

**PAULO SÉRGIO QUAGLIATTO**

***AValiação DA RESISTÊNCIA DE  
UNIÃO AO CISALHAMENTO, DE  
DIFERENTES SISTEMAS ADESIVOS À  
DENTINA.  
ANÁLISE EM MEV DO INFILTRADO  
RESINOSO***

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, para obtenção do grau de Doutor em Odontologia (Área de Concentração: Dentística Restauradora).

**Orientador : Prof. Dr. Celso Luiz de Angelis Porto**

**Co-Orientador : Prof. Dr. Franklin Garcia-Godoy**

Araraquara  
2001

# Introdução

As exigências cada vez mais evidentes em relação a estética, os valores e conceitos da harmonia dental e a evolução dos sistemas adesivos, contribuíram nas grandes modificações que a dentística restauradora vem sofrendo na última década. O aperfeiçoamento de materiais e técnicas adesivas que promovam uma efetiva união à estrutura dental, principalmente à dentina, tem sido motivo de estudos no campo da adesividade<sup>3,8,53,65</sup>.

Até pouco tempo atrás um dos maiores problemas da odontologia restauradora era a falta de adesão dos materiais restauradores existentes às estruturas dentais mineralizadas. O surgimento do condicionamento ácido em 1955, por BUONOCORE<sup>6</sup>, contribuíram para a melhoria do vedamento marginal em restaurações de resina composta, localizadas em áreas circundadas por esmalte. Embora a retenção de resinas compostas ao esmalte, após o condicionamento ácido seja um procedimento confiável e consagrado pela eficiência<sup>3,28,34,40,47,58,73</sup>, a união à dentina ainda se constitui um desafio principalmente em margens cavitárias onde o esmalte está ausente<sup>3,11,19,,21,22</sup>.

O sucesso obtido com a técnica do condicionamento ácido do esmalte motivou o condicionamento ácido da dentina. Mas, diferente do esmalte, a superfície dentinária atacada torna-se pobre em minerais, rica em proteínas e umidade. Isto representou por muitos anos uma grande

dificuldade para o processo de adesão à dentina, visto que a qualidade de selamento em margens de esmalte não foi conseguida em margens de dentina<sup>3,21,22,45,55</sup>.

Dentre os inúmeros fatores que determinaram a qualidade adesiva à dentina, destaca-se a não uniformidade morfo-funcional desse substrato<sup>20,31,60,68</sup>. Contrariamente ao esmalte que é formado por cerca de 95% de conteúdo mineral, a dentina é composta de cerca de 55% em volume mineral, 30% de compostos orgânicos, representado quase que exclusivamente por fibras colágenas e os restantes 15% de água. Adicionalmente a essa composição peculiar, a estrutura especial da dentina é caracterizada por conformação tubular, distribuída de maneira radial a partir da câmara pulpar até a junção amelo-dentinária. Cada túbulo tem a forma de um cone invertido, onde o menor diâmetro se localiza na periferia e o maior se localiza na polpa. Os túbulos dentinários se apresentam circundados por um anel de dentina altamente mineralizada denominada dentina peritubular. Preenchendo os espaços intertubulares, encontra-se a chamada dentina intertubular, rica em colágeno, cujo volume é inversamente proporcional a concentração de túbulos. Considerando que, em condições normais, esse túbulos dentinários se encontram preenchidos pelo fluido tissular oriundo da polpa cuja composição é representada em cerca de 80% por água, além dos prolongamentos citoplasmáticos dos odontoblastos, é aceitável admitir que a

permeabilidade e conseqüentemente a umidade regional da dentina, também varia em função da sua morfologia<sup>19,21,26,62,75</sup>.

Um sistema que se destine a promover uma união efetiva com esse substrato dinâmico, deverá ser essencial a sua heterogenidade partindo do princípio que a adesão á dentina com sistemas adesivos atuais se baseiam em mecanismos micrô-mecânicos de retenção, PASHLEY et. al<sup>53</sup>., 1995, determinaram que a adesão à dentina seria um somatório da retenção conseguida pela formação dos “tags” de resina dentro dos túbulos, formação da camada híbrida na dentina intertubular e a adesão de superfície formada pelo íntimo contato do adesivo com a estrutura sólida da dentina. Na intenção de se obter uma adesão ao substrato dentinário os sistemas adesivos evoluíram, apresentando menor sensibilidade à essas variações regionais da dentina. Os maiores objetivos dos adesivos dentinários estão voltados para a promoção de uma união à dentina, tão satisfatória como a obtida no esmalte, assim como, o de resistir as forças resultantes da contração de polimerização das resinas compostas. Nas três últimas décadas as pesquisas estão sendo direcionadas no sentido de desenvolver sistemas que se liguem efetivamente a dentina.

