$  MPa; e, Grupo 3:  $54,6 \pm 16,8$  MPa. Embora não tenha sido observada diferença estatisticamente significativa entre os adesivos, o Prime & Bond NT mostrou uma tendência a maiores valores de resistência adesiva.

Gallo et al. (2001) compararam a resistência ao cisalhamento de quatro sistemas adesivos com carga (Prime & Bond NT, One Coat Bond, OptiBond Solo e PermaQuik1) com um adesivo convencional sem carga (3M Scotchbond Multipurpose Plus). Colunas de resina composta (Herculite XRV) foram aderidas à dentina usando os cinco adesivos de acordo com as instruções do fabricante. As amostras foram termocicladas a  $60^{\circ}\text{C}$ . Cada amostra foi testada numa máquina universal de testes e testada sua resistência ao cisalhamento até a fratura. Os dados foram analisados estatisticamente usando o *one way* ANOVA e o teste Newman-Kuels. A análise estatística mostrou que o One Coat Bond apresentou maiores valores de resistência adesiva ao cisalhamento do que os outros sistemas adesivos testados.

Nunes et al., em 2001, realizaram um estudo no qual tentaram explicar a relação entre a composição dos sistemas adesivos (solvente e carga) e a resistência à microtração na dentina. Neste trabalho utilizaram quinze terceiros molares preparados para expor a dentina superficial, a qual foi polida com lixa de granulação 600. A dentina foi condicionada com ácido fosfórico a 37,5% por 15 segundos, enxaguada e o excesso de umidade removido com papel absorvente. A superfície foi mantida visivelmente úmida em toda as amostras. Os adesivos foram aplicados seguindo as instruções do fabricante: Single Bond (SB), Single Bond experimental com partículas de carga (ExpSB), Prime & Bond NT (NT), Prime & Bond NT experimental (ExpNT) e One Coat Bond com carga (OC). Cada adesivo foi aplicado em três dentes e um cilindro de

resina foi construído na superfície oclusal. Após 24 horas e estocagem em água, cada dente foi seccionado verticalmente produzindo camadas de 0,7 mm. Cada camada foi seccionada obtendo palitos de dentina com uma área de 0,35 a 0,45 mm<sup>2</sup>. A resistência adesiva à microtração foi avaliada usando uma máquina universal de testes. Os dados foram analisados através dos testes *one way* ANOVA e Duncan. Para os adesivos com carga os valores de resistência adesiva obtidos foram: 57,9 MPa para o ExpSB e 48,2 MPa for NT. Os adesivos sem carga SB e ExpNT obtiveram os seguintes valores: 75,9 MPa e 38,7 MPa, respectivamente. O adesivo sem carga SB apresentou resistência adesiva significativamente maior que o adesivo experimental SB com carga. O adesivo à base de etanol Single Bond apresentou maiores resultados comparados ao adesivo à base de solvente não volátil One Coat e ao adesivo à base de acetona Prime & Bond NT.

Recentemente, muitos adesivos têm sido propostos como adesivos de sexta geração. Estes agentes adesivos são caracterizados pela possibilidade de adesão à dentina e ao esmalte em uma única solução, reduzindo o tempo de trabalho clínico e minimizando erros durante a manipulação e aplicação dos mesmos (KUGEL et al., 2000). Embora estes materiais possam realmente representar um sistema de apenas um passo (*one step*) por possuírem um adicional potencial de adesão à hidroxiapatita (VAN MEERBEEK et al., 2003), os primeiros estudos sobre estes agentes demonstraram uma adesão suficiente para a dentina, enquanto que, para o esmalte, os resultados foram insuficientes (YOSHIYAMA et al., 1998).

Avaliando a resistência à tração de algumas regiões do esmalte e da dentina de dentes humanos, e análise por meio de microscopia eletrônica de varredura, Yoshiyama et al., em 1998, realizaram um estudo utilizando dois sistemas adesivos *self-*

*etching/self-priming* disponíveis comercialmente: o Clearfil Liner Bond 2 (LB 2, Kuraray) e o Fluoro Bond (FB, Shofu). Os adesivos foram aplicados às superfícies do esmalte e da dentina seguindo as instruções do fabricante, e a resina composta foi aderida. Os dentes com a resina já aderida foram seccionados no sentido de seu longo eixo, promovendo uma área de adesão (interface dente-restauração) de 1 mm<sup>2</sup>. Tanto o LB 2 como o FB exibiram altos valores de adesão nas dentinas coronária, cervical e no terço médio da raiz, mas o mesmo não ocorreu na dentina da região apical da raiz e no esmalte.

Peutzfeudt & Asmussem, em 2002, realizaram testes de resistência ao cisalhamento com seis sistemas adesivos: Scotchbond Multi-Purpose, Scotchbond 1, Prime & Bond 2.1, Syntac, Gluma Classic e Gluma CPS. As superfícies planas dos dentes foram tratadas com os sistemas adesivos seguindo as instruções do fabricante e com algumas variações como diminuição no tempo de aplicação e utilização de menos camadas que o recomendado, e após sete dias de estocagem a 37°C, as amostras foram testadas até a fratura. Os resultados demonstraram que houve diminuição na resistência adesiva para três adesivos testados na dentina (Scotchbond Multi-Purpose, Scotchbond 1 e Prime & Bond 2.1). Os autores relataram que certas variações no protocolo de instruções do fabricante, como diminuição do tempo de aplicação, aplicação de menor número de camadas do que o recomendado pode afetar significativamente a resistência adesiva da dentina. Os resultados foram negativos para o esmalte. Os autores concluíram que os procedimentos indicados pelo fabricante devem ser seguidos meticulosamente.

Segundo Van Meerbeek et al. (2003), em seu trabalho de revisão sobre o estado atual e futuras mudanças na adesão em esmalte e dentina, os autores, por meio de

estudos das características ultramorfológicas e químicas da interface dente-material, relataram que apesar da tendência dos fabricantes em simplificar a técnica adesiva, a redução dos passos durante os procedimentos não garante a qualidade de adesão. Os autores concluíram que os sistemas que utilizam os três passos (condicionamento ácido, aplicação do *primer* e aplicação do adesivo) ainda demonstram os melhores resultados laboratoriais e clínicos, embora, no futuro, os adesivos que não utilizam condicionamento ácido prévio, poderão melhorar a resistência adesiva por favorecerem a união química ao dente, além da união micromecânica.

Devido à grande disponibilidade e variedade de sistemas adesivos encontrados no mercado, para determinar sua indicação clínica, entender a correta técnica de seu uso e conhecer os seus componentes, os adesivos receberam várias classificações. Inicialmente, o critério de classificação dos sistemas adesivos foi por “gerações” como citado até então, também chamada de cronologia de introdução, pelo fato de que todos os fabricantes seguiam uma tendência semelhante. Atualmente, segundo o GRUPO BRASILEIRO DE PROFESSORES DE DENTÍSTICA, 2005, os adesivos são classificados em dois grandes grupos relacionados ao uso ou não do ácido fosfórico. Os adesivos que utilizam o condicionamento ácido prévio do esmalte e dentina denominados *all etch*, são compostos basicamente por três componentes: o ácido, o *primer* e o *bond*. Quando os três componentes são oferecidos em frascos separados há necessidade de três passos para a sua aplicação. Muitos adesivos apresentam estes componentes em dois frascos, um para o ácido e outro onde o *primer* e o *bond* estão juntos, sendo, portanto, aplicados apenas em dois passos. Os adesivos autocondicionantes ou *self etch* não requerem a aplicação prévia do ácido fosfórico, pois apresentam em seu *primer* ácidos orgânicos ou monômeros ácidos que dissolvem o

esfregação (*smear layer*) e penetram na estrutura dental. Além disto, a variedade na composição dos adesivos permite também a classificação quanto: ao número de etapas, à presença de flúor, ao sistema de ativação, ao tipo de solvente e à presença de carga.

## 2.2 Influência da umidade na resistência adesiva da dentina

A relação entre a permeabilidade da dentina e a adesão a esse substrato tem sido motivo de vários trabalhos na busca de se encontrar o melhor material e as melhores condições da superfície dentinária para receber o material adesivo. A efetividade da adesão dos sistemas adesivos pode ser avaliada em relação à sua capacidade de penetrar e selar a superfície da dentina, a qual não é homogênea, característica esta que contribui para a variabilidade na resistência adesiva.

Tendo em vista que a água constitui um fator intimamente relacionado com a adesão, pela presença constante no substrato da dentina (TAY et al., 1994), os agentes adesivos foram modificados e reformulados para se tornarem hidrofílicos, aumentando a resistência adesiva.

Quando a dentina íntegra é submetida ao ataque ácido, removendo a *smear layer*, ocorre a desmineralização dos cristais de hidroxiapatita que antes davam suporte à malha de colágeno dentinária. Após o procedimento de lavagem para remoção do agente condicionador, a dentina desmineralizada deve ser ocupada pela água, mantendo a integridade das fibras colágenas, preservando a porosidade necessária para a penetração dos monômeros adesivos (KANCA, 1992; PERDIGÃO & SWIFT, 1994; TAY et al., 1995). Se a dentina for seca com jatos de ar, a água será eliminada,

causando colapso da rede fibrosa, reduzindo dessa forma os espaços entre as fibras colágenas, comprometendo a penetração do adesivo (GWINNETT, 1994; PASHLEY et al., 1995; TAY et al., 1996). Com o objetivo de se evitar este problema, foi proposta a aplicação do *primer* sobre o substrato úmido, sendo esta técnica preconizada como a mais favorável para a hibridização (KANCA, 1992). Mesmo quando a dentina for seca com jatos de ar, a sua reumidificação pode proporcionar uma adequada resistência adesiva. Este conceito de umidade foi analisado em um estudo realizado por Tay et al., em 1996, no qual relataram o fenômeno do supermolhamento da dentina. Para os autores, a umidade da dentina é desejável, mas o excesso de umidade pode comprometer o sucesso dos sistemas adesivos, pois a água em grandes concentrações pode provocar a presença de espaços vazios no interior da camada de adesivo por causar a separação de seus componentes, resultando uma adesão ineficiente.

Em relação à umidade do substrato, um aspecto a ser priorizado é o tipo de solvente presente na formulação dos sistemas adesivos. Os solventes mais utilizados nos agentes adesivos são substâncias voláteis como a acetona e o etanol, acrescidos ou não de água, ou somente a água. A função destes solventes é dissolver os monômeros hidrofílicos do *primer*, facilitando sua penetração na dentina.

Os adesivos à base de etanol são menos sensíveis à umidade quando comparados aos adesivos contendo acetona como solvente (PASHLEY et al., 2001). Estes adesivos evaporam muito rapidamente e podem impedir uma adequada interdifusão dos monômeros, e também provocarem uma desidratação da dentina.

Os *primers* que contêm uma adequada porcentagem de água na sua composição podem resultar em eficiente resistência adesiva quando aplicados na dentina seca,

---

porque a água irá expandir o volume da malha colágena, restaurando a integridade das fibras, e, conseqüentemente, o adesivo poderá infiltrar-se (INABA et al., 1995).

Se a dentina for mantida úmida, os agentes adesivos deverão ocupar o espaço da água, penetrando entre os espaços das fibras colágenas. Os solventes voláteis, como o etanol e a acetona podem ajudar na eliminação da água e na penetração dos monômeros no substrato dentinário desmineralizado, pois a água vai sendo gradualmente substituída pelos componentes do adesivo, reduzindo a contração e o colapso das fibras (CARVALHO et al., 1996), sendo, portanto, os mais indicados para a técnica da dentina úmida.

Em contrapartida, os adesivos à base de água quando aplicados sobre a dentina úmida podem não apresentar o mesmo benefício, tendo em vista o fenômeno do supermolhamento (TAY et al., 1996).

A estrutura desmineralizada da dentina, por se mostrar diferente nas condições seca e molhada, apresentará distintas características de permeabilidade, o que poderá afetar a qualidade da adesão em função dos componentes do agente adesivo.

Gwinnet, em 1992, realizou um estudo no qual comparou a resistência ao cisalhamento de sistemas adesivos aplicados na dentina úmida e seca. Cinco sistemas adesivos contendo *primers* hidrofílicos foram avaliados, três deles contendo acetona. Os adesivos All Bond, Amalgambond, Mirage Bond e Tenure produziram maiores valores estatisticamente significantes quando aplicados na dentina úmida. O Mirage Bond teve seus valores quadruplicados. A resistência adesiva apresentada pelo Gluma foi comprometida pela presença de umidade. O autor concluiu que a acetona provavelmente facilitou a penetração do adesivo promovendo uma retenção micromecânica. O

---

Amalgabond não contém acetona, mas é fortemente hidrofílico e revelou uma camada híbrida eficiente.

Em 1995, Miers et al. avaliaram o efeito da umidade da dentina e do tempo de estocagem na resistência adesiva ao cisalhamento usando o sistema adesivo Scotchbond Multi-Purpose. Sessenta superfícies oclusais de molares humanos foram utilizadas, após serem preparadas e uniformizadas com lixas d'água de granulação 400 e 600. Os dentes foram aleatoriamente divididos em quatro grupos contendo quinze amostras cada. As superfícies foram condicionadas, lavadas e secadas com jatos de ar comprimido (seca) ou com papel absorvente (úmida). O *primer* e o adesivo foram aplicados de acordo com as instruções do fabricante e cilindros de resina composta foram construídos nos dentes. Dois dos grupos (dentina seca e úmida) foram estocados por 24 horas em água destilada a 37°C, enquanto que os dois outros grupos foram estocados por 90 dias em água destilada a 37°C. Após o final da estocagem as amostras foram levadas ao teste de cisalhamento à velocidade de 0,5 mm/minuto e tiveram os seguintes resultados em MPa: dentina seca e estocada por 24 horas,  $13,30 \pm 5,1$ ; dentina seca e estocada por 90 dias,  $13,07 \pm 3,8$ ; dentina úmida estocada por 24 horas,  $13,64 \pm 4,9$ ; e, dentina úmida estocada por 90 dias,  $15,58 \pm 5,3$ . A análise estatística não mostrou diferença estatística significativa entre as condições úmida e seca da dentina para os dois tempos de estocagem. O tempo de estocagem não teve um efeito significativo em ambas condições de umidade.

Para Tay et al. (1996), a preservação da integridade morfológica das fibras colágenas da dentina desmineralizada mantendo um grau de umidade favorável, pode contribuir para a adesão. Neste estudo, os autores investigaram as diferenças micromorfológicas entre a dentina úmida e a dentina seca usando os sistemas adesivos:

(a) o Aelitebond, um adesivo de um frasco à base de álcool e sem água, e (b) um sistema adesivo experimental à base de acetona, sem água, similar ao All Bond 2 contendo álcool, de dois frascos. No grupo da dentina úmida, após a remoção do ácido com água, a dentina foi seca com papel absorvente e mantida visivelmente úmida. No grupo da dentina seca, as superfícies foram secas com jatos de ar por 30 segundos após a remoção do condicionador ácido com água. Após o procedimento de adesão, os discos de dentina de cada grupo foram observados em microscópio eletrônico de varredura (SEM) e no microscópio eletrônico de transmissão (TEM). O condicionamento da dentina com ácido fosfórico a 37% por 20 segundos produz uma completa desmineralização da dentina. No grupo da dentina úmida, o colágeno e os espaços interfibrilares completamente infiltrados pelo adesivo puderam ser observados, resultando na formação da camada híbrida. No grupo da dentina seca, apenas uma fina camada híbrida foi observada, não encontrando espaços entre as fibras colágenas, sugerindo um colapso estrutural das mesmas, impedindo a completa infiltração do adesivo.

Testando a resistência ao cisalhamento de um novo sistema adesivo, o Single Bond, aplicado à superfície da dentina em diferentes condições de umidade, Swift & Bayne, em 1997, compararam-no a dois adesivos de frasco único (Prime & Bond e One Step) e a um adesivo convencional, o Scotchbond Multi Purpose. Cento e vinte incisivos bovinos desinfetados em uma solução de cloramina a 0,5% foram inseridos em anéis de PVC com resina acrílica autopolimerizável. As superfícies foram regularizadas com lixas de granulação 120, para expor a dentina, que foi polida com lixas de granulação 600. Os corpos-de-prova foram divididos em doze grupos e a resistência adesiva foi mensurada na dentina úmida, molhada e com excesso de umidade. A

condição úmida foi obtida através de “secagem” com papel absorvente e um leve jato de ar, ficando a dentina sem umidade aparente, mas não ressecada. A superfície molhada foi obtida removendo apenas o excesso de água da dentina, ficando uma visível umidade. Nenhum excesso de umidade foi removido para se obter a superfície extra molhada, não sendo utilizado, portanto, nenhum procedimento de remoção do excesso de água. Para o grupo One Step, a dentina foi condicionada com ácido fosfórico gel a 32%. Após o enxágüe, a superfície foi preparada conforme as condições de umidade requerida para os testes. Duas camadas consecutivas do adesivo foram aplicadas e o excesso do agente removido com jato de ar, seguida pela fotopolimerização por 10 segundos. Para o grupo Prime & Bond, foi realizado condicionamento da dentina com ácido fosfórico a 34%, seguido de lavagem com spray de ar/água. O adesivo foi aplicado e deixado por 20 segundos. Uma camada adicional de adesivo foi aplicada e o excesso de solvente removido com jato de ar. O adesivo foi fotopolimerizado por 10 segundos. Para o Single Bond, a dentina foi condicionada com ácido fosfórico a 35% e lavada com água por 5 segundos. Duas camadas de adesivo foram aplicadas e o solvente removido com jato de ar por 5 segundos. Para o grupo controle Scotchbond Multi Purpose, a dentina foi condicionada com ácido fosfórico a 35%. Após o enxágüe, o *primer* foi aplicado e seco por 5 segundos para remoção do excesso de solvente. Uma fina camada de adesivo foi aplicada e fotopolimerizada por 10 segundos. A resina Z100 foi condensada com a técnica da cápsula de gelatina e fotopolimerizada por 40 segundos em cada lado da cápsula. Os corpos-de-prova foram estocados em água à temperatura ambiente. O teste de cisalhamento foi realizado com cinzel numa máquina universal de testes modelo 4411, à velocidade de 5 mm/minuto. Os resultados foram analisados (ANOVA) usando o Systat Windows, um software para estatística. Todos os corpos-de-

prova foram analisados macroscopicamente, para avaliar a presença de falhas adesivas. Os autores relataram para o Single Bond valores de resistência ao cisalhamento, em MPa, de  $19,2 \pm 4,3$ ;  $23,2 \pm 2,7$ ; e  $20,3 \pm 5,8$ , para a dentina úmida, molhada e extra molhada, respectivamente. Para o sistema Scotchbond foram encontrados, respectivamente, para a dentina úmida, molhada e extra molhada, os seguintes valores em MPa:  $23,1 \pm 4,3$ ;  $25,3 \pm 2,3$ ; e  $23,3 \pm 3,5$ . Para o Prime & Bond foram relatados valores de  $20,3 \pm 4,5$  para a dentina úmida,  $20,6 \pm 5,2$  para a dentina molhada, e  $22,4 \pm 4,6$  para a condição extra molhada. O sistema One Bond apresentou os menores valores:  $20,3 \pm 3,3$  para a dentina úmida,  $13,7 \pm 2,2$  para a dentina molhada, e,  $13,3 \pm 3,0$  para a dentina extra molhada. O ANOVA mostrou que a condição da superfície não é um fator significativo na força de adesão, mas o tipo de sistema adesivo interagindo com diferentes condições da superfície foi significativo.

Seguindo o conceito da técnica da dentina úmida, De Goes et al., em 1997, compararam a resistência adesiva usando diferentes métodos de remoção do excesso de água deixado após a remoção do ácido da dentina, mantendo a dentina úmida. Sessenta molares humanos foram usados e divididos aleatoriamente em quatro grupos de acordo com o método de remoção do excesso de água. Todos os grupos tiveram as superfícies de dentina expostas, que foram condicionadas com ácido fosfórico a 32% (Uni-Etch) por 15 segundos e enxaguadas com 40 ml (padrão) de água destilada. Para o Grupo 1, usado como controle, a umidade foi removida através de jatos de ar comprimido por 3 segundos, com a ponta da seringa de ar posicionada à distância de 2 cm da dentina exposta. Para o Grupo 2, o excesso de água foi retirado com papel absorvente aplicado adjacente à dentina exposta. No Grupo 3, a remoção do excesso de água se deu através do uso de um aplicador, tipo *brush applicator*. Finalmente, no Grupo 4, o excesso de

umidade foi removido através de pequenas bolinhas de algodão hidrófilo. A superfície da dentina ficou visivelmente úmida em todos os procedimentos. Logo após, todos os grupos receberam a aplicação do sistema adesivo (One Step) e da resina composta (Z100). As amostras foram termocicladas e levadas aos ensaios de cisalhamento para a obtenção dos dados. Os resultados foram analisados usando o ANOVA e o teste de Tukey. A análise estatística demonstrou que houve diferença estatística entre os grupos ( $p < 0,05$ ). O teste de Tukey revelou que o grupo 1 (controle) apresentou os menores valores de resistência adesiva (12,43 MPa) do que os Grupo 2 (20,13 MPa), Grupo 3 (17,73 MPa) e Grupo 4 (20,96 MPa), não havendo diferença estatística significativa entre estes últimos.

Perdigão et al., 1999, compararam a resistência adesiva de três adesivos *one bottle*: OptiBond SOLO (à base de etanol), Prime & Bond 2.1 (à base de acetona), e o Single Bond (à base de etanol e água.). Amostras de dentina foram divididas em três grupos de acordo com a técnica de enxágüe do ácido condicionante. Grupo 1 controle: dentina úmida; grupo 2: dentina seca com jatos de ar durante 5 segundos; e, grupo 3: dentina seca com jatos de ar durante 5 segundos e reumidificada por uma solução aquosa de HEMA a 35%. A resistência ao cisalhamento foi calculada e analisada por meio do teste estatístico *one e two-way* ANOVA. As amostras foram analisadas em microscópio eletrônico. Como resultado os autores obtiveram maiores valores para a dentina úmida, com uma completa infiltração do adesivo na dentina. Na dentina seca por jatos de ar durante 5 segundos houve um significativo decréscimo na resistência adesiva e uma incompleta infiltração do adesivo, independente do adesivo testado. A reumidificação com a solução aquosa de HEMA a 35% restabeleceu o nível de resistência adesiva obtida para a dentina úmida, aumentando os espaços interfibrilares

para a infiltração adequada do adesivo. Os autores concluíram que o uso de uma solução aquosa de HEMA pode compensar a secagem da dentina por meio de jatos de ar após o enxágüe do ácido condicionante. A eficiência do Single Bond que contém água em sua composição também foi afetada pela secagem da superfície com jatos de ar.

Gallo et al., em 2000, também testaram a resistência ao cisalhamento de quatro sistemas adesivos (Prime & Bond NT, Single Bond, Gluma Comfort Bond, Gluma Comfort Bond + Desensitizer) aplicados à dentina úmida e seca. Um cilindro de resina foi aderido à dentina através dos sistemas adesivos utilizados de acordo com as instruções do fabricante, sendo que para metade das amostras foi utilizada a técnica de secagem da dentina com ar e a outra metade foi mantida úmida após a remoção do ácido condicionante. As amostras foram então submetidas à termociclagem, fixadas em um dispositivo e levadas ao teste de cisalhamento numa máquina para teste, onde foram aplicadas cargas até a fratura da amostra. A análise estatística revelou que a condição da dentina (seca ou úmida) foi significativa para os adesivos Prime & Bond NT, Single Bond e Gluma Comfort Bond, sendo que para estes adesivos, a dentina úmida resultou em maiores valores de resistência adesiva quando comparada à dentina seca. Para o Gluma Comfort Bond + Desensitizer, não houve diferença estatística significativa entre a dentina úmida e seca.

Também no ano 2000, Nakabayashi & Hiranuma coletaram dados que tentassem explicar a vantagem da técnica adesiva da dentina úmida em relação à dentina seca, usando adesivos contendo acetona e 4-META. Para tal estudo foram utilizados dentes bovinos preparados com lixas de papel de granulação 600, que foram divididos em seis grupos. O primeiro grupo (G1) foi tratado com ácido cítrico a 10% e cloreto férrico a 3% por 10 segundos, lavado e enxugado com bolinha de algodão. O segundo grupo

(G2), foi condicionado com ácido cítrico a 10% e cloreto férrico a 3%, lavado e seco com jato de ar. O terceiro grupo (G3) foi condicionado com 10% de ácido cítrico por 10 segundos, lavado e enxugado com bolinha de algodão. O quarto grupo (G4) foi condicionado com ácido cítrico a 10%, lavado e seco com jato de ar. Todos os grupos foram tratados com 5% de 4-metacriloxietil metacrilato anidro em acetona por 60 segundos e uma resina contendo o monômero 4-META foi aplicada. Os corpos-de-prova foram submetidos ao teste de tração até a fratura. Os resultados obtidos mostraram que não houve significância estatística entre os grupos 1 e 2 ( $p > 0,01$ ) e também entre os grupos 1 e 3 ( $p > 0,05$ ). Para o grupo 4, o resultado do teste de tração foi significativamente menor do que os outros grupos. A utilização do 4-META a 5% promoveu aparentemente uma efetiva impregnação do monômero à dentina desmineralizada, resultando em uma hibridização satisfatória. Os autores concluíram que a efetiva adesão à dentina depende do tipo de condicionamento empregado. O condicionamento com ácido cítrico a 10% e secagem com jato de ar causam um colapso da dentina desidratada, necessitando a utilização da técnica úmida, enquanto os espécimes tratados com ácido cítrico e cloreto férrico não sofreram esse colapso, mesmo com o uso de jato de ar. Segundo os autores, tanto a dentina seca quanto a úmida demonstraram altos valores de resistência adesiva.

Nakajima et al., em 2000, pesquisaram através de ensaios de microtração, a força adesiva à dentina ácido-condicionada, em condições seca e molhada, usando os adesivos One-Step, Single Bond e Clearfil Photo Bond. Os autores observaram que os valores de adesão para todos os sistemas adesivos foram significativamente ( $p < 0,01$ ) menores para a dentina seca (8 – 19 MPa) do que para a dentina úmida (39 – 50 MPa). A análise por microscopia eletrônica demonstrou que não houve formação da camada

híbrida na dentina seca para os espécimes tratados com os sistemas One-Step e Single Bond, mas uma fina camada híbrida foi observada para os espécimes tratados com o adesivo Clearfil Photo Bond. Em contrapartida, houve formação de uma resistente camada híbrida na dentina úmida para todos os adesivos utilizados.

Ritter et al., em 2000, compararam a resistência ao cisalhamento de dois sistemas adesivos *one bottle* (um à base de acetona e um à base de etanol) aplicados na dentina com diferentes graus de umidade: seca, úmida ou seca e reumidificada com soluções diferentes. Para este estudo, 120 incisivos bovinos foram utilizados e incluídos em acrílico para serem polidos com lixas de granulação 600 e divididos em 12 grupos. A dentina foi condicionada com ácido fosfórico a 35% por 15 segundo, lavada e secada seguindo a metodologia aplicada no estudo: seca com papel absorvente, seca com jatos de ar e seca com jatos de ar seguida da reumidificação com diferentes soluções (água destilada, Gluma Desensibilizante, Aqua-Prep e 5% de glutaraldeído em água). Os adesivos Single Bond e o Prime & Bond NT foram aplicados de acordo com as instruções do fabricante e a resina composta, em cápsulas, foi aderida. As amostras foram testadas quanto ao cisalhamento em uma máquina universal de testes Instron à velocidade de 5 mm/minuto. Os dados foram submetidos à análise de variância por meio do ANOVA e Teste de Tukey. Os valores de resistência adesiva foram de 12,5 a 26,6 MPa para o Single Bond e 5,6 a 14,7 MPa para o Prime & Bond NT. Houve diferença estatística significativa entre os dois grupos ( $p < 0,01$ ). Os três maiores valores de adesão foram obtidos para a dentina reumidificada com o Gluma Desensibilizante, reumidificada com Aqua-Prep, ou não secada (úmida), respectivamente. A interação dos fatores adesivo x condição da superfície não revelou significância estatística.

Perdigão & Frankenberger, em 2001, realizaram um estudo no qual avaliaram a influência do solvente e do tempo de reumidificação da dentina na resistência ao cisalhamento, de quatro sistemas adesivos. Para este estudo, sessenta terceiros molares foram divididos em grupos para cada sistema adesivo. A distribuição dos grupos experimentais foi: Grupo 1 - EBS Multi, um adesivo autocondicionante à base de água; Grupo 2 - Excite, um adesivo autocondicionante à base de etanol; Grupo 3 - Prime & Bond NT, um adesivo que utiliza o condicionamento ácido prévio e à base de acetona; e, Grupo 4 - Single Bond, um adesivo que utiliza o condicionamento ácido total e à base de etanol e água. Para cada adesivo, três amostras foram distribuídas para cinco condições de umidade da dentina. As amostras foram testadas quanto à tração. Quando os adesivos foram aplicados na dentina úmida, os valores de adesão foram de: 26,2 MPa para o Prime & Bond NT e 29,5 MPa para o Single Bond, sem apresentar nenhuma diferença estatística significativa. Quando foram aplicados na dentina seca por 15 segundos com jatos de ar, Prime & Bond NT e o Excite apresentaram os menores valores de resistência adesiva (7,9 e 8,3 MPa, respectivamente), mas sem diferenças estatística significativa entre estes dois produtos. O adesivo Single Bond apresentou valores na ordem de 12,7 MPa, que foi significativamente menor do que o resultado apresentado pelo EBS Multi (24,1 MPa). Os valores de adesão dos sistemas adesivos voltaram a aumentar quando a dentina foi reumidificada por 30 segundos. Os autores concluíram que a resistência adesiva depende do tipo de solvente do adesivo e do tempo de reumidificação da dentina.

Pereira et al. (2001) compararam o efeito dos métodos de remoção do excesso de água durante os procedimentos de adesão. Duzentos e dez exemplares de dentina foram usados. Após o condicionamento com ácido fosfórico gel a 35% e lavagem, cinco

métodos de secagem da dentina foram testados: grupos 1 e 2 – secagem com spray de ar por 30 segundos; grupos 3 e 4 – secagem com spray de ar por 5 segundos; grupos 5 e 6 – nenhum tipo de secagem; grupos 7 e 8 – secagem com bolinha de algodão; e, grupos 9 e 10 – secagem com bolinha de algodão molhada. Os grupos de número ímpar foram tratados com o adesivo Prime & Bond 2.1, e os grupos de número par tratados com o adesivo Scotchbond Multi Purpose. Após a adesão de cilindros de resina (Z100) ao adesivo, os corpos-de-prova foram submetidos ao teste de cisalhamento, que demonstrou diferenças estatisticamente significantes, apresentando os seguintes valores em ordem decrescente de força adesiva: Grupo 9 (G9) = 23,2 MPa, G3 = 21,3 MPa, G2 = 19,5 MPa, G10 = 18,6 MPa, G14 = 16,3 MPa, G8 = 16,1 MPa, G4 = 14,6 MPa, G13 = 14,0 MPa, G11 = 13,9 MPa, G7 = 13,5 MPa, G12 = 12,1 MPa, G1 = 8,2 MPa, G5 = 2,7 MPa, G6 = 2,4 MPa. Os autores concluíram que os valores de adesão são afetados pelo grau de umidade da dentina e dependem do tipo de sistema adesivo utilizado.

Hashimoto et al., em 2002, avaliaram a resistência da adesão entre dentina e resina por meio das técnicas úmida e seca utilizando os adesivos Single Bond/SB (3M) e All Bond 2/AB2 (Bisco Inc). A resistência à tração foi mensurada e as amostras foram analisadas quanto à fratura. Os resultados da resistência à tração foram estatisticamente comparados através dos testes *two-way* ANOVA e Fisher PLSD ( $p < 0,05$ ). Os autores relataram que não houve diferença estatística entre os adesivos testados quando a técnica úmida foi utilizada, sendo que esta demonstrou os maiores valores de adesão (SB=  $60,1 \pm 16,4$  MPa e AB2 =  $69,8 \pm 17,4$  MPa) comparada à técnica da dentina seca (SB=  $26,2 \pm 12,5$  MPa e AB2=  $6,8 \pm 3,3$  MPa).

Nakaoki et al. (2002) também investigaram, através do teste de tração, o efeito das condições seca e molhada da dentina ácido-condicionada (ácido fosfórico a 37%),

utilizando o sistema adesivo Single Bond. Os autores usaram para este estudo superfícies da dentina de dentes bovinos em quatro condições de umidade (ultra molhadas, úmidas, secas por jato de ar por 1 segundo e desidratadas). Os resultados foram analisados estatisticamente através dos testes ANOVA e Fisher PLSD. Os resultados obtidos foram: 5,2 MPa para a condição ultramolhada, 12,6 MPa, para a dentina úmida, 11,9 MPa para a dentina seca com jato de ar por 1 segundo e 4,4 MPa para a dentina desidratada. Os autores concluíram que as condições úmida e seca por 1 segundo produzem os maiores valores de adesão do que as condições desidratada e ultra molhada da superfície da dentina.

Pashley et al., em 2002, comparam a capacidade da água e de diferentes solventes (etanol, metanol, acetona, n-propanol, n-butanol, etilenoglicol, formamida, hidroxietilmetacrilato, N-dimetilformamida) em promover a reexpansão da matriz colágena da dentina seca e desmineralizada. Para isto foram preparados discos da região média da dentina coronária. Os discos foram cortados obtendo-se superfícies de 2 x 2, 3 x 3, e 4 x 4 mm<sup>2</sup> de área e espessura de 0,5 mm, 1,0 mm e 1,5 mm. Após a desmineralização da dentina em EDTA ou glutaraldeído, as amostras foram mensuradas nas condições seca e úmida, e a força de expansão foi avaliada à medida que os solventes e a água eram aplicados. Os autores concluíram que a matriz colágena reexpande com maior rapidez e eficácia quando a água é utilizada, em comparação aos solventes utilizados. A acetona e a formamida não permitiram a reexpansão da matriz colágena. Os autores também observaram que a força de expansão da matriz colágena está mais relacionada à espessura do que com a área da amostra, e que o método de medida da força de expansão constitui um simples método para a determinação das interações entre matriz colágena e solvente.

Perdigão et al. (2002) avaliaram a resistência à tração de três sistemas adesivos aplicados clinicamente na dentina úmida ou seca por 5 segundos. Para isto, vinte e quatro pré-molares indicados para serem extraídos por razões ortodônticas foram selecionados e restaurados com resina microhíbrida, utilizando os sistemas adesivos: Excite (Ivoclar/Vivadent), adesivo à base de etanol; Prime & Bond NT (Dentsply/Caulk), adesivo à base de acetona; e, o Single Bond (3M ESPE), adesivo à base de etanol e água. Após a extração, os dentes foram seccionados com broca diamantada em duas direções perpendiculares, obtendo palitos de dentina com uma área de  $0,7 \pm 0,2\text{mm}^2$ , que foram fixados num dispositivo para serem levados aos testes até a fratura, numa máquina universal de ensaios à velocidade de 1mm/minuto. Os resultados mostraram não haver diferença estatística significativa para cada adesivo aplicado na dentina seca e úmida. Os adesivos Single Bond e Prime & Bond NT obtiveram valores estatísticos similares, independente da umidade do substrato. O Excite apresentou menores valores tanto na dentina úmida como na dentina seca, comparado com o Single Bond aplicado na dentina úmida, mas apresentou resultados semelhantes ao Single Bond aplicado na dentina seca, e ao Prime & Bond NT, aplicado na dentina seca e úmida. Os autores concluíram que o nível de umidade não influenciou a resistência adesiva à microtração. Clinicamente, o grau de umidade da dentina após o enxágüe do ácido gel condicionante pode não ser relevante como tem sido reportado em estudos laboratoriais.

Cardoso et al. (2005) avaliaram o efeito de solventes orgânicos (acetona ou etanol) na resistência à microtração por meio de sistemas adesivos aplicados à dentina úmida e seca. Sessenta terceiros molares extraídos foram lixados de maneira a expor uma área plana da superfície oclusal da dentina e então condicionados com ácido

fosfórico gel a 20% (Gluma Etch 20 Gel, Heraeus/Kulzer) por 20 segundos. Após a lavagem do ácido, os adesivos foram aplicados de acordo com os grupos especificados. No Grupo 1, a dentina condicionada foi lavada e seca abundantemente com ar, e em seguida foi aplicado o adesivo à base de etanol Gluma Comfort Bond, Heraeus/Kulzer (GCB). No Grupo 2, o ácido foi lavado e a secagem feita através de jatos abundantes de ar, aplicando em seguida o adesivo à base de acetona Gluma One Bond, Heraeus/Kulzer (GOB). No Grupo 3, o excesso de umidade foi removido após a lavagem do ácido deixando uma superfície úmida e o adesivo à base de etanol Gluma Comfort Bond foi aplicado. No grupo 4, o excesso de umidade decorrente da lavagem do ácido também foi removido de maneira a deixar a superfície úmida, e o adesivo à base de acetona Gluma One Bond foi aplicado. A seguir a resina composta Venus, Heraeus/Kulzer, foi acrescentada à interface em quatro incrementos de 1 mm e fotopolimerizada de acordo com as instruções do fabricante. As amostras foram então seccionadas com broca diamantada de maneira a obter palitos de dentina com secção transversal de  $0,5 \pm 0,05$  mm<sup>2</sup>. A resistência adesiva à microtração foi testada numa máquina de testes Istrom à velocidade de 0,5 mm/minuto. Os dados foram submetidos ao ANOVA e ao teste de Scheffé ( $p < 0,05$ ). Os valores de adesão medidos para a dentina seca foram: Grupo 1 =  $37,0 \pm 10,6$  e Grupo 2 =  $34,7 \pm 9,0$  em MPa; e para a dentina úmida foram: Grupo 3 =  $50,7 \pm 11,0$  e Grupo 4 =  $38,5 \pm 10,5$  em MPa. Os autores concluíram que o adesivo à base de etanol atingiu valores mais altos do que o adesivo à base de acetona ( $p < 0,008$ ) e a adesão à dentina úmida também apresentou maiores valores ( $p < 0,001$ ).

Mohan & Kandaswamy, em 2005, utilizaram diferentes sistemas adesivos e técnicas de secagem da dentina com objetivo de determinar qual combinação (adesivo x técnica) produziria o melhor resultado. Cento e vinte amostras da superfície oclusal da

dentina de pré-molares humanos foram utilizadas para este estudo. As superfícies de dentina foram condicionadas com ácido fosfórico a 36% por 15 segundos e lavada. As amostras foram divididas em quatro grupos para os diferentes procedimentos de secagem. A distribuição foi: Grupo 1: secagem com ar durante 30 segundos; Grupo 2: secagem com durante por 3 segundos; Grupo 3: secagem com bolinha de algodão; e, Grupo 4: nenhum método de secagem, permanecendo a dentina molhada. Os grupos foram subdivididos em três grupos correspondentes aos adesivos utilizados para a avaliação. Sub-grupo A: adesivo à base de acetona Prime & Bond NT; sub-grupo B: adesivo à base de água Syntac Single Component; e, sub-grupo C: adesivo à base de etanol e água Single Bond. Os resultados da interface de dentina foram examinados e categorizados por meio de microscopia confocal, obtendo os valores para cada amostra. O Grupo 4 (molhada) mostrou os menores valores e os valores mais altos foram obtidos no Grupo 3 (secagem com bolinha de algodão). Os maiores valores foram observados no Grupo 3 sub-grupo A (seca com papel absorvente e adesivo à base de acetona, Prime & Bond NT). Os autores concluíram que sob as condições citadas, máximos valores de adesão e formação de *tags* de resina puderam ser observados nos três adesivos, principalmente combinando o adesivo à base de acetona, Prime & Bond NT com o método em que a dentina foi seca com papel absorvente.

Em 2005, Perdigão et al. avaliaram o comportamento clínico de dois sistemas adesivos em relação à umidade do substrato, após 18 meses. Trinta e cinco pacientes estavam envolvidos neste estudo. Cento e vinte e oito restaurações divididas em quatro grupos foram realizadas e avaliadas de acordo com a técnica (seca e úmida) e com os adesivos utilizados (Prime & Bond NT e Single Bond). Grupo 1 - Prime & Bond NT, contendo acetona como solvente, aplicado na dentina úmida; grupo 2 - Prime & Bond

NT aplicado na dentina seca por meio de jato de ar por 3 a 4 segundos; grupo 3 - Single Bond, contendo etanol como solvente, aplicado na dentina úmida; e grupo 4 - Single Bond aplicado na dentina seca por meio de jato de ar por 3 a 4 segundos. Uma resina composta de micropartículas foi utilizada em todas as restaurações. Os pacientes tiveram seus retornos para avaliação após 6 e 18 meses. Após 18 meses, cento e dez restaurações foram reavaliadas (86% do total de restaurações realizadas) e a retenção foi avaliada, obtendo-se os seguintes resultados: 92% para o Prime & Bond NT (técnica úmida); 93 % para o Prime & Bond NT (técnica seca); 100% para o Single Bond (técnica úmida); e, 89% para o Single Bond (técnica seca). A adaptação marginal com o single Bond foi melhor do que o Prime & Bond NT. Os autores relataram que o grau de umidade da dentina não influenciou na retenção das restaurações, mas a condição úmida causou uma menor sensibilidade ao ar.

Zhang et al., também em 2005, testaram, por meio dos testes de microtração, a resistência adesiva da dentina com diferentes graus de umidade (supermolhada, úmida, seca por um segundo e desidratada) utilizando os adesivos Prime & Bond NT e Single Bond. Quarenta pré-molares extraídos por razões ortodônticas foram selecionados para o estudo e a superfície de dentina foi exposta para a delimitação da área de adesão. A resistência adesiva para o Single Bond nas condições supermolhada, úmida, seca por um segundo e desidratada foram respectivamente: 10,87 MPa, 22,47 MPa, 24,91 MPa e 12,99 MPa. Para o Prime & Bond NT, os resultados obtidos foram: 10,02 MPa para a dentina supermolhada, 20,67 MPa para a dentina úmida, 21,82 MPa para a dentina seca por um segundo e 10,09 MPa para a dentina desidratada. Para ambos adesivos a condição da dentina úmida resultou em maiores valores de adesão ( $p < 0,05$ ).

### **2.3 Influência da profundidade na resistência adesiva da dentina**

A adesão à dentina, tem sido relatada, sofre a influência das variações morfológicas e estruturais deste substrato (AKAGAWA et al., 2002). Marshall, 1993, descreveu a organização estrutural e microestrutural da dentina, constatando diferenças no grau de mineralização da mesma em diferentes regiões e relatou a necessidade de mais estudos que pudessem explicar a relação deste substrato com os materiais restauradores e sistemas adesivos. Segundo Marshall et al., 1997, em seu trabalho de revisão referente à dentina e suas características relacionadas à adesão, a dentina é relatada como um composto vital e complexo, cujos componentes estruturais e propriedades variam com a localização, podendo produzir um impacto em todos os tratamentos restauradores adesivos. Sendo assim, o mesmo sistema adesivo pode apresentar diferentes valores de adesão quando aplicados em regiões distintas do substrato dentinário.

O arranjo longitudinal dos túbulos dentinários, cuja densidade diminui com a distância à polpa, assim como a quantidade de dentina sólida e intertubular, aumentadas com a distância à polpa, podem afetar a resistência adesiva da dentina. Segundo Pashley & Carvalho (1997), a reduzida área de dentina intertubular disponível para a adesão contribui para os baixos valores de resistência em regiões profundas da dentina. Esta região, por possuir uma maior quantidade de túbulos, também apresenta uma maior umidade intrínseca, podendo afetar a adesão por diluir ou precipitar o agente adesivo. Para Brännström, 1972, esta umidade intrínseca se deve à movimentação dos fluidos no interior dos túbulos e pode ser responsável pela sensibilidade operatória.

Tagami et al., em 1990, estudaram a correlação entre permeabilidade da dentina, profundidade e adesão, utilizando os adesivos Scotchbond, Clearfil New Bond, e Superbond C&B. Também foram utilizados segmentos coronários de incisivos bovinos. Os autores observaram que na dentina profunda a resistência ao cisalhamento foi menor para os três adesivos testados. Para o adesivo Superbond C&B, quanto maior a permeabilidade, menor a resistência adesiva, mas para os adesivos Scotchbond, Clearfil New Bond, não foi identificada esta relação. Os autores também relataram que o adesivo Superbond C&B apresentou os maiores resultados de adesão em qualquer profundidade de dentina quando comparado aos outros dois adesivos utilizados.

Gwinnet (1993) determinou quantitativamente a infiltração da resina na dentina. Para isto 4 Grupos contendo 10 molares foram utilizados. Trinta dentes foram seccionados na região mediana da coroa. Grupo 1: *smear layer* intacta; Grupo 2: com Prophy Jet; Grupo 3: *smear layer* removida com ácido fosfórico a 37% por 20 segundos; Grupo 4: dentina exposta por uma fratura transversal. As superfícies de dentina foram tratadas com o adesivo All-Bond 2 e restauradas com a resina P50. Após estocagem em água destilada por 24 horas a 37° C, as amostras foram testadas quanto ao cisalhamento à velocidade de 5 mm/minuto. A superfície e a interface de cada amostra foi observada em microscópio eletrônico. Os valores em MPa foram: Grupo 1:  $10,24 \pm 2,98$ ; Grupo 2:  $20,37 \pm 4,62$ ; Grupo 3:  $32,68 \pm 7,12$ ; e Grupo 4:  $26,77 \pm 4,85$ . A análise estatística dos resultados (ANOVA e teste de Student) mostrou diferença significativa ( $p < 0,05$ ). Uma vez que a penetração da resina foi observada de forma apreciável nos túbulos apenas no Grupo 4 e no Grupo 3 houve a penetração intertubular e tubular, o autor concluiu que a infiltração da resina nos túbulos contribuiu apenas em um terço para a resistência adesiva deste sistema adesivo.

Pashley et al. (1993) testaram a resistência ao cisalhamento de quatro sistemas adesivos utilizando caninos de cães e molares humanos, em relação à profundidade de dentina e diferenças na morfologia (canino e molares), e observaram que os adesivos apresentaram maior força adesiva na dentina superficial do que na dentina profunda. Para este estudo os autores utilizaram os adesivos Clearfil Liner Bond System (CC), o Superbond C&B (SC), Scotchbond 2 (SS) e o Tenure (TP). Todos os produtos foram utilizados de acordo com as instruções dos fabricantes. Os dentes foram avaliados em relação à profundidade: dentina superficial (0,5 a 1mm), média (maior que 0,5 a 1,0mm) e profunda (0,5 mm da câmara pulpar). As amostras foram testadas quanto à resistência ao cisalhamento e os dados submetidos à análise estatística por meio de quatro métodos de análise de variância e teste de Duncan. Os resultados mostraram não haver diferença estatística significativa entre os valores dos dentes maxilares e mandibulares (em ambos os tipos de dentes). Os valores mais altos de resistência adesiva foram observados para o adesivo Clearfil Liner Bond System-CC ( $16,6 \pm 1,2$  MPa na dentina superficial e  $5,2 \pm 0,8$  MPa na dentina profunda), apresentando diferenças estatísticas significantes entre a dentina superficial e a dentina profunda. A resistência adesiva do Superbond C&B- SC foi menos sensível à profundidade do que o CC, não havendo diferença estatística significativa entre as três profundidades (superficial, média e profunda) apresentando os seguintes valores, respectivamente:  $12,3 \pm 1,1$  MPa,  $11,2 \pm 1,7$  MPa e  $11,3 \pm 0,6$  MPa. O Scotchbond 2 foi o segundo a apresentar os maiores valores de adesão, sendo que os maiores valores foram obtidos na dentina superficial dos dentes com cúspides ( $10,0 \pm 1,6$  MPa) e os menores valores na dentina profunda dos molares ( $1,2 \pm 0,4$  MPa). Os autores concluíram que existem diferenças significantes na resistência adesiva entre

dentos molares e com cúspides (caninos) e que a profundidade (dentina superficial e profunda) influenciou a resistência adesiva.

Em 2001, Giannini et al. avaliaram a relação entre densidade tubular e área ocupada pela dentina sólida através de testes de tração, utilizando um sistema adesivo convencional e um adesivo autocondicionante. Para esse trabalho foram usados terceiros molares humanos que tiveram suas coroas seccionadas para expor as dentinas superficial, média e profunda. Os três grupos de dentina receberam a aplicação dos adesivos Clearfil Liner Bond 2V e Prime & Bond 2.1. Após a resina ser aderida às superfícies, os espécimes foram estocados em água a 37°C por 24 horas, e verticalmente seccionados em duas direções, obtendo vários palitos de dentina. Cada palito foi submetido ao teste de tração até a ocorrência da fratura e avaliado em microscópio eletrônico para calcular a densidade tubular e a área de dentina sólida. Os resultados mostraram que houve significativa relação entre densidade tubular e área ocupada pela dentina sólida na resistência adesiva de ambos sistemas adesivos utilizados. Para o Prime & Bond 2.1, a resistência adesiva diminuiu significativamente com o aumento da densidade tubular, apresentando maiores valores do que o sistema Clearfil nas dentinas superficial e média, mas para a dentina profunda não houve diferença significativa entre os dois adesivos. Os autores concluíram que variações na densidade tubular e na área ocupada pela dentina sólida modificam a resistência adesiva tanto de adesivos convencionais como de adesivos autocondicionantes, e que regiões com maior área de dentina sólida produzem maiores valores de força de adesão, independente do sistema adesivo aplicado.

No que diz respeito à profundidade da dentina, Akagawa et al., em 2002, avaliaram a resistência adesiva de dois tipos de sistemas adesivos aplicados às dentinas

coronária, profunda e da câmara pulpar. Para tal pesquisa foram utilizados molares humanos que foram seccionados, com um disco diamantado sob água corrente, obtendo-se as superfícies dentinárias de diferentes regiões. As superfícies foram polidas com lixas de granulação 600, removendo-se as irregularidades. Para o teste de resistência de união, foi utilizado o teste de cisalhamento do Plano Único, proposto por Watanabe et al. (1988). Duas placas foram presas com um parafuso evitando qualquer movimento durante os procedimentos de adesão e estocagem. A área de adesão foi delimitada por fitas adesivas de vinil, com 4 mm de diâmetro de perfuração. Os exemplares foram fixados em um dos planos já pré-estabelecido, com gesso pedra Tipo IV, e, após a presa do gesso, foram tratados com os adesivos Clearfil Liner Bond 2V ou Single Bond, seguindo as instruções do fabricante. A resina foi colocada no outro plano (em contato com o plano onde foi fixada a superfície dental com o adesivo) e fotopolimerizada por 40 segundos. Os corpos-de-prova ficaram estocados em água a 37°C por 24 horas, e na seqüência, foram submetidos ao teste de cisalhamento em uma máquina universal de testes (Altograph AG-500B), à velocidade de 2 mm/minuto. Para cada grupo foram testados 10 espécimes, que após a remoção de componentes orgânicos e inorgânicos foram analisados através de microscopia eletrônica. Os autores demonstraram que a resistência adesiva foi influenciada pelo sistema adesivo e pela região da dentina. O adesivo Single Bond apresentou maiores valores de adesão à dentina superficial ( $23,3 \pm 6,1$  MPa) do que à dentina profunda ( $15,0 \pm 8,6$  MPa) e da câmara pulpar ( $13,0 \pm 3,8$  MPa). Nas regiões profundas foram observadas falhas adesivas mais freqüentes. Para o Clearfil Liner Bond 2V, força adesiva na ordem de 30 MPa foi observada para todas as profundidades, sem diferença significativa entre os três grupos. Em relação à fraturas, também foram encontradas falhas adesivas na superfície profunda com esse adesivo,

embora em menor quantidade. Os autores também observaram que os diâmetros dos túbulos dentinários são bem maiores na dentina da câmara pulpar do que na dentina superficial e profunda. Outra observação feita pelos autores é que os diâmetros dos túbulos tratados com o adesivo autocondicionante (Clearfil Liner Bond 2V) foram muito menores que aqueles tratados com o ácido fosfórico. Pelos dados apresentados foi concluído que o Clearfil Liner Bond constitui um bom adesivo para as todas as regiões da dentina.

Inoue et al., em 2003, avaliaram o efeito da profundidade e da orientação dos túbulos dentinários nos resultados de testes de microtração. Lâminas de dentina (0,5 mm) foram obtidas das faces mesial e distal de dentes humanos por meio de cortes paralelos à força de tração, e das faces oclusal e pulpar, obtidos por meio de cortes perpendiculares à força de tração. Os autores relataram que tanto para os grupos com cortes paralelos quanto para os grupos com cortes perpendiculares à força de tração, os resultados mostraram maiores valores de força adesiva na dentina superficial do que na profunda. Quanto à densidade tubular, observada por microscópio eletrônico, os autores concluíram que a densidade tubular da dentina superficial foi significativamente menor do que na dentina média e profunda.

Özer et al., em 2003, descreveram por meio dos ensaios de cisalhamento, utilizando diferentes sistemas adesivos e resinas compostas, que geralmente a resistência adesiva é maior na superfície bucal do que na superfície ocluso-gengival. Os autores relataram na discussão, que diferentes resultados de força adesiva podem ocorrer por vários fatores, como: umidade e permeabilidade do substrato, tipo de condicionamento ácido, orientação dos túbulos dentinários e também devido à variabilidade de testes usados para medir a resistência adesiva, como os testes

convencionais de tração, testes de microtração e de cisalhamento. Os autores citaram o relato de Sudsangian & Van Noort (1999) o qual diz que a capacidade da interface adesiva entre dente e restauração resistir à fratura é complexa e não deve ser relacionada somente com testes laboratoriais de resistência adesiva.

Toledano et al. (2003) investigaram a resistência adesiva de cinco sistemas adesivos em relação à dentina superficial e profunda. Nesse estudo utilizaram terceiros molares humanos que tiveram suas coroas seccionadas próximas à junção amelodentinária e perto da polpa. As superfícies foram tratadas com os adesivos Single Bond, Prime & Bond NT, Excite, Clearfil SE Bond, e Etch & Prime 3.0, seguindo as instruções dos fabricantes. A resina Z250 foi aplicada e os corpos-de-prova estocados em água a 37°C por 24 horas. Os espécimes foram seccionados, obtendo-se vários feixes com interface adesiva de 1,0 mm<sup>2</sup> de área, e submetidos ao teste de tração em uma máquina Instron à velocidade de 0,5 mm/minuto. Os sistemas Single Bond, Prime & Bond NT, Clearfil SE Bond e Excite demonstraram performances semelhantes na dentina superficial, apresentando respectivamente: 41,8 ± 10,8 MPa, 44,4 ± 14,5 MPa, 43,7 ± 23,9 MPa, e 36,7 ± 14,4. Os menores valores de força adesiva foram observados para o adesivo Etch & Prime 3.0 (27,9 ± 11,8 MPa). Para a dentina profunda, os maiores valores foram observados com o Prime & Bond NT (66,9 ± 17,0 MPa) e Clearfil SE Bond (56,5 ± 18,8 MPa). A força de adesão para os adesivos Prime & Bond NT e Excite foram significativamente maiores à superfície profunda quando comparada à dentina superficial, e os outros materiais apresentaram similares valores nas duas profundidades. Os altos valores referentes ao Clearfil SE Bond (adesivo autocondicionante de 2 passos) podem ser atribuídos à presença do monômero hidrofílico 10-MDP em sua composição, que promove o molhamento da superfície

dentinária, além de conter grupos hidroxil que promovem a quelação dos íons cálcio da dentina. No caso do Ecth & Prime 3.0 (adesivo de um passo e autocondicionante), a combinação de ácidos e monômeros hidrofílicos e hidrofóbicos em um só frasco podem comprometer a função de cada um dos componentes. Os resultados mostraram que a resistência adesiva é dependente do material e do substrato e da interação desses dois parâmetros.

Toba et al., em 2003, avaliaram a resistência ao micro-cisalhamento de dois sistemas adesivos, o Single Bond e o Clearfil SE Bond, em relação à dentina coronária e à dentina da câmara pulpar. Para a preparação dos corpos-de-prova foram utilizados trinta terceiros molares hígidos. Um disco diamantado (Isomet) foi usado para criar lâminas de dentina de 2 mm de espessura de ambas profundidades, que foram polidas com lixas de granulação 600 sob irrigação com água, proporcionando uma *smear layer* uniforme. Os espécimes de cada região dentinária foram divididos em três grupos, que receberam o seguinte tratamento: grupo 1 - aplicação do adesivo Clearfil SE Bond, seguindo as instruções do fabricante (20 segundos de aplicação e secagem do adesivo com ar, nova aplicação e secagem); grupo 2 - condicionamento da dentina com ácido fosfórico a 37%, lavagem e secagem por absorção, aplicação de cinco camadas do adesivo Single Bond; e, grupo 3 - condicionamento com ácido fosfórico a 37%, lavagem e secagem com ar por 30 segundos, aplicação cinco camadas do adesivo Single Bond. Apesar do fabricante recomendar duas camadas do sistema Single Bond, os autores relataram que duas camadas não são suficientes para penetrar na dentina desmineralizada e formar a camada híbrida. Após a aplicação do sistema adesivo à dentina, um tubo de vinil de 0,75 mm de diâmetro e 0,5 mm de altura foi posicionado à superfície da dentina e o adesivo fotopolimerizado, fixando o tubo à dentina. A resina

composta correspondente ao sistema adesivo foi colocada (Clearfil AP-X, para o grupo 1 e Z250 para os grupos 2 e 3) no interior do tubo e fotopolimerizada por 40 segundos. Os tubos de vinil foram removidos, e então checados através de microscópio descartando qualquer espécime com bolhas de ar ou fenda na interface. Para os testes de micro-cisalhamento foi utilizada uma máquina universal de testes (EZ Test 500N). Cada lâmina de dentina foi fixada em um dispositivo para testes (Bencor-Multi T) para ser submetida ao teste, à velocidade de 1 mm/minuto. Para cada grupo foram realizadas dez repetições e os resultados foram analisados pelos testes ANOVA e Fisher com nível de significância de 5%. Para o Clearfil SE Bond, a resistência foi significativamente maior na dentina coronária ( $41,1 \pm 5,1$  MPa) do que na dentina do assoalho da câmara pulpar ( $30,9 \pm 5,2$  MPa), ocorrendo o mesmo para o adesivo Single Bond, usado na dentina úmida, que apresentou respectivamente para a dentina coronária e dentina do assoalho da câmara pulpar,  $28,5 \pm 6,5$  e  $39,0 \pm 4,1$  MPa. Nenhuma diferença estatística na resistência adesiva foi observada entre os dois adesivos nas duas profundidades. Para o grupo tratado com o Single Bond na dentina ressecada, a resistência adesiva foi de  $29,5 \pm 4,1$  MPa para a dentina coronária, e de  $20,0 \pm 4,5$  MPa para a dentina do assoalho da câmara pulpar. Os autores concluíram que variações na morfologia e estrutura da dentina podem influenciar na resistência da união dos sistemas adesivos ao assoalho da câmara pulpar. Entretanto, os adesivos autocondicionantes parecem promover bons resultados nessa região. Os autores também relataram que o teste de micro-cisalhamento é um bom método para se avaliar pequenas áreas comparado ao teste de cisalhamento convencional.

Giannini et al., em 2004, realizaram um estudo no qual avaliaram a resistência adesiva da dentina através do teste de microtração (UTS) do esmalte, dentina e da

junção esmalte-dentina, testando a hipótese que a resistência adesiva pode variar em função da localização no substrato. Para isto foram utilizados terceiros molares humanos extraídos. A superfície oclusal do esmalte recebeu o ataque ácido a 37% e a aplicação de um agente adesivo de um só frasco e, por fim, a aplicação da resina composta. O dente foi então verticalmente seccionado em várias camadas de 0,7 mm. Cada camada foi posicionada em um dispositivo para ser cortada de modo a apresentar 0,5 mm<sup>2</sup> no esmalte, dentina e junção amelo-dentinária. O esmalte foi testado de acordo com a orientação dos prismas (paralelo e transversal) e a dentina de acordo com a profundidade (superficial, mediana e profunda). As amostras foram testadas quanto à tração numa máquina para testes Instron à velocidade de 0,5 mm/minuto. Os resultados foram analisados através do teste “one-way” ANOVA e através do teste de Duncan. Os resultados demonstraram que para o esmalte, a orientação transversal dos cortes em relação aos prismas resulta em uma adesão mais fraca ( $11,5 \pm 4,7$  MPa) comparada aos cortes com orientação paralela aos prismas ( $42,2 \pm 12,0$  MPa). Para a dentina, a profundidade afeta significativamente os resultados de força de adesão, concluindo que os resultados de resistência adesiva são afetados pela localização no substrato apresentando os seguintes valores: dentina superficial ( $61,6 \pm 16,3$  MPa), dentina mediana ( $48,7 \pm 16,7$  MPa), dentina profunda ( $33,9 \pm 8,0$  MPa) e junção dentina-esmalte ( $46,9 \pm 13,7$  MPa).

Sattabanasuk et al., em 2004, investigaram os efeitos das características do substrato da dentina sobre a resistência adesiva, por meio de ensaios de cisalhamento, utilizando dois sistemas adesivos (Clearfil SE Bond e OptiBond Solo Plus). Para cada material adesivo, cortes de dentina de pré-molares humanos foram divididos em oito grupos de acordo com as características da dentina: localização (oclusal ou cervical),

profundidade da dentina (superficial ou profunda) e orientação dos túbulos (perpendicular ou paralela). Uma área de dentina com 0,75 mm de diâmetro foi delimitada para a aplicação do adesivo e da resina composta com 0,5 mm de altura. As amostras foram submetidas aos testes de cisalhamento à velocidade de 1 mm/minuto. Os resultados obtidos nos ensaios foram analisados usando os testes ANOVA e Tukey. Não foi detectada diferença estatística em relação à localização. O Clearfil SE Bond apresentou maior resistência adesiva nos cortes de dentina profunda perpendiculares aos túbulos ( $50,12 \pm 8,52$  MPa) do que nos cortes paralelos ao túbulos ( $43,59 \pm 6,02$  MPa) na região oclusal e isto também foi observado na dentina cervical. Entretanto o oposto foi observado para as amostras de dentina profunda com o OptiBond Solo Plus, que apresentou os seguintes valores na dentina profunda com cortes perpendiculares e paralelos, respectivamente:  $35,18 \pm 6,62$  MPa e  $44,05 \pm 9,31$  MPa. No caso da dentina superficial, não houve diferença entre os dois adesivos em relação à orientação dos túbulos. Os resultados indicaram que a resistência adesiva ao cisalhamento pode ser afetada pela profundidade da dentina, pela orientação tubular e pelo sistema adesivo, mas não pela localização da dentina (cervical e oclusal).

Lopes et al. (2006) avaliaram a resistência ao cisalhamento de três sistemas adesivos simplificados na dentina superficial comparada à profunda. Para obter a dentina superficial, trinta molares humanos foram seccionados para expor a dentina imediata à junção esmalte-dentina. A dentina profunda foi obtida a partir de trinta molares seccionados 3 mm abaixo da junção esmalte-dentina. Os dentes foram incluídos, polidos e divididos aleatoriamente em três grupos (n=10): Single-Bond e OptiBond Solo (adesivos *total etch*), e Clearfil Liner Bond 2V (adesivo *self-etch primer*). Os adesivos foram aplicados, a resina Filtek Z250 inserida em uma cápsula

gelatinosa n.o 5 e fotopolimerizada. A resistência ao cisalhamento foi medida após 24 h em água a 37 graus C, em máquina Instron regulada a 5 mm/minuto. Os resultados em MPa foram: Single Bond/dentina superficial =  $22,1 \pm 2,8$ ; Single Bond/dentina profunda =  $14,2 \pm 7,0$ ; OptiBond Solo/dentina superficial =  $18,9 \pm 4,1$ ; OptiBond Solo/dentina profunda =  $18,4 \pm 4,8$ ; Clearfil Liner Bond 2V/dentina superficial =  $21,0 \pm 7,4$ ; Clearfil Liner Bond 2V/dentina profunda =  $17,6 \pm 5,9$ . Não foram encontradas diferenças significativas entre as resistências ao cisalhamento para o fator adesivo ( $p > 0,822$ ). O teste de Duncan mostrou que o adesivo Single Bond resultou em força de união mais alta na dentina superficial que na profunda. As resistências ao cisalhamento do OptiBond e do Clearfil Liner Bond 2 não foram influenciadas pela profundidade da dentina. Os resultados analisados da dentina profunda demonstraram forças de união inferiores e estatisticamente significativas em relação à dentina superficial ( $p < 0,01$ ). Os autores concluíram que a influência da profundidade da dentina na resistência ao cisalhamento depende da composição específica do adesivo dentinário.

Finalmente, esta amostra parcial de diferentes estudos realizados por diferentes pesquisadores sobre resistência adesiva revela a preocupação dos estudiosos em obter conhecimento amplo da união dos materiais adesivos ao complexo substrato dentinário, evidenciado pela grande demanda por restaurações estéticas satisfatórias de maior longevidade clínica.

### **3. Proposição**

---

### 3. Proposição

O propósito deste trabalho foi o de avaliar a resistência adesiva da dentina em relação a *diferentes sistemas adesivos*, à *umidade* (técnica de secagem) e à *profundidade do substrato em uma mesma região dental*, utilizando:

- os sistemas adesivos Single Bond Adper, Gluma Confort Bond e Magic Bond DE e suas respectivas resinas compostas fotopolimerizáveis Z-250, Charisma e Fill Magic;
- diferentes graus de umidade da dentina (seca e úmida);
- o substrato dentinário humano em diferentes profundidades de uma mesma área; e,
- o teste de cisalhamento com cinzel ISO (método ISO TR 11405).

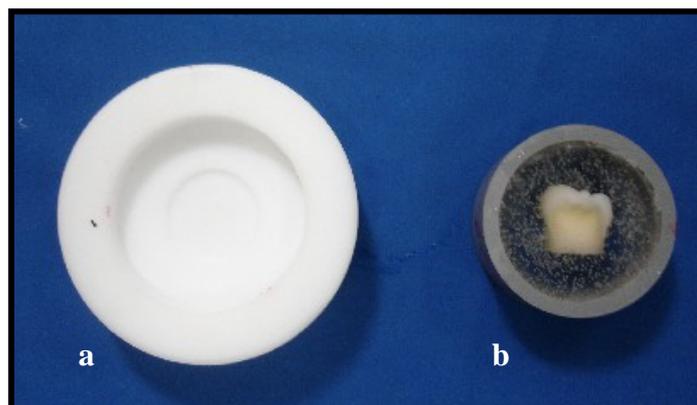
## **4. Material e Método**

---

#### 4. Material e Método

Para a realização deste estudo foi utilizado o teste de cisalhamento baseado na norma ISO TR 11405. Os dispositivos que foram utilizados especificamente para a confecção dos corpos-de-prova e execução dos ensaios estão descritos a seguir:

**4.1** Dispositivo para centralização dos cortes de dentina no cilindro de PVC, confeccionado em Teflon, com diâmetro externo de 40 mm, diâmetro interno de 26 mm, profundidade de 5 mm e rebaixo no centro com 0,5 mm de profundidade e diâmetro de 10 mm. (Figura 1a). Ao lado do dispositivo de Teflon, pode ser observada uma superfície de dentina incluída no cilindro de PVC com a resina acrílica autopolimerizável Jet (Clássico. São Paulo, Brasil), de forma centralizada. (Figura 1b).



Figuras 1. Dispositivo de Teflon para centralização dos cortes dentais (a) e anel de PVC com a superfície de dentina incluída (b).

**4.2** Matriz bi-partida, construída em Teflon, com diâmetro externo de 12 mm, altura de 11 mm e diâmetro interno de 3mm (Figura 2), utilizada para a confecção do cilindro de resina composta (Figura 2).



Figura 2 – Matriz bi-partida de Teflon.

**4.3** Suporte cilíndrico metálico bi-partido com arco estabilizador para posicionamento do cilindro de PVC com a superfície de dentina incluída, voltada para a matriz bi-partida de Teflon (item 4.2) e utilizado para a confecção do cilindro de resina composta (Figura 3). O conjunto suporte metálico bi-partido/anel de PVC com superfície de dentina incluída/matriz de Teflon bi-partida, sem o arco estabilizador posicionado está revelado na Figura 4.



Figura 3 - Suporte cilíndrico metálico bi-partido(a) e arco estabilizador (b).

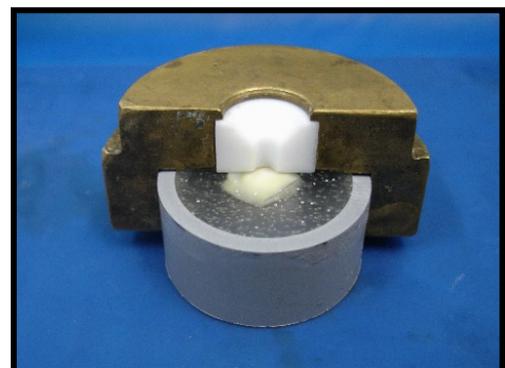


Figura 4. Conjunto suporte metálico bi-partido / anel de PVC com superfície de dentina / matriz de Teflon bi-partida.

**4.4** Dispositivo para o ensaio de cisalhamento, constituído de duas partes e pode ser observado na Figura 6.

*Parte 1:* Suporte de deslizamento do cinzel: retângulo em aço medindo 48 mm de largura por 24 mm de profundidade e 103 mm de comprimento. Possui um entalhe tipo gaveta na região frontal, com largura de 39 mm na base e 37 mm na superfície e 3 mm de profundidade em toda sua extensão, com um orifício de 26 mm de diâmetro situado a 15 mm de sua extremidade. Ao lado desse orifício está um parafuso tipo Allen (Figura 5a).

*Parte 2:* Cinzel ISO: Retângulo em aço medindo 48 mm de largura por 6 mm de espessura e 75 mm de comprimento, com um orifício de 5,5 mm de diâmetro, situado a 25 mm de uma de sua extremidade. Este orifício foi usinado de modo a propiciar em toda sua periferia uma espessura de 1mm. Entalhe de 39 mm de largura na base maior e 37 mm na base menor e espessura 3 mm. Esta parte 2 encaixa-se no entalhe da parte 1 (entalhe em gaveta), o que permite o seu deslizamento (Figura 5b).

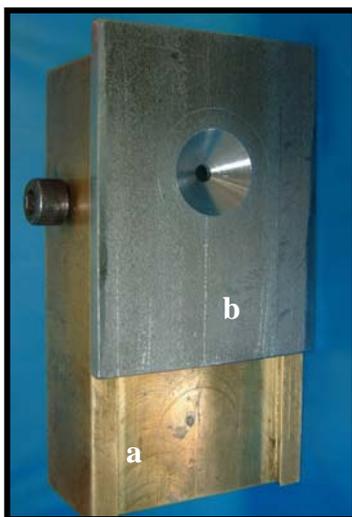


Figura 5. Dispositivo ISO montado: suporte de deslizamento (a) e cinzel (b).

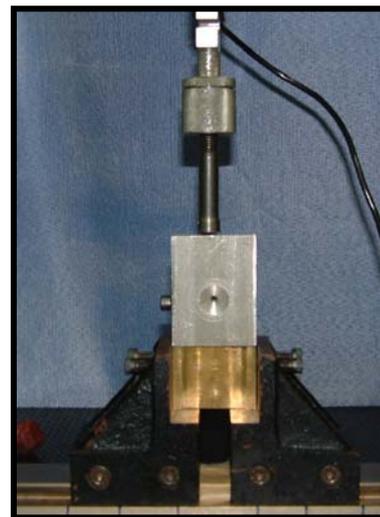


Figura 6. Dispositivo de cisalhamento ISO TR 11405 montado para os ensaios na Máquina EMIC 2000. Vista simulada da aplicação da força de cisalhamento.

#### 4.5 Preparo dos corpos-de-prova

O presente estudo foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, tendo sido aprovada sua realização em 3 de Dezembro de 2004, sob n.o de Processo 2004.1.807.58.9.

Para a realização deste ensaio laboratorial foram selecionados 60 terceiros molares (30 superiores e 30 inferiores) humanos hígidos extraídos, irrompidos e com coroas clínicas grandes, mantidos em água destilada sob refrigeração. Após a limpeza dos dentes com pedra pomes e água em baixa velocidade, as raízes foram removidas 2 mm abaixo da junção esmalte/cimento e as coroas seccionadas no sentido méso-distal, utilizando-se pontas diamantadas adequadas para alta-rotação sob refrigeração intensa. Apenas as metades vestibulares foram aproveitadas para a realização do experimento e totalizaram 60 faces. Cada secção vestibular foi preparada para a inclusão em um anel de PVC recebendo a prévia delimitação da área a ser destinada para a adesão em dentina por meio de um pequeno desgaste plano do esmalte superficial com alta rotação sob refrigeração, na área central do terço médio da face vestibular. Em seguida, a secção coronária foi incluída em um anel de PVC (Tigre) com 12 mm de altura utilizando-se resina acrílica auto-polimerizável Jet e um dispositivo de Teflon (item 4.1) especialmente desenvolvido para esta finalidade, o qual permitiu a criação de um “desnível” proposital entre a superfície dental e a resina acrílica de 0,5 mm. A presença deste desnível inicial foi necessária para que fosse possível a obtenção da área de dentina mais superficial da face vestibular eleita para o início do experimento.

Para a obtenção da desejada área de dentina, a qual deveria apresentar formato circular de 3mm de diâmetro, foram utilizadas lixas d'água de granulações 150, 320,

400 e 600 em lixadeira modelo PFL (FORTEL, Brasil) com refrigeração a água, realizando desgaste e planificação da porção coronária destacada pelo desnível anteriormente citado até que a superfície dental estivesse no mesmo nível do anel de PVC e da resina acrílica usada na inclusão, expondo a dentina. O desgaste do conjunto anel de PVC/dentina foi considerado concluído assim que foi verificada a presença da área de dentina requerida para adesão, sendo esta considerada "dentina superficial".

Nesta fase, as sessenta hemi-seções coronárias incluídas no anel de PVC com a dentina superficial já exposta, receberam a padronização da *smear layer* com a execução da etapa final de lixagem com lixa d'água de granulação 600 e lavagem final em água corrente por 20 minutos, no mínimo. A seguir, foram divididas em três grupos, compostos por 20 áreas de dentina cada (10 superiores e 10 inferiores), de acordo com os materiais avaliados no estudo. A Tabela 1 revela os materiais odontológicos selecionados, ou seja, os adesivos dentais e suas respectivas resinas restauradoras.

A seguir, foram constituídos 2 sub-grupos a partir da divisão inicial de 3 grupos de 20 faces vestibulares, compostos cada um deles de 10 faces vestibulares (5 superiores e 5 inferiores). Estes dois sub-grupos referem-se, cada um deles, aos dois diferentes graus de umidade que a dentina apresentava durante o momento da aplicação do adesivo: úmida e seca.

Como citado anteriormente na proposição, a resistência ao cisalhamento da dentina foi avaliada em diferentes profundidades e com diferentes graus de umidade. Para a obtenção da dentina úmida, após a aplicação do ácido fosfórico a 37% por 15 segundos e lavagem com água por igual tempo, o excesso de umidade foi removido aplicando-se gentilmente papel absorvente sobre a área de dentina. Este procedimento eliminou o excesso de umidade presente sem desidratar a dentina, constituindo assim, a

dentina úmida. Para a obtenção do sub-grupo da dentina seca, após o condicionamento ácido, realizado da mesma forma recém relatado para a dentina úmida, a dentina foi secada, aplicando-se jato de ar comprimido por 5 segundos com a ponta da seringa de ar posicionada à distância de 2 cm da dentina exposta, de acordo com De Goes et al (1997).

Tabela 1- Materiais odontológicos utilizados.

<i>Sistema adesivo/ Resina composta</i>	<i>Composição</i>	<i>Lote n°</i>	<i>Fabricante</i>
<i>Single Bond Adper</i>	Hema, BisGMA, dimetacrilatos, ácidos poliacrílicos, água e etanol, nanopartículas, copolímero do ácido polialcenóico	4BK 2007-09	3M ESPE (Brasil)
<i>Z-250</i>	Zircônia, sílica, Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA	5AM 2008/01	
<i>Magic Bond DE</i>	Dimetacrilatos, HEMA, acrilato do ácido fosfínico, dióxido de silício, etanol	015/06	Vigodent (Brasil)
<i>Fill Magic</i>	Monômeros metacrílicos, sílica pirogênica, silicato de bário e alumínio	131/05	
<i>Gluma Confort Bond</i>	Metacrilato, etanol, fotoiniciador	010080	Heraus Kulzer (Alemanha)
<i>Charisma</i>	Vidro bário alumínio fluoretado, dióxido de silício	010055	

Assim sendo, a organização total dos grupos experimentais, como citado no início do item 4.5, foi finalizada em 6 grupos de 10 faces vestibulares (5 superiores e 5 inferiores) correspondentes à combinação dos três sistemas adesivos testados com suas respectivas resinas restauradoras e grau de umidade da dentina, descritos a seguir:

Grupo SBAs - Single Bond Adper/ Z-250 em dentina seca;

Grupo SBAu - Single Bond Adper/ Z-250 em dentina úmida;

Grupo GCBs - Gluma Confort Bond/Charisma em dentina seca;

Grupo GCBu - Gluma Confort Bond/Charisma em dentina úmida;

Grupo MBs - Magic Bond DE/Fill Magic em dentina seca; e,

Grupo MBu - Magic Bond DE/Fill Magic em dentina úmida.

A aplicação de cada sistema foi realizada de acordo com as normas do fabricante e estão descritas na Tabela 2. Os sistemas adesivos eleitos são classificados de sistemas adesivos de duas etapas, que requerem o condicionamento ácido isolado e a aplicação de um adesivo de frasco único (*primer* e adesivo juntos ou *one bottle*).

Tabela 2 – Grupos experimentais e tratamentos das superfícies de dentina.

Grupos	Condicion. ácido	Lavagem	Secagem	Aplicação do adesivo
<i>Single Bond Adper</i>	<i>Seca</i>	Lavagem com jatos de ar/água por 15 segundos	Jato de ar por 5 segundos a 2 cm	Aplicação de 2 camadas de adesivo seguidas de jato de ar para eliminação do solvente e fotopolimerização por 20 segundos
	<i>Úmida</i>		Remoção do excesso de umidade com papel absorvente	
<i>Gluma Confort Bond</i>	<i>Seca</i>	Lavagem com jatos de ar/água por 15 segundos	Jato de ar por 5 segundos a 2 cm	Aplicação de 2 a 3 camadas de adesivo, seguidas de jato de ar para eliminar o excesso de umidade e fotopolimerização por 20 segundos
	<i>Úmida</i>		Remoção do excesso de umidade com papel absorvente	
<i>Magic Bond DE</i>	<i>Seca</i>	Lavagem com jatos de ar/água por 15 segundos	Jato de ar por 5 segundos a 2 cm	Aplicação de 3 camadas do adesivo seguidas de jato de ar para eliminar o excesso de umidade e fotopolimerização por 40 segundos
	<i>Úmida</i>		Remoção do excesso de umidade com papel absorvente	

Realizado o preparo da superfície de dentina com condicionamento ácido e aplicação do adesivo, o conjunto anel de PVC/superfície foi fixado num suporte cilíndrico metálico (item 4.3) juntamente com a matriz bi-partida de Teflon (item 4.2) para a confecção do cilindro de resina composta de 3 mm de diâmetro e 4 mm de altura, finalizando a confecção do corpo-de-prova para o ensaio de cisalhamento. A inserção da resina composta no interior da matriz de Teflon foi realizada em incrementos de 1mm cada, sendo polimerizados, um a um, pelo tempo recomendado pelo fabricante (20 segundos) com o auxílio do aparelho fotopolimerizador ULTRALUX Eletronic (Dabi Atlante, Brasil). A Figura 7 ilustra a confecção do corpo-de-prova.

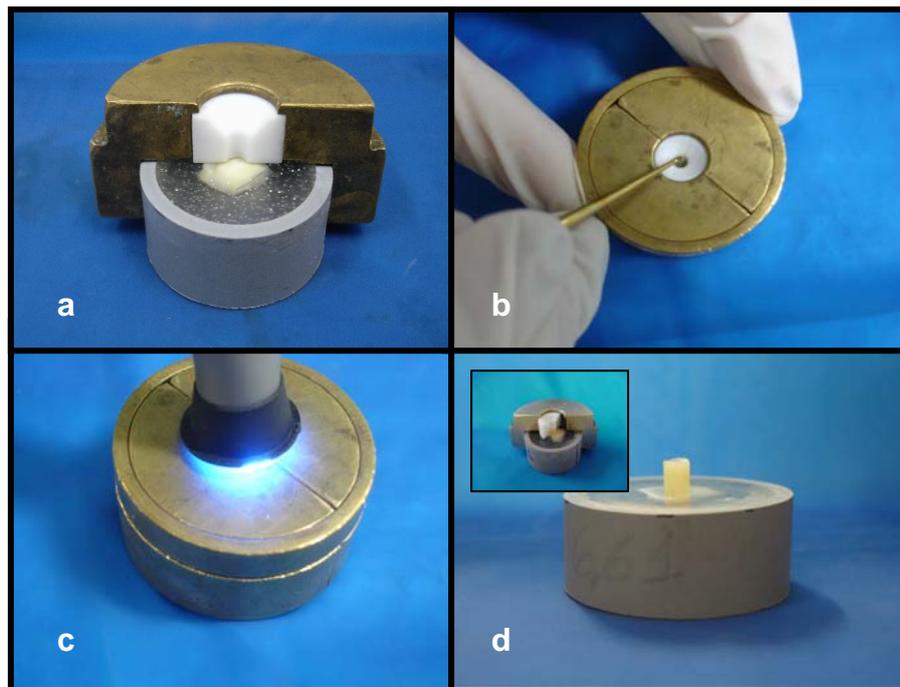


Figura 7. Montagem parcial dos dispositivos para a confecção do cilindro de resina composta (a); inserção de resina composta na perfuração cilíndrica da matriz de Teflon (b); fotopolimerização da resina composta (c); e, aspecto final do corpo-de-prova (d).

Após a abertura do suporte metálico e matriz, o corpo-de-prova (conjunto anel de PVC/ superfície de dentina /cilindro de resina) foi armazenado em água destilada (imersão total) por 24 horas em estufa a 37°C, e só então foi posicionado no dispositivo para os ensaios de cisalhamento (Figura 2), os quais foram realizados na Máquina Universal de Ensaio EMIC (MEM-2000 Model) do Laboratório Integrado de Pesquisa em Biocompatibilidade de Materiais (LIPEN) do Departamento de Materiais e Prótese da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, regulado à velocidade de 0,5 mm/minuto e célula de carga de 200 Kgf até a fratura. Este primeiro ensaio obteve os resultados da resistência adesiva da dentina superficial, em diferentes graus de umidade, em relação a três sistemas adesivos.

A seguir, as fraturas foram analisadas e classificadas em microscópio ótico de transmissão com 20X de aumento Nikon (Modelo 86786, Japão) para, então, novamente as superfícies de dentina incluídas no anel de PVC serem armazenadas em água destilada em refrigeração.

Para se avaliar a influência da profundidade da dentina na resistência ao cisalhamento, superfícies com 0,5 , 1,0 , 1,5 e 2,0 mm de profundidade da mesma área dental previamente eleita, foram obtidas utilizando-se os mesmos corpos-de-prova, numerados de 1 a 10, usados para se obter a dentina superficial, após estas serem submetidas aos testes. Com o auxílio de um paquímetro digital Mitutoyo (Mitutoyo Sul americana Ltda., Brasil) e um dispositivo metálico onde foi fixado o anel de PVC, as superfícies foram regularizadas com lixas d'água sob refrigeração, na lixadeira Fortel, até atingirem as profundidades de dentina requeridas para os testes, e receberam os mesmos tratamentos descritos nesta metodologia para a dentina superficial, dentro dos grupos experimentais já estabelecidos. Assim sendo, novos corpos-de-prova foram

então confeccionados sobre as mesmas áreas de dentina com 0,5 mm de profundidade e o teste de cisalhamento foi realizado. A observação dos tipos de fraturas ocorridas também foi executada, iniciando-se portanto a obtenção dos dados vinculados entre os grupos experimentais, uma vez que a numeração já havia sido efetuada. Novamente os espécimes foram armazenados em refrigeração, sob umidade total, imersos em água destilada. As Figuras 8 e 9 mostram o paquímetro digital e a lixadeira utilizados.



Figura 8. Paquímetro digital Mitutoyo



Figura 9. Lixadeira Fortel

Seqüencialmente, outra fase foi realizada desgastando-se mais 0,5 mm de dentina, atingindo 1,0 mm de profundidade em relação ao primeiro ensaio realizado (dentina superficial) e a resistência ao cisalhamento novamente analisada, assim como os tipos de fraturas também. Sucessivamente, ensaios foram realizados para as profundidades de 1,5 e 2,0 mm.

Ao final do experimento, foram realizados 5 ensaios de resistência ao cisalhamento para a dentina em diferentes profundidades e graus de umidade, sendo os resultados obtidos de forma vinculada, pois foram realizados na mesma área de dentina

de um mesmo corpo-de-prova. Também, após cada ensaio, as amostras foram levadas ao microscópio ótico para análise das fraturas.

O esquema na página seguinte revela a seqüência de procedimentos realizados para a execução do método apresentado (Figura 10).

#### **4.6 Análise estatística**

Os valores dos ensaios de cisalhamento foram registrados e submetidos à análise estatística.

Para a análise dos resultados do ensaio de cisalhamento foi utilizado o programa estatístico GMC Basic Software versão 9, desenvolvido pelo Prof. Dr. Geraldo Maia Campos, Ribeirão Preto.

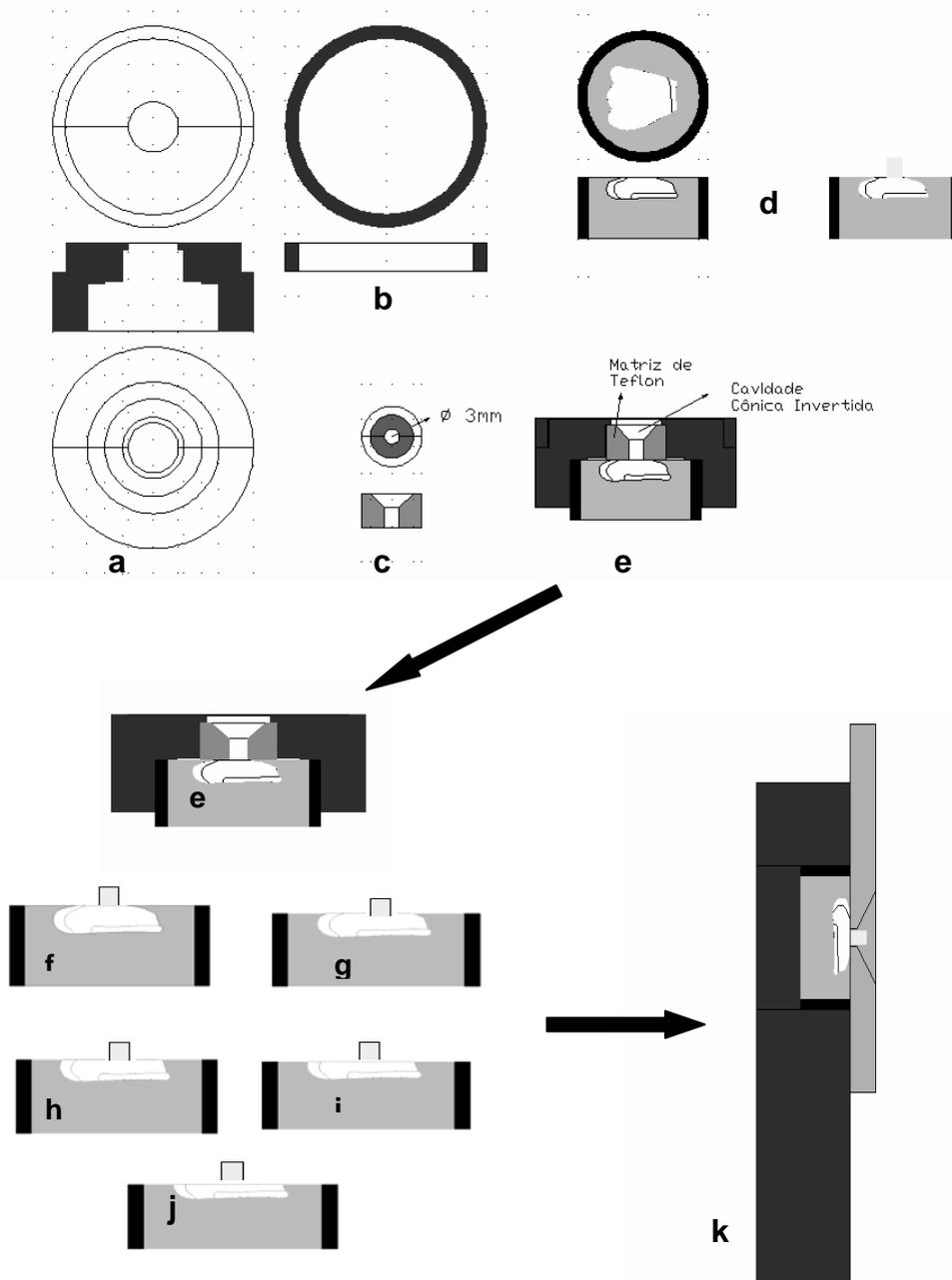


Figura 10. Esquema dos dispositivos e método utilizado nos ensaios de cisalhamento. a: dispositivo metálico bipartido (hemi-seção), vistas superior e inferior; b: anel estabilizador do dispositivo metálico, vistas superior e lateral; c: matriz de teflon bi-partida, vistas lateral e superior; d: anel de PVC contendo a hemi-seção coronária, vistas superior e lateral; e: vista lateral do conjunto dispositivo metálico/anel de PVC/matriz de Teflon/anel estabilizador; f: corpo-de-prova com a dentina superficial; g: dentina 0,5 mm de profundidade; h: dentina 1,0 mm de profundidade; i: dentina 1,5 mm de profundidade; j: dentina 2,0 mm de profundidade; e, k: dispositivo de cisalhamento com corpo-de-prova em posição para aplicação da força, vista lateral (hemi-seção simulada).

## **5. Resultados**

---

## **5. Resultados**

### **5.1 Resultados dos ensaios de resistência ao cisalhamento**

Os valores originais de resistência adesiva ao cisalhamento estão apresentados no Anexo deste trabalho. Os dados originais consistem de 300 valores numéricos, resultantes da utilização de três sistemas adesivos (Magic Bond DE – MB, Single Bond Adper – SBA e Gluma Confort Bond – GB), cinco profundidades de dentina (superficial, 0,5 mm, 1,0 mm, 1,5 mm, 2,0 mm), duas condições de umidade da dentina (seca e úmida) e dez repetições ( $3 \times 5 \times 2 \times 10 = 300$ ).

Após a obtenção dos valores originais, os dados foram inseridos e analisados no software GMC-9. Os valores obtidos foram submetidos aos testes estatísticos preliminares; a distribuição amostral mostrou-se normal e homogênea (47,76%), permitindo o emprego de teste paramétrico análise de variância.

A análise de variância (Tabela 3) evidenciou que houve diferenças estatisticamente significantes ( $p < 0,01$ ) para os três fatores de variação (*adesivo*, *condições de umidade*, e *profundidade* da dentina) e para as interações *adesivo* x *profundidade* e *umidade* x *profundidade*. Na interação *umidade* x *adesivo* houve diferença estatística significativa ao nível de 5%. Na interação entre os três fatores de variação não houve diferença estatística significativa.

Tabela 3. Análise de variância dos dados originais.

<b>Análise de variância: Valores originais</b>					
Fonte de Variação	Soma de Quadrados	G.L.	Quadrados Médios	(F)	Prob.(HO)
Adesivos (A)	3133.8362	2	1566,9181	72,79	0,0000 % *
Profundidade (P)	829.7854	4	207,4464	9,64	0,0013 % *
Umidade (U)	1218.0696	1	1218,0696	49,31	0,0001 % *
Resíduo I	2906.2468	135	21,5278		
Interação A x P	758.3972	8	94,7996	4,40	0,0210 % *
Interação U x P	465.5971	4	116,3993	4,71	0,1705 % *
Interação U x A	225.2255	2	112,6127	4,56	1,2066 % **
Interação U x P x A	364.0984	8	45,5123	1,84	7,3892 % ns
Resíduo II	3334.5798	135	24,7006		
Varição Total	13.235.8359	299			

\* significativa ao nível de 1%,

\*\* significativa ao nível de 5%

ns - não significativa

Para o fator de variação *adesivo*, foi realizado o teste de Tukey (Tabela 4) para verificar quais médias foram diferentes entre si.

O teste de Tukey (Valor Crítico de Tukey = 1,5564) indicou que para o fator *adesivo*, houve diferença estatística significativa entre o Single Bond Adper e os adesivos Magic Bond DE e Gluma Comfort Bond. Entre os adesivos Magic Bond DE e Gluma Comfort Bond não foi observada diferença estatística significativa.

Tabela 4. Médias amostrais calculadas para o fator de variação *adesivo*.

<b>Adesivo</b>	Média (MPa) e desvio padrão	Valor Crítico (Tukey)
Single Bond Adper	16,47 ± 7,4 ▲	
Gluma Comfort Bond	10,22 ± 5,2 ■	1,5564
Magic Bond DE	9,13 ± 4,3 ■	

Símbolos iguais: médias estatisticamente semelhantes

A análise de variância evidenciou diferenças estatísticas significante entre as *condições de umidade* (seca e úmida) da dentina, sendo que para a dentina úmida os valores de força de adesão foram maiores (Tabela 5).

Tabela 5. Médias amostrais calculadas para o fator de variação *umidade*.

<b>Umidade</b>	Média (MPa) e desvio padrão
Úmida	13,95 ± 7,0 ■
Seca	9,92 ± 5,6 ▲

Símbolos iguais: médias estatisticamente semelhantes

Para o fator de variação *profundidade* de dentina, foram realizados os testes complementares de Tukey e Scheffé (Tabela 6).

O teste complementar de Scheffé não definiu a que grupo pertencia a profundidade de 1,0 mm, ficando esta numa posição intermediária entre os pares dentina superficial/0,5 mm e 2,0 mm/1,5 mm de profundidade.

Tabela 6. Médias amostrais calculadas para o fator de variação *profundidade*.

<b>Profundidade</b>	<b>Médias (MPa) e desvio padrão</b>	<b>Valor crítico (Tukey)</b>
superficial	14,50 ± 8,6 ▲	
0,5 mm	12,68 ± 5,5 ▲	
1,0 mm	12,17 ± 7,0 ▲■	2,34407
2,0 mm	10,61 ± 5,3 ■	
1,5 mm	9,73 ± 5,1 ■	

Símbolos iguais: similaridade estatística

As interações entre os fatores de variação sistema adesivo, umidade e profundidade estão descritas nas páginas seguintes.

Na interação *adesivo x profundidade* houve diferença estatisticamente significativa. O gráfico da Figura 11 foi construído a partir da Tabela 7, a qual revela os resultados obtidos pela interação entre *adesivo* e *profundidade*.

Tabela 7. Resistência ao cisalhamento da dentina (médias em MPa e desvios-padrão).

Adesivo	Profundidade da Dentina				
	superficial	0,5 mm	1,0 mm	1,5 mm	2,0 mm
SBA	20,89 ± 9,6	15,60 ± 5,0	17,61 ± 8,6	13,87 ± 5,8	14,37 ± 5,1
GB	14,35 ± 6,0	12,03 ± 5,1	10,09 ± 4,0	7,98 ± 3,8	6,65 ± 2,95
MB	9,78 ± 5,8	10,42 ± 5,5	8,67 ± 3,8	7,35 ± 3,46	10,81 ± 3,85

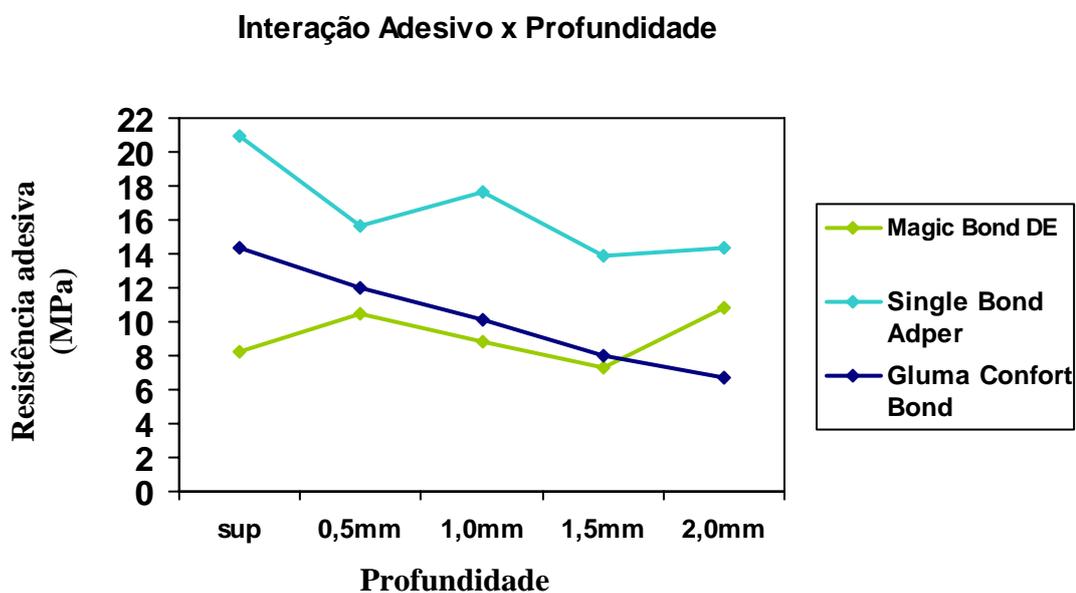


Figura 11. Interação entre *adesivo* e *profundidade*.

Os resultados da interação entre *umidade* e *profundidade* podem ser observados na Tabela 8 e na Figura 12. O gráfico da Figura 12 foi construído a partir da Tabela 8.

Tabela 8. Resultados da interação entre *umidade* e *profundidade* (médias em MPa e desvios-padrão).

Umidade	Profundidade da Dentina				
	Superficial	0,5 mm	1,0 mm	1,5 mm	2,0 mm
Úmida	18,89 ± 8,0	14,68 ± 5,0	13,07 ± 7,2	11,37 ± 6,3	11,76 ± 5,6
Seca	10,12 ± 6,8	10,68 ± 5,5	11,28 ± 6,8	8,09 ± 3,5	9,45 ± 4,3

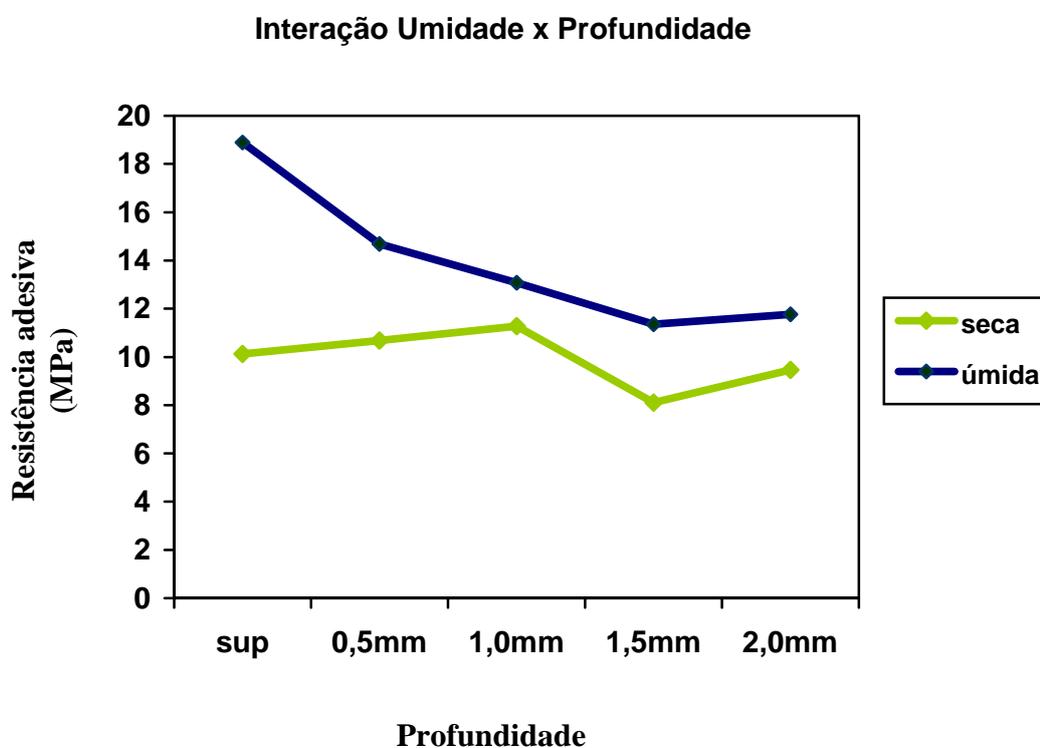


Figura 12. Interação *umidade* e *profundidade*.

Na interação entre *umidade* e *adesivo* houve diferença estatisticamente significante para os três adesivos utilizados. A resistência adesiva para a dentina úmida resultou em valores mais altos que a dentina seca. Os resultados da interação entre *umidade* e *adesivo* podem ser observados na Tabela 9 e no gráfico da Figura 13.

Tabela 9. Resultado da interação entre *umidade* e *adesivo* (Médias em MPa e desvios-padrão).

Umidade	Sistema Adesivo		
	Single Bond Adper	Gluma Confort Bond	Magic Bond DE
Úmida	19,71 ± 7,0	11,57 ± 5,3	10,59 ± 4,5
Seca	13,23 ± 6,4	8,87 ± 4,9	7,68 ± 3,7

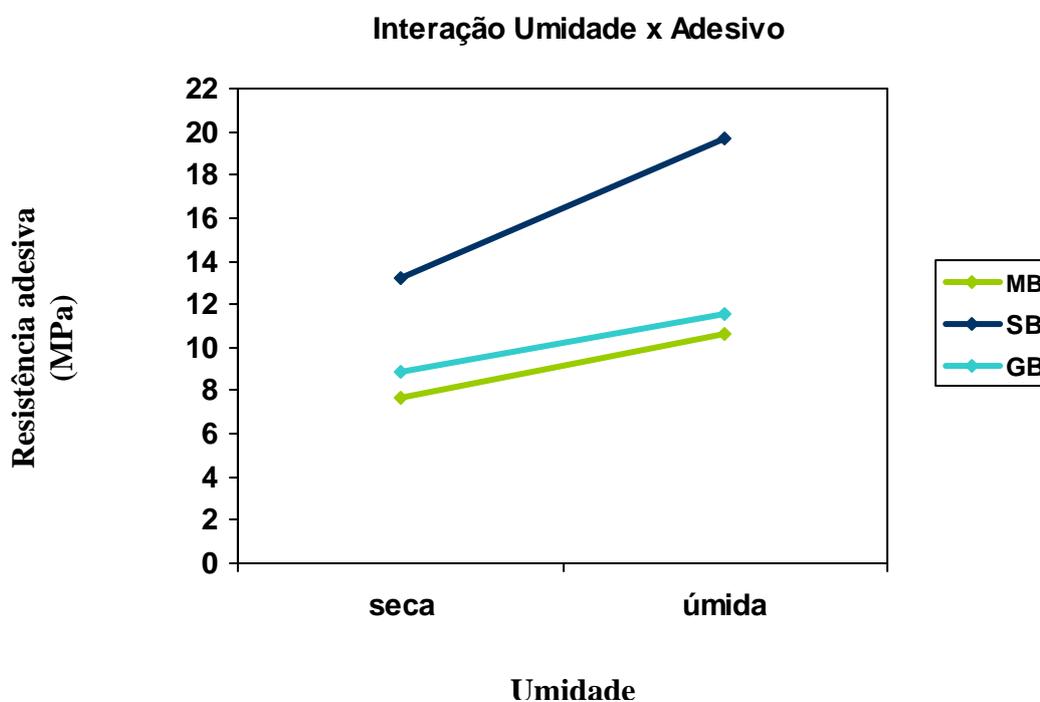


Figura 13. Interação *umidade* x *adesivo*.

## 5.2 Análise das fraturas

A análise do tipo de fratura indicou que o Single Bond Adper/Z-250 apresentou um maior número de fraturas mistas nas regiões mais profundas (1,5 mm e 2,0 mm) e uma maior número de fraturas adesivas nas regiões mais superficiais. O Magic Bond DE/Fill Magic apresentou mais fraturas coesivas do que adesivas e mistas em todas as profundidades. Para o adesivo dental Gluma Confort Bond foi observado maior número de fraturas mistas em todas as profundidades. Os resultados da análise de fraturas estão demonstrados na Figuras 14 e 15.

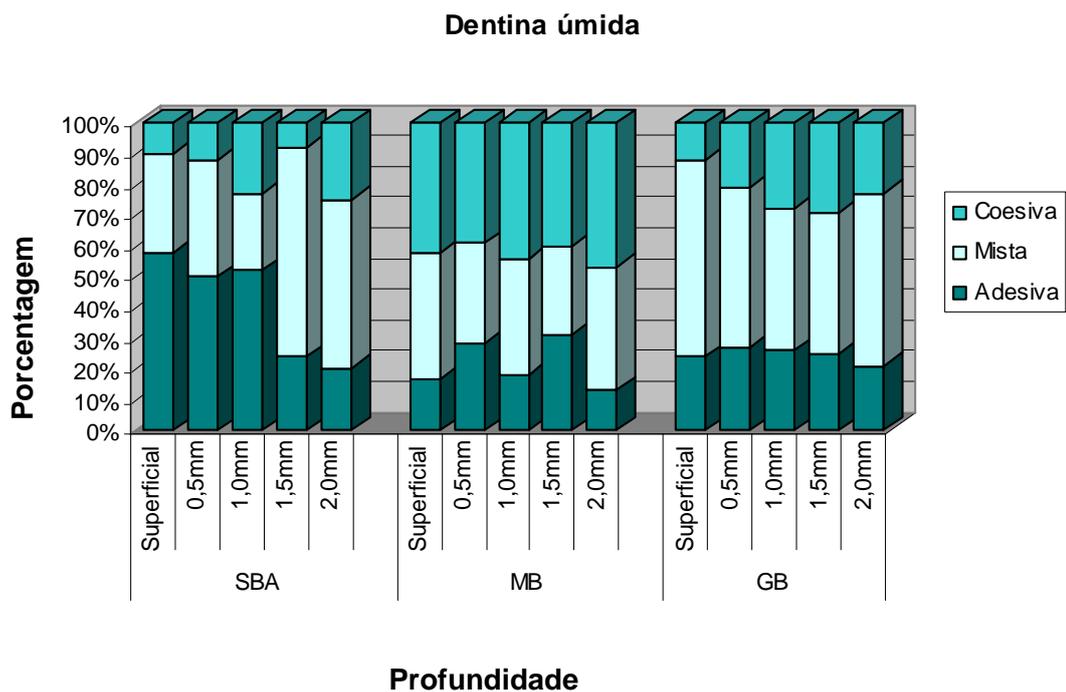


Figura 14. Gráfico da distribuição dos tipos de fratura na técnica úmida de adesão.

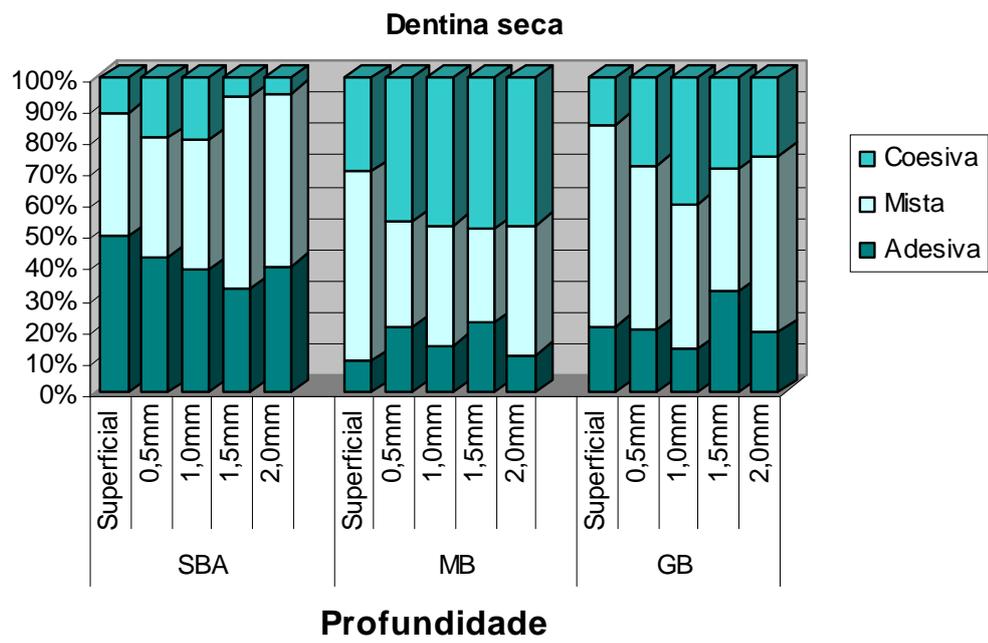


Figura 15. Gráfico da distribuição dos tipos de fratura na técnica seca de adesão.

## **6. Discussão**

---

## 6. Discussão

A odontologia moderna, após longo período de pesquisas e desenvolvimento dos materiais resinosos, dispõe atualmente de várias opções em relação aos próprios materiais odontológicos e às técnicas restauradoras. Grandes avanços também ocorreram em torno do conhecimento do mecanismo de adesão à estrutura dental nas últimas décadas, especialmente no que se refere à adesão à dentina.

A retenção micromecânica é considerada o mais importante mecanismo de adesão da resina à dentina. A retenção só pode acontecer quando a resina infiltra completamente o emaranhado de fibras colágenas da dentina desmineralizada e o interior aberto dos túbulos dentinários (NAKABAYASHI, 1982). Acredita-se que a formação da camada híbrida e dos *tags* de resina dependem de vários fatores como condicionamento ácido, condição de umidade da dentina, tipo de adesivo e profundidade da dentina, entre outros (TAY et al., 1994; 1996).

Os resultados deste estudo mostraram que a resistência ao cisalhamento da dentina é dependente do sistema *adesivo* (material), do grau de *umidade* (técnica) e da *profundidade*.

A avaliação da resistência adesiva ao cisalhamento da interface dentina-sistemas adesivos do tipo *one bottle* (Single Bond Adper, Magic Bond DE e Gluma Confort Bond) com diferentes formulações, os quais adotam a execução do condicionamento

total com ácido fosfórico 37% por 15 segundos, revelou que o produto Single Bond Adper cuja composição destaca a presença de água e etanol como solventes e do HEMA como monômero hidrofílico, além dos ácidos poliacrílicos e nanopartículas, apresentou melhor comportamento.

A comparação das técnicas “seca” e “úmida” de aplicação dos adesivos, demonstrou, com significância estatística, resultados superiores para a técnica úmida em relação a todos os adesivos testados, destacando os valores médios mais altos também para o sistema adesivo Single Bond Adper, tanto na técnica seca como na úmida.

A profundidade da dentina, em uma mesma região dental, por sua vez afetou adversamente a resistência ao cisalhamento de forma geral. Os resultados apresentados destacaram também o sistema adesivo Single Bond Adper com resultados mais altos, assim como a recuperação da resistência da união, ainda que modesta, dos adesivos Single Bond Adper e Magic bond DE em diferentes profundidades de 2,0 mm.

Em relação ao fator *adesivo*, a literatura revela resultados semelhantes. Os autores Perdigão et al. (1997), Ritter et al. (2000) e Nunes et al. (2001) também observaram melhores forças de união para o produto Single Bond, antecessor do atual Single Bond Adper. Porém, Al-Ehaideb & Mohammed (2000) não encontraram diferenças na resistência adesiva ente o Single Bond e o adesivo Bond 1. Perdigão & Frankenberger (2001) e Perdigão et al (2002) também verificaram similaridade entre o Single Bond e o Prime & Bond NT, um adesivo à base de acetona.

Portanto, formulação dos adesivos pode ser um outro aspecto de fundamental importância em relação à resistência adesiva desses produtos. Dentre os possíveis monômeros utilizados na composição dos adesivos dentais, a presença de HEMA (hidroxi-etil-metacrilato) pode auxiliar na infiltração deste produto na dentina

(PERDIGÃO et al., 1999), pois este monômero é considerado hidrofílico e seu arranjo molecular permite uma melhor difusão no interior da rede de fibras colágenas (PERDIGÃO et al., 1997). Neste estudo, os adesivos Single Bond Adper e Magic Bond DE possuem HEMA em sua composição, e seus comportamentos foram bastante distintos, evidenciando que este fator não deve ser considerado de maior influência nos resultados em relação ao *adesivo*. Além da presença de água na formulação do Single Bond Adper a diferença entre estes produtos refere-se também à presença de partículas: o Single Bond Adper apresenta 10%, em peso de nanopartículas de sílica (5 nm), e o Magic Bond DE apresentou partículas de dióxido de silício. De acordo com estes dados, sugere-se que o molhamento e a difusão do Single Bond Adper seja maior que a do Magic Bond DE, devido à presença de partículas nanométricas, ou seja, partículas potencialmente bem menores do que as presentes no Magic Bond DE. Segundo Erickson et al. (1992), a capacidade de molhamento e de difusão de um adesivo está relacionada à sua tensão superficial, a qual pode ser influenciada pela presença de partículas de maior ou menor tamanho, entre outros fatores. Em se tratando de nanopartículas presentes em sua composição, o adesivo Single Bond Adper correspondeu à melhor capacidade de difusão e conseqüente impregnação, de acordo com os resultados apresentados.

Como citado anteriormente, a comparação das técnicas “seca” e “úmida” de aplicação dos adesivos demonstrou, com significância estatística, resultados superiores para a técnica úmida em relação a todos os adesivos testados, destacando os valores médios mais altos também para o sistema adesivo Single Bond Adper, tanto na técnica seca como na úmida.

De acordo com a análise estatística, a interação dos fatores *umidade* e *adesivo* demonstrou significância e traduziu o comportamento diferenciado do adesivo Single Bond Adper ao se observar o gráfico da Figura 13.

Em relação à *umidade*, vários estudos reportaram a vantagem da técnica úmida comparada à técnica seca na formação da camada híbrida e *tags* de resina. A água é de fundamental importância na fase inicial da infiltração do adesivo na dentina. Sua presença preserva a integridade das fibras colágenas assim como mantém os espaços abertos para que o adesivo possa penetrar nestes espaços através da capacidade de remoção do excesso de água apresentada pelo solvente presente na formulação dos produtos *one bottle* (DE GOES et al., 1997; NAKAGIMA et al., 2000; GALLO et al., 2000; PEREIRA et al., 2001; CARDOSO et al., 2005; PERDIGÃO et al., 2005). Por outro lado, alguns autores relataram não haver diferença estatística significativa entre as duas técnicas (MIEARS et al., 1995; SWIFT & BAYNE, 1997).

Para ambas condições de *umidade* testadas neste estudo, os sistemas adesivos *one bottle*, Magic Bond DE, Single Bond Adper e Gluma Confort Bond, os quais apresentam etanol na sua composição, apresentaram menores valores de resistência ao cisalhamento quando a técnica da dentina seca por jatos de ar comprimido foi usada em comparação à técnica de secagem da dentina por meio de papel absorvente. Segundo Gwinnet (1992), isto pode ser atribuído à presença de água nos espaços interfibrilares da dentina úmida, a qual suporta a trama colágena da dentina e seu arranjo estrutural após o condicionamento ácido. Desta forma, quando os adesivos *one bottle* contendo etanol na sua composição foram aplicados na dentina úmida, o solvente (etanol) conseguiu deslocar a água dos espaços interfibrilares e propiciar a infiltração do adesivo na rede de fibras colágenas, permitindo uma interação micromecânica eficiente entre as duas

partes. Quando os mesmos adesivos foram aplicados na dentina seca, esta já apresentava a desestruturação da rede de fibras colágenas em consequência da remoção da maior parte de água que suportava a trama colágena, causada pela técnica da secagem com jatos de ar por 5 segundos. Para Hashimoto et al., 2002, quando a dentina é desidratada, as fibras colágenas entram em contato, formando pontes de hidrogênio entre elas, impedindo a difusão adequada do adesivo nos espaços e resultando em valores de resistência adesiva inferiores.

Ainda em relação à umidade, os resultados sugeriram que o solvente etanol não foi tão eficiente como a combinação “água e etanol” na penetração da dentina desmineralizada. Hashimoto et al. (2002) consideraram que, quando um sistema adesivo à base de etanol contendo água é usado na dentina úmida, a água residual após a evaporação do etanol (solvente) pode interferir na interação da rede de fibras colágenas e o adesivo. Entretanto, o sistema adesivo Single Bond Adper o qual contém etanol e água, usado neste trabalho, apresentou valores de resistência ao cisalhamento superiores aos dos outros produtos, Magic Bond DE e Gluma Confort Bond, em ambas condições de umidade (seca e úmida). Tal fato pode ser atribuído à presença de ácidos poliacrílicos em sua formulação, os quais potencialmente aumentam a resistência adesiva devido à possibilidade de interação química destes ácidos com o cálcio da dentina desmineralizada, agindo como fator compensador do maior teor de água presente na dentina da técnica úmida.

Outro aspecto importante em relação à desidratação da dentina, durante o procedimento de “secagem”, diz respeito à capacidade da combinação monômero/solvente de criar espaços interfibrilares para a infiltração do sistema adesivo. Esta combinação (monômero/solvente) deve ser capaz de quebrar as “pontes de

hidrogênio” e permitir a reexpansão da rede colágena (PASHLEY et al., 2002). De acordo com o relato de Pashley et al., 2002, é a água que é capaz de quebrar as cadeias de hidrogênio e permitir que a matriz colágena se reexpanda parcialmente, resultando em uma melhor infiltração do adesivo. O Magic Bond DE e o Gluma Confort Bond, por não possuírem água em sua composição, não conseguem reumidificar a dentina desmineralizada; além disso o etanol residual pode afetar a formação da camada híbrida (PASHLEY, 2002), o que pode estar associado aos valores inferiores de adesão obtidos com estes adesivos quando aplicados na dentina seca.

Por sua vez, o fato de o Single Bond Adper apresentar maiores valores de resistência na dentina seca comparado aos outros dois adesivos testados também pode ser explicado pela presença de água em sua composição. Simultaneamente, embora este adesivo (Single Bond Adper) tenha apresentado maiores valores de adesão em comparação ao Magic Bond DE e Gluma Confort Bond na condição da dentina seca, o Single Bond Adper também apresentou diminuição significativa da resistência adesiva quando a superfície da dentina foi testada na condição seca, em comparação à condição úmida da dentina. Segundo Perdigão et al. (1999), para que a rede colágena sofra uma reexpansão é necessário que o adesivo possua de 9 a 50% de água. O adesivo Single Bond Adper possui de 3 a 8 % de água em sua composição, não sendo suficiente para reumidificar a dentina e reexpandir a rede de fibras colágenas e permitir a completa infiltração do adesivo. De acordo com os resultados obtidos neste estudo, para se obter altos valores de adesão é necessário manter a superfície da dentina com uma umidade adequada, condição esta considerada crítica para os adesivos de um só frasco que contêm álcool ou álcool e água em sua composição.

A influência da *profundidade* também foi avaliada neste estudo. Para tanto, foram utilizadas superfícies de dentina desgastadas sucessivamente em cinco profundidades da mesma área de dentina (superficial, 0,5 mm, 1,0 mm, 1,5 mm, e 2,0 mm) para que fossem mensuradas as resistências adesivas ao cisalhamento dos três adesivos selecionados. Todos os produtos avaliados neste estudo apresentaram queda na resistência adesiva. Resultados semelhantes foram encontrados por outros autores, em que pesem as características e métodos utilizados (TAGAMI et al., 1990; PASHLEY et al., 1993), evidenciando que a resistência adesiva apresenta variações em função da profundidade e da região da dentina, (GIANNINI et al., 2001; 2004; AKAGAWA et al., 2002; SATTABANASUK et al., 2004; YANG et al., 2006), sendo dependente do material (sistema adesivo), do substrato e da interação entre ambos (TOLEDANO et al., 2003).

A dentina apresenta variações morfológicas e estruturais ao longo de sua espessura, caracterizando-se por apresentar túbulos e canalículos em toda sua extensão. Segundo Pashley & Carvalho, 1997, a maior parte dos túbulos estão localizados próximos à polpa (22%), apresentando 2,5 µm de diâmetro, e apenas 1% dos túbulos com 0,8 µm diâmetro estão próximos da junção amelodentinária. Isto faz com que o espaço intertubular (área rica em colágeno) seja menor na dentina profunda do que na dentina superficial. Além disto, na dentina profunda, a umidade intrínseca do substrato é maior. Para se estabelecer uma adequada adesão à dentina, ou seja, formação da camada híbrida, citada por Pashley et al. (1993) como princípio aceito de adesão entre a dentina e resina, a penetração do adesivo nos espaços interfibrilares e/ou intertubular parece ser mais importante do que no interior dos túbulos. Esta observação está relacionada com o conceito de hibridização da dentina, descrito por Nakabayashi et al. (1982; 1991). Como

a densidade tubular aumenta com a profundidade, a área de dentina sólida (intertubular) é maior na região superficial, ocorrendo a formação de maior área de camada híbrida durante o processo de adesão. À medida que se aumenta a profundidade, há conseqüentemente um aumento da densidade tubular resultando em menor hibridização e formação de maior número de *tags*. Como os *tags* são responsáveis por apenas uma fração da resistência adesiva, espera-se a diminuição da mesma (GWINNETT, 1993), fato este que é verificado, de forma geral, pelos resultados apresentados pelos três sistemas adesivos durante este estudo.

Na dentina superficial, a menor umidade intrínseca favorece a adesão de sistemas adesivos contendo água e etanol na sua composição, como o Single Bond Adper usado neste estudo. Para os adesivos que contêm apenas o solvente etanol na sua composição (Magic Bond DE e Gluma Confort Bond), à medida que se aumenta a profundidade, a umidade do substrato também aumenta e a ausência da água na formulação destes adesivos é menos crítica pois é compensada pela umidade intrínseca da dentina. Este fato pode explicar a queda menos intensa da resistência adesiva apresentada pelo sistema Gluma Confort Bond, e ligeiro aumento da resistência adesiva do Magic Bond DE na profundidade de 2,0 mm.

Embora todos os sistemas adesivos testados neste estudo terem demonstrado alterações na resistência adesiva em diferentes profundidades, o Sistema adesivo Single Bond Adper apresentou os maiores valores em todas as profundidades quando comparado aos outros dois adesivos (Magic Bond DE e Gluma Confort Bond). Este adesivo possui em sua composição, além de água, etanol, monômeros hidrofílicos e hidrofóbicos e ácidos poliacrílicos, as nanopartículas de carga (sílica) formando no topo da camada híbrida, uma fina camada intermediária entre esta (camada híbrida) e a resina

composta, potencialmente. Ainda que as nanopartículas de carga do adesivo não consigam infiltrar na rede de fibras colágenas, elas podem ajudar a estabelecer um filme de resina que estabiliza a camada híbrida (CARDOSO et al., 2001). A camada intermediária de adesivo com carga promove a formação de uma zona elástica com melhor capacidade para “amortecer” tensões geradas durante a contração de polimerização da resina (MIYAZAKI et al., 1995; GALLO et al., 2001). Este efeito da camada de adesivo com carga é mais evidente na dentina profunda, onde os adesivos se difundem mais rápido e numa maior profundidade, potencialmente, através dos túbulos da dentina do que na rede de fibras colágenas da dentina intertubular e peritubular (MARSHALL et al, 1997). Portanto, na dentina profunda, embora exista maior umidade da dentina, os componentes presentes na formulação do Single Bond Adper, em especial as nanopartículas, também podem ser responsáveis pelas recuperações da resistência adesiva na dentina com 1,0 e 2,0 mm em relação à dentina com 0,5 e 1,5 mm de profundidade, respectivamente, compensando a possível redução da adesão deste adesivo que contém água em sua composição nas regiões mais profundas. Por outro lado, o comportamento do adesivo Magic Bond DE destaca-se por apresentar um aumento da resistência da união na profundidade de 0,5 mm em relação à dentina superficial, posteriormente diminuição progressiva até a profundidade de 1,5mm e novamente uma recuperação mais acentuada na profundidade de 2,0 mm, comparada à profundidade de 1,5 mm, o que pode estar relacionado à umidade natural da dentina mais profunda, do que propriamente com a presença de carga em sua formulação sem desconsiderar a possibilidade de associação dos dois fatores. Como o Magic Bond DE só possui etanol na sua composição, a umidade intrínseca maior na dentina profunda, sugere-se, propiciou a recuperação da resistência adesiva de forma intensa para este

---

adesivo, destacando-se mais uma vez a importância da condição de umidade da dentina, e conseqüentemente da presença de água para o processo adesivo.

Assim sendo, de acordo com os resultados do estudo, a resistência ao cisalhamento da interface dentina-resina foi influenciada pelos fatores *adesivo*, *condição de umidade* da dentina e *profundidade* do substrato.

## **7. Conclusões**

---

## 7. Conclusões

Baseado nos resultados obtidos, e dentro das limitações do estudo *in vitro*, pode-se concluir que:

- a resistência adesiva foi influenciada pelos fatores *adesivo*, *grau de umidade* e *profundidade* da dentina;
- os adesivos dentais testados demonstraram diferença significativa quanto à resistência ao cisalhamento, sendo que o produto Single Bond Adper apresentou a mais alta média;
- a técnica de adesão à dentina com maior *grau de umidade* revelou a mais elevada média de resistência ao cisalhamento;
- a *profundidade* da dentina afetou adversamente a adesão, sendo a média mais alta apresentada pela dentina superficial e o valor mais baixo pela dentina a 1,5 mm de profundidade;
- a interação *adesivo x profundidade* revelou diferenças significativas quanto à resistência adesiva; o adesivo Single Bond Adper apresentou os valores mais altos em todas as profundidades avaliadas; os adesivos Single Bond Adper e Magic Bond DE apresentaram recuperação da resistência adesiva entre as profundidades de 1,5 mm e 2,0 mm; o adesivo Magic Bond DE apresentou os valores mais baixos de adesão em todas as profundidades, com exceção à de 2,0 mm;
- a interação *umidade x adesivo* influenciou a resistência adesiva; o adesivo Single Bond Adper revelou os maiores valores médios para ambas técnicas de secagem do

---

substrato dentinário; os adesivos Magic Bond DE e Gluma Confort Bond demonstraram valores médios inferiores e próximos;

- a interação *umidade* e *profundidade* revelou os melhores valores de adesão para a técnica úmida em todas as profundidades testadas, ambas as técnicas (seca e úmida) demonstraram recuperação da resistência adesiva entre as profundidades de 1,5 mm e 2,0 mm; e,

- a interação entre os fatores *adesivo* x *umidade* x *profundidade* não influenciou a resistência ao cisalhamento da dentina de maneira significativa.

## **8. Referências**

---

## 8. Referências

AKAGAWA, H.; NIKAIDO, T.; TAKADA, T.; BURROW, M. F.; TAGAMI, J. Shear bond strengths to coronal and pulp chamber floor dentin. *American Journal of Dentistry*, San Antonio, v.15, n.6, p.383-388, December 2002.

AL-EHAIDEB, A.; MOHAMMED, H. Shear bond strength of "one bottle" dentin adhesives. *Journal of Prosthetic Dentistry*, St. Louis, v.84, n.4, p.408-412, October 2000.

ASMUSSEN, E.; MUNKSGAARD, E. C. Bonding of restorative resins to dentin: status of dentin adhesives and impact on cavity design and filling techniques. *International Dental Journal*, Suffolk, v.38, n.2, p.97-104, June 1988.

BOWEN, L. R. Adhesive bonding of various materials to hard tooth tissues. II. Bonding to dentin promoted by a surface-active comonomer. *Journal of Dental Research*, Chicago, v.44, n.5, p.895-902, September-October 1965.

BRÄNNSTRÖM, M.; ASTÖN, A. The hydrodynamics of the dentin: its possible relationship to dentinal pain. *International Dentistry Journal*, Inglaterra, v.22, p. 219-227, Jun, 1972.

---

BUONOCORE, M. G. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surface. *Journal of Dental Research*, Chicago, v.34, n.6, p.849-853, December 1955.

BUONOCORE, M.G; WILEMAN, W.; BRUDEVOLD, F. A report on a resin composition capable of bonding to human dentin surfaces. *Journal of Dental Research*, Chicago, v.35, n.6, p.846-851, December 1956.

BURKE, F. J. Dentin adhesives: the current status. *Dental Update*, London; v.14, n.5, p.201, 203-205, June 1987.

BUSATO, A. L. S. Adesividade em dentística. In: *Dentística. Filosofia, Conceitos e Prática Clínica. Grupo Brasileiro de Professores de Dentística*. São Paulo: Artes Médicas, 2005. 377p. **Capítulo 5. p.125-146.**

CARVALHO, R. M.; YOSHIYAMA, M.; BREWER, P. D; PASHLEY, D.H. Dimensional changes of demineralized dentin during preparation for SEM. *Archives of Oral Biology*, Oxford, v.41, n.4, p.379-386, April 1996.

CARDOSO, P. E.; CARRILHO, M. R. O.; FRANCHI, C. E.; PERDIGAO, J. Microtensile bond strengths of one bottle dentin adhesives. *American Journal of Dentistry*, San Antonio, v.14, n.1, p.22-24, February 2001.

---

CARDOSO, P. C.; LOPES, G. C.; VIEIRA, L. C.; BARATIERI, L. N. Effect of solvent type on microtensile bond strength of a total-etch one-bottle adhesive system to moist or dry dentin. *Operative Dentistry*, Seattle, v.30, n.3, p.376-381, May-June 2005.

DE CASTRO, A. K.; HARA A. T.; PIMENTA, L. A. Influence of collagen removal on shear bond strength of one-bottle adhesive system in dentin. *The Journal of Adhesive Dentistry*, New Malden, v.2, n.4, p.271-217, Winter 2000.

DE GOES, M. F.; PACHANE, G. C.; GARCIA-GODOY, F. Resin bond strength with different methods to remove excess water from the dentin. *American Journal of Dentistry*, San Antonio, v.10 n.6, p.298-301, December 1997.

ESCRIBANO, N. I.; DEL NERO, M. O.; DE LA MACORRA, J. C. Inverse relationship between tensile bond strength and dimensions of bonded area. *Journal of Biomedical Materials Research*, Hoboken, v.15, n.1, p.419-424, July 2003.

ERICKSON, R. L. Surface interactions of dentin adhesive materials. *Operative Dentistry*, Seattle, v.17, Supplement 5 (International Symposium on Adhesive in Dentistry), p.81-94, July 1992.

FERRARI, M.; MANNOCCI, F.; VICHI, A.; DAVIDSON, C.L. Effect of two etching times on the sealing ability of Clearfil Liner Bond 2 in Class V restorations. *American Journal of Dentistry*, San Antonio, v.10, n.2, p.66-70, April 1997.

---

FINGER, W.J.; FRITZ, U. Laboratory evaluation of one-component enamel/dentin bonding agents. *American Journal of Dentistry*, San Antonio, v.9, n.5, p.206-210, October 1996.

FUENTES, V.; TOLEDANO, M.; OSORIO, R.; CARVALHO, R. M. Microhardness of superficial and deep sound human dentin. *Journal of Biomedical Materials Research*, Hoboken, v.15, v.66, n.4, p.850-853, September 2003.

FUSAYAMA, T.; NAKAMURA, M.; KUROSAKI, N.; IWAKU, M. Non-pressure adhesion of a new adhesive restorative resin. *Journal of Dental Research*, Chicago, v.58, n.4, p.1364-1370, April 1979.

GALLO, J. R. 3<sup>RD</sup>.; HENDERSON, M.; BURGESS, J. O. Shear bond strength to moist and dry dentin of four dentin bonding systems. *American Journal of Dentistry*, San Antonio, v.13, n.5, p.267-270, October 2000.

GALLO, J. R. ; COMEAUX, R.; HAINES, B.; XU, X.; BURGESS, J. O. Shear bond strength of four filled dentin bonding systems. *Operative Dentistry*, Seattle, v.26, n.1, p.44-47, January-February 2001.

GARONE FILHO, W. Adesão em Esmalte e Dentina p.27-56 In: **Dentística / Laser**. São Paulo: Artes Médicas, 2002, 473p.

---

GIANNINI, M.; CARVALHO, R. M.; MARTINS, L. R.; DIAS, C. T.; PASHLEY, D. H. The influence of tubule density and area of solid dentin on bond strength of two adhesive systems to dentin. *The Journal of Adhesive Dentistry*, New Malden, v.3, n.4, p.315-324, Winter 2001.

GIANNINI, M.; SOARES, C.J.; DE CARVALHO, R, M. Ultimate tensile strength of tooth structures. *Dental Materials*, Kidlington, v.20, n.4, p.322-329, May 2004.

GWINNETT, A. J. Moist versus dry dentin: its effect on shear bond strength. *American Journal of Dentistry*, San Antonio, v.5, n.3, p.127-129, June 1992.

GWINNETT, A. J. Quantitative contribution of resin infiltration/hybridization to dentin bonding. *American Journal of Dentistry*, San Antonio, v.6, n.1, p.7-9. February 1993.

GWINNETT, A. J. Dentin bond strength after air drying and rewetting. *American Journal of Dentistry*, San Antonio, v.7, n.3, p.144-148, June 1994.

HASHIMOTO, M.; OHNO, H.; ENDO, K.; KAGA, M.; SANO, H.; OGUCHI, H. The effect of hybrid layer thickness on bond strength: Demineralized dentin zone of the hybrid layer. *Dental Materials*, Kidlington, v.28, n.8, p.2831-2836, August 2000.

HASHIMOTO, M.; OHNO, H.; KAGA, M.; SANO, H.; ENDO, K.; OGUCHI, H. Fractured surface characterization: wet versus dry bonding. *Dental Materials*, Kidlington, v.18, n.2, p.95-102, March 2002.

---

INABA, D.; IJIMA, Y.; TAKAGI, O.; RUBEN, J.; ARENDS, J. The influence of air-drying on hyper-remineralization of demineralized dentin, a study on bulk as well as on thin wet section of bovine dentin. *Caries Research*, Basel, v.29, n.3, p.231-236, May-June 1995.

INOUE, S.; PEREIRA, P. N.; KAWAMOTO, C.; NAKAJIMA, M.; KOSHIRO, K.; TAGAMI, J.; CARVALHO, R. M.; PASHLEY, D. H.; SANO, H. Effect of tubule direction on ultimate tensile strength of human coronal dentin. *Dental Materials Journal*, Kidlington, v.22, n.1, p. 39-47, March 2003.

INTERNATIONAL STANDARDIZATION ORGANIZATION. **Guidance on testing of adhesion to tooth substrate. ISO/TR 11405.** Genève, ISO, 1994.

JACOBSEN, T.; SODERHOLM, K. J.; GARCEA, I.; MONDRAGON, E. et al. Calcium leaching from dentin and shear bond strength after etching with phosphoric acid of different concentrations. *European Journal of Oral Sciences*, Copenhagen, v.108, N.3, p.247-254, June 2000.

JOYNT, R.B.; DAVIS, E. L.; WIECZKOWSKI, G. Jr.; YU, X. Y. Dentin bonding agents and the smear layer. *Operative Dentistry*, Seattle, v.16, n.5, p.186-191, September-October 1991.

---

KANCA 3<sup>rd</sup>., J. Resin bonding to wet substrate II. Bond to enamel. *Quintessence International*, Berlin, v.23, n.9, p. 625-627, September 1992.

KANCA 3<sup>rd</sup>., J. Improving bond strength through acid etching of dentin and bonding to wet dentin surfaces. *Journal of American Dental Association*, Chicago, v.123, n.9, p.35-43, September 1992.

KONNO, A. N.; SINHORETI, M. A.; CONSANI, S.; CORRER SOBRINHO, L.; CONSANI, R.L. Storage effect on shear bond strength of adhesive systems. *Brazilian Dental Journal*, Ribeirão Preto, v.14, n.1, p.42-47, 2003.

KUGEL, G.; FERRARI, M. The science of bonding: First to sixth generation. *Journal of American Dental Association*, Chicago, v.131, Supplement 20S-25S, June 2000.

LOPES, G. C.; PERDIGAO, J.; LOPES M. de F.; VIEIRA, L. C.; BARATIERI, L. N.; MONTEIRO, S. Jr. Dentin bond strengths of simplified adhesive: effect of dentin depth. *Compendium Continuing Education in Dentistry*, v.27, n.6, p.340-345, quiz 346, June 2006.

MARSHALL Jr., G. W. Dentin: Microstruture and characterization. *Quintessence International*, Berlin, v.24, n.9, p.606-617, September 1993.

---

MARSHALL Jr., G. W.; MARSHALL, S. J.; KINNEY, J. H.; BALOOCH, M. The dentin substrate: structure and properties related to bonding. *Journal of Dentistry*, Kidlington, v.25, n.6, p.441-458, November 1997.

MIEARS Jr., J. R.; CHARLTON, D. G.; HERMESCH, C. B. Effect of dentin moisture and storage time on resin bonding. *American Journal of Dentistry*, San Antonio; v.8, n.2, p.80-82, April 1995.

MIYAZAKI, M.; ANDO, S.; HINOURA, K.; ONOSE, H.; MOORE, B. K. Influence of filler addition to bonding agents on shear bond strength to bovine dentin. *Dental Materials*, Kdlington, v.11, n.4, p.234-238, July 1995.

MOLL, K.; HALLER, B. Effect of intrinsic and extrinsic moisture on bond strength to dentin. *Journal of Oral Rehabilitation*, Oxford, v.27, n.2, p.150-165, February 2000.

MOHAN, B.; KANDASWAMY, D. A confocal microscopic evaluation of resin-dentin interface using adhesive systems with three different solvents bonded to dry and moist dentin an in vitro study. *Quintessence International*, Berlin, v.36, n.7-8, p.511-521, July-August 2005.

NAKABAYASHI, N.; KOJIMA, K.; MASUHARA, E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *Journal of Biomedical Materials Research*, Hoboken, v.16, n.3, p.265-273, May 1982.

NAKABAYASHI, N.; NAKAMURA, M.; YASUDA, N. Hybrid layer as a dentin-bonding mechanism. *Journal of Esthetic Dentistry*, Hamilton, v.3, n.4, p.133-138, July-August 1991.

NAKABAYASHI, N.; PASHLEY, D. H. **Hybridization of dental hard tissues**. Tokyo: Quintessence., 1998.

NAKABAYASHI, N.; HIRANUMA, K. Effect of etchant variation on wet and dry dentin bonding primed with 4-META/acetone. *Dental Materials*, Kidlington, v.16, n.4, p.274-279, July 2000.

NAKAGIMA, M.; KANEMURA, N.; PEREIRA, P. N.; TAGAMI, J.; PASHLEY, D. H. Comparative microtensile bond strength and SEM analysis of bonding to wet and dry dentin. *American Journal of Dentistry*, San Antonio, v. 13, n.6, p.324-328, December 2000.

NAKAOKI, Y.; NIKAIDO, T.; BURROW, M. F.; TAGAMI, J. Effect of water residual on dentin bond strength and hybridization of a one-bottle adhesive system. *Operative Dentistry*, Seattle, v.27, n.6, p.563-568, November-December 2002.

NISHIDA, K.; YAMAUCHI, J.; WADA, T.; HOSODA, H. Development of a new bonding system. *Journal of Dental Research*, Washington, v.72, n.1, p.137 (Abstract 267), January 1993

NUNES, M. F.; SWIFT, E. J.; PERDIGAO, J. Effects of adhesive composition on microtensile bond strength to human dentin. *American Journal of Dentistry*, San Antonio, v.14, n.6, p.340-343, December 2001.

ÖZER, F.; UNLU, N.; SENGUN, A. Influence of dentinal regions on bond strength of different adhesive systems. *Journal of Oral Rehabilitation*, Oxford, v.30, n.6, p.659-663, June 2003.

PASHLEY, E. L.; TAO, L.; MATTHEUS, W. G.; PASHLEY, D. H. Bond strengths to superficial, intermediate and deep dentin in vivo with four dentin bonding systems. *Dental Materials*, Kidlington, v.9, n.1, p.19-22, January 1993.

PASHLEY, D. H.; CIUCCHI, B.; SANO, H.; HORNER, J. A. Permeability of dentin to adhesive agents. *Quintessence International*, Berlin, v.24, n.9, p.618-631, September 1993.

PASHLEY, D. H.; SANO, H.; CIUCCHI, B.; CARVALHO, R. M.; RUSSELL, C. M. Bond strength versus dentin structures: a modeling approach. *Archives of Oral Biology*, Oxford, v.40, n.12, p.1109-1118, December 1995.

PASHLEY, D. H.; SANO, H.; YOSHIYAMA, M.; OUCCHI, B.; CARVALHO, R. M. **Dentin, a dynamic bonding substrate. The effect of dentin variables on resin adhesion.** In: Proceedings of the International Conference on Dentin/Pulp Complex, ed. M. Shimono. Quintessence, Tokyo, 1996. p.11-21.

PASHLEY, D. H.; CARVALHO, R.M. Dentine permeability and dentine adhesion. *Journal of Dentistry*, Bristol, v.25, n.5, p.355-372, September 1997.

PASHLEY, D. H.; AGEE, K. A.; NAKAJIMA, F. R.; TAY, R.M.; CARVALHO, F.J. Solvent-induced expansion of dried-demineralized dentin matrix. *Journal of Dental Research*, Chicago, v.80, p.67 (Abstract 249), January 2001. Especial issue.

PASHLEY D. H.; CARVALHO, R. M.; TAY, F. R.; AGEE, K. A.; LEE, K. W. Solvation of dried dentin matrix by water and other polar solvents. *American Journal of Dentistry*, San Antonio, v.15, n.2, p.97-102, April 2002.

PEREIRA, G. D.; PAULILLO, L. A.; DE GOES, M. F.; DIAS, C. T. How wet dentin be? Comparison of methods to remove excess water during moist bonding. *The Journal of Adhesive Dentistry*, New Malden, v.3, n.3, p.257-264, Fall 2001.

PERDIGAO, J.; SWIFT, E. J. Analysis of dental adhesive system using scanning electron microscopy. *International Dental Journal*, Suffolk, v.44, n.4, p.349-350, August 1994.

PERDIGAO, J. An ultramorphological study of dentin etched with acid etchants in different concentrations. In: **Symposium on: 5<sup>th</sup> Generation Dental adhesives**, 1995, Rancho Bernardo. Proceeding... Itasca: Bisco, 1995. p.1-11.

PERDIGAO, J.; RAMOS, J. C.; LAMBRECHTS, P. In vivo interfacial relationship between human dentin and one bottle adhesives. *Dental Materials*, Kidlington, v.13, n.4, p.218-227, July 1997.

PERDIGAO, J.; VAN MEERBEEK, B.; LOPES, M. M. The effects of re-wetting agent on dentin bonding. *Dental Materials*, Kidlington, v.15, n.4, p.282-295, July 1999.

PERDIGAO, J.; MAY JR, K. N.; WILDER JR., A. D.; LOPES, M. The effect of depth of dentin demineralization on bond strengths and morphology of the hybrid layer. *Operative Dentistry*, Seattle, v.25, n.3, p.186-194, May-June 2000.

PERDIGAO, J.; FRANKENBERGER, R. Effect of solvent and rewetting time on dentin adhesion. *Quintessence International*, Berlin, v.32, n.5, p.385-390, May 2001.

PERDIGAO, J.; GERALDELI, S.; CARMO, A. R.; DUTRA, H. R.; In vivo influence of residual moisture on microtensile bond strengths of one-bottle adhesives. *Journal of Esthetic Restoration Dentistry*, Hamilton, v.14, n.1 p.31-38, January 2002.

PERDIGAO, J.; CARMO, A. R.; GERALDELI, S. Eighteen- month clinical evaluation of two dentin adhesives applied on dry and moist dentin. *The Journal of Adhesive Dentistry*, New Malden, v.7, n.3, p.253-258, Autumn 2005.

PEUTZFELDT, A.; ASMUSSEN, E. Adhesive systems: effect on bond strength of incorrect use. *The Journal of Adhesive Dentistry*, New Malden, v.4, n.3, p.233-242, Fall 2002.

---

PRATI, C.; ERICKSON, R. L.; TAO, L.; SIMPSON, M. D.; PASLHEY, D. H. Measurement of dentin permeability and wetness by use of the Periotron device. *Dental Materials*, Kidlington, v.7, n.4, p.268-273, October 1991.

PHRUKKANON, S.; BURROW, M. F.; TYAS, M. J. The effect of dentin location and tubule orientation on the bond strength between resin and dentin. *Journal of Dentistry*, Bristol, v.27, n.4, p.265-274, May 1999.

RITTER, A. V.; HEYMANN, H. O.; SWIFT JR., E. J.; PERDIGAO, J.; ROSA, B. T. Effects of different re-wetting techniques on dentin shear bond strengths. *Journal of Esthetic Dentistry*, Hamilton, v.12, n.2, p.85-96, March 2000.

SANO, H.; TAKATSU, T.; CIUCCHI, B.; RUSSELL, C. M.; PASHEY, D. H. Tensile properties of resin-infiltrated demineralized human dentin. *Journal of Dental Research*, Chicago, v.74, n.4, p.1093-1102, April 1995.

SATTABANASUK, V.; SHIMADA, Y., TAGAMI, J. The bond of resin to different dentin surface characteristics. *Operative Dentistry*, Seattle, v.29, n.3, p.333-341, May-June 2004.

SOUZA JR., M. H. S. Adesivos dentinários: evolução, estágio atual e considerações clínicas para a sua utilização. *Maxi-odonto: Dentística*, Bauru, v.1, n.1 p.1-18, Janeiro 1995.

SPENCER, P.; SPENCER, R. P. Interfacial chemistry of the dentin/adhesive bond. *Journal of Dental Research*, Chicago, v.79, n.7, p.1458-1463, July 2000.

SUDSANGIAN, S.; VAN NOORT, R. Do dentin bond strength tests serve a useful purpose? *Journal of Adhesive Dentistry*, New Malden, v.1, n.1, p.57-67, Spring 1999.

SWIFT, E. J.; BAYNE, S. C. Shear bond strength of a new one-bottle dentin adhesive. *American Journal of Dentistry*, San Antonio; v.10, n.4, p.184-188, August 1997.

TAGAMI, J.; TAO, L.; PASHLEY, D. H. Correlation among dentin depth, permeability, and bond strength of adhesive resins. *Dental Materials*, Kidlington, v.6, n.1, p.45-50, January 1990

TAY, F. R.; GUINNETT, A. J.; PANG, K. M.; WEI, S. H. Y. Strutral evidence of a sealed tissue interface with a total-ecth wet bonding technique *in vivo*. *Journal of Dental Research*, Chicago, v.73, n.3, p.629-636, March 1994.

TAY, F. R.; GWINNETT, A. J.; PANG, K. M.; WEI, S. H. Variability in microleakeage observed in a total-ecth wet bonding technique under different handling conditions. *Journal of Dental Research*, Chicago, v.74, n.5, p.1168-1178, May 1995.

TAY, F. R.; GWINNETT, A. J.; PANG, K. M.; WEI, S. H. Resin permeation into acid-conditioned, moist, and dry dentin: a paradigm using water-free adhesive primers. *Journal of Dental Research*, Chicago, v.75, n.4, p.1034-1044, April 1996.

TAY, F. R.; GWINNETT, A. J.; WEI, S. H. The overwet phenomenon: an optical, micromorphological study of surface moisture in acid etched, resin-dentin interface. *American Journal of Dentistry*, San Antonio, v.9, n.1, p.43-48, February 1996.

TOBA, S.; VEERAPRAVATI, W.; SHIMADA, Y.; NIKAIDO, T.; TAGAMI, J. Micro-shear bond strength of adhesive resins to coronal dentin versus the floor of the pulp chamber. *American Journal of Dentistry*, San Antonio; v.16, Special Issue p.51-56A, September 2003.

TOLEDANO, M.; OSORIO, R.; CEBALLOS, L.; FUENTES, M. V.; FERNANDES, C. A.; TAY, F. R.; CARVALHO, R. M. Microtensile bond strength of several adhesive systems to different dentin depths. *American Journal of Dentistry*, San Antonio, v. 16, n.5, p.292-298, October, 2003.

VAN MEERBEEK, B.; PEUMANS, M.; VERSCHUEREN, M.; GLADYS, S.; BRAEM, M.; LAMBRECHTS, P.; VANHERLE G. Clinical status of ten dentin adhesive systems. *Journal of Dental Research*, Chicago, v.73, n.11, p.1690-702, November 1994.

VAN MEERBEEK, B.; DE MUNCH, Y. J.; YOSHIDA, Y. SHIRAI, K. INOUE, S. SHINTANI, H. LAMBRECHTS, P. Chemical bonding potential of adhesive materials

to hydroxyapatite. *Journal of Dental Research*, Chicago, v. 82, p.B-101 (Abstract 708), June 2003. Especial issue.

VAN MEERBEEK, B.; DE MUNCK, J.; YOSHIDA, Y.; INOUE, S.; VARGAS, M.; VIJAY, P.; VAN LANDUYT, K.; LAMBRECHTS, P.; VANHERLE, G. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Operative Dentistry*, Seattle, v.28, n.3, p.215-235, May- June 2003.

WATANABE, I.; NAKABAYASHI, N. Bonding durability of photocured Phenyl-P in TEGDMA to smear layer-retained bovine dentin. *Quintessence International*, Berlin, v. 24, n.5, p.335-342, May 1993.

WATANABE, L. G.; LACY, A. M.; DAVIS, D. R. Shear bond strength: Single plane versus conventional lap shear. *Journal of Dental Research*, Chicago, v.67, n.1, p.383, (Abstract 2159), January 1988.

WATANABE, I.; NAKABAYASHI, N.; PASHLEY, D. H. Bonding to ground dentin by Phenyl-P self etching primer. *Journal of Dental Research*, Chicago, v.73, n.6, p.1212-1220, June 1994.

WATANABE, L. G.; MARSHALL JR., G. W.; MARSHALL, S. J. Dentin Shear strength: effects of tubule orientation and intratooth location. *Dental Materials*, Kidlington, v.12, n.2, p.109-115, March 1996.

YOSHIYAMA, M.; MATSUO, T.; EBISU, S.; PASHLEY, D. H. Regional bond strengths of self-etching/self-priming adhesive systems. *Journal of Dentistry*, Bristol, v.26, n.7, p.609-616, September 1998.

YOSHIYAMA, M.; SANO, H.; CARVALHO, R. M.; PASHLEY, D. H. Adhesive mechanism of a self-etching/self-priming adhesive resin to enamel and dentin. *Journal of Hard Tissue Biology*, v.5, n. 1, p.31-5, March 1996.

YOSHIKAWA, T.; SANO, H.; BURROW, M. F.; TAGAMI, J.; PASHLEY, D. H. Effects of dentin depth and cavity configuration on bond strength. *Journal of Dental Research*, Chicago, v.78, n.4, p.898-905, April 1999.

ZHANG, Z. X.; HUANG, C.; ZHENG, T. L.; WANG, S.; CHENG, X. R. Effects of residual water on microtensile bond strength of one-bottle dentin adhesive systems with different solvent bases. *Chinese Medical journal*, Pekin, v.118, n.19, p.1623-1628, December 2005.

## **9. Anexo**

---

## 9. Anexo

## Dados originais dos ensaios de resistência ao cisalhamento. Valores em MPa.

Adesivo	Dentina	Seca					Úmida				
		Profundidade da Dentina									
		Superf.	0,5mm	1,0mm	1,5mm	2,0mm	Superf.	0,5mm	1,0mm	1,5mm	2,0mm
Magic Bond/Fill Magic	Sup.	3,29	10,91	6,27	5,87	6,96	16,97	8,94	13,54	8,41	10
		8,41	6,34	15,33	15,99	18,87	16,22	16,1	10,13	12,53	10,98
		1,62	10,16	9,37	11,91	12,82	13,12	13,2	13,82	7,31	10,6
		5,28	3,36	12,07	6,73	8,79	6,58	24,02	5,43	6,66	15,67
		4,39	8,1	15,18	10,56	7,71	8,78	11,26	7,47	3,45	3,55
	Inf.	5,72	9,28	6,23	7,77	8,44	11,23	10,04	9,66	8,41	15,54
		8,34	5,26	7,58	9,65	10,71	13,92	16,42	3,85	7,07	13,44
		7,28	3,27	3,08	5,88	9,06	4,68	13,8	9,68	3,77	8,73
		3,53	1,5	3,94	3,76	7,44	10,5	12,33	10,25	3,06	14,99
		4,14	6,55	4,75	5,01	6,7	11,52	17,59	5,84	3,2	15,3
	Média	5,2	6,473	8,38	8,313	9,75	11,352	14,37	8,967	6,387	11,88
	desvio	2,25	3,16	4,47	3,72	3,70	3,93	4,40	3,31	3,05	3,89
Single Bond/Z-250	Sup.	15,1	16,79	23,41	9,73	10,99	29,21	20,03	18,3	16,87	16,05
		9,9	5,83	6,3	8,18	9,13	34,37	18,32	18,04	11,01	12,32
		17,25	11,07	15,01	9,61	12,03	21,01	16,43	29,08	12,43	15,65
		19,17	21,19	18,98	17	16,32	29,19	21,21	18,51	15,92	12,57
		35,11	11,86	10,05	9,52	11,01	33,58	15,83	15,55	16,88	18,77
	Inf.	16,86	19,49	36,06	13,31	22,33	18,31	18	9,38	13,89	12,88
		16,117	12,01	11,14	9,15	9,87	29,48	20,13	22,79	17,45	15,41
		8,94	12,1	8,77	11,9	10,66	25,76	25,87	37,68	32,4	29,65
Média	7,54	8,63	14,37	11,2	7,97	13,28	14,61	11,43	16,71	14,31	
	4,65	11,19	11,68	4,65	10,54	32,8	11,52	15,76	19,68	18,96	
	15,0637	13,016	15,577	10,425	12,085	26,699	18,195	19,652	17,324	16,657	
	desvio	8,54	4,76	8,76	3,2713	4,21	7,050	3,96	8,39	5,88	5,12
Gluma Bond/Charisma	Sup.	12,24	7,47	4,03	4,33	18,81	11,04	9,92	15,8	12,03	
		13,99	6,49	6,5	5,34	24,45	16,68	17,02	9,78	6,18	
		6,51	7,28	3,07	4,01	20,34	7,02	10,2	10,07	5,87	
		9,59	6,57	4,46	4,21	10,51	4,32	8,99	13,13	9,73	
		10,19	7,82	5,54	8,81	16,48	7,68	6,4	12,79	3,86	
	Inf.	7,61	11,98	5,02	5,62	14,28	19,9	16,48	13,83	10,13	7,37
		9,63	3,51	13,84	6,53	5	19,35	18,35	4,4	9,67	3,52
		15,96	24,64	11,02	8,59	8,97	19,21	12,35	11,36	14,3	8,72
		22,01	15,84	9,9	5	6,2	20,26	10,7	11,18	6,38	6,56
		8,75	17,21	20,48	6,24	4,28	16,76	10,39	12,64	2,11	3,84
		Média	10,107	12,57	9,589	5,558	6,543	18,607	11,501	10,594	10,416

	desvio	5,02	5,90	4,6112	1,54	3,27	3,59	4,56	3,59	3,99	2,77
--	--------	------	------	--------	------	------	------	------	------	------	------

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)