Com a busca de uma ligação efetiva à dentina e as diferentes composições dos sistemas adesivos dentinários sentimos grande motivação para realização deste estudo, avaliando a resistência de união ao cisalhamento de uma resina composta à dentina em função de seis sistemas adesivos dentinários, analisando ainda em Microscopia Eletrônica de

Varredura (MEV) à formação da camada híbrida e profundidade dos “tags” de resina em dentina e suas possíveis relações com a resistência de união.

# Revisão da Literatura

Em razão da complexidade dos mecanismos que envolvem a união dos sistemas adesivos a dentina, este capítulo, para facilidade de leitura, foi sub-dividido em dois tópicos: *Adesão-Hibridização Dentinária e Testes de Resistência de União*.

## **(1) ADESÃO E HIBRIDIZAÇÃO DENTINÁRIA**

Através de um simples método, BUONOCORE, M.G et al<sup>6</sup>, em 1955, relatou o aumento no tempo, em que materiais restauradores acrílicos ficaram aderidos à superfície do esmalte. Soluções ácidas promoveriam uma alteração química no esmalte, facilitando a ação do agente de união. Os resultados deste estudo mostraram que a utilização do ácido fosfomilíbídico oxálico e do ácido fosfórico a 85% aplicado por 30 segundos na superfície do esmalte, proporcionou maior retenção da resina acrílica quando inserida nas irregularidades provocadas pelas desmineralização seletiva.

No ano seguinte, BUONOCORE, M.G et al<sup>7</sup> em 1956 reportaram a primeira tentativa de união à dentina. Foi investigado o comportamento dos valores de resistência adesiva quando a superfície dentinária era tratada inicialmente com ácido clorídrico a 7% por minuto., seguido da aplicação de um adesivo. A resina adesiva investigada era à base de ácido

glicerofosfórico dimetacrilato e os resultados mostraram que a adesão foi aproximadamente o dobro, quando comparados aos grupos em que não se realizou o tratamento dentinário. O armazenamento em água por um longo período produziu significativa redução na resistência adesiva. No grupo em que a superfície dentinária não foi tratada, os valores de resistência adesiva inicial foi de 2,74 Mpa, sendo reduzida para 1,47Mpa, após três meses de armazenamento. O tratamento da superfície dentinária mostrou valores de resistência adesiva inicial de 5,19 MPa, diminuindo para 2,74 MPa, após 5 meses de armazenamento. Os autores sugeriram que o mecanismo de união era devido à possível combinação química entre um dos constituintes da resina e a matriz orgânica da dentina.

GARBEROGLIO, R. & BRANNSTROM, M.<sup>26</sup> em 1976, estudaram, as características dos túbulos dentinários, através de observações em microscopia eletrônica de varredura das porções coronárias fraturadas de dentes com diferentes faixas etárias. Próximo à polpa o número de túbulos por mm<sup>2</sup> foi de 45.000 e o diâmetro médio dos túbulos foi de 2,5 µm. Em dentina de profundidade média, a densidade de túbulos foi de 29.500 por mm<sup>2</sup> e o diâmetro médio foi de 1,2µm. Nas proximidades da junção amelo-dentinária, o número de túbulos por mm<sup>2</sup> 20.000 e o diâmetro médio dos túbulos foi de 0,9µm. O volume médio ocupado pelos túbulos dentinários na porção coronária foi de 10% do volume da dentina. Os dados obtidos de acordo com as localizações dentinárias foram (túbulos/mm<sup>2</sup>): 8.190 (apical); 39.010 (porção mediana

da raiz), 42.360 (cervical) e 44.243 (coronária). Os autores concluíram que o número de túbulos dentinários decresceu com o aumento da idade e que houve diferença estatisticamente significativa entre a densidade de túbulos na porção apical e na coroa dental.

Em 1991, PASHLEY, D.H.<sup>52</sup>, descreveu a importância da estrutura dentinária como tecido mineralizado constituído por inúmeros canalículos, que são preenchidos por fluidos pulpaes. O esmalte e o cimento são responsáveis pelo vedamento dos túbulos dentinários e uma vez removidos, permitem a difusão bidirecional de substâncias endógenas e exógenas. Além disso, a movimentação de fluídos pode provocar sensação dolorosa segundo a teoria hidrodinâmica. Em regiões próximas a polpa dental, a umidade intrínseca da dentina pode interferir na resistência da adesiva permitindo a formação de “gaps”, microinfiltração, sensibilidade pós-operatória e até irritação pulpar. Todos esses problemas clínicos, segundo o autor, apresentam um denominador comum: a estrutura e função do substrato dentinário.

GWINNETT, A.J.<sup>31</sup> em 1993, determinou quantitativamente a penetração de conteúdo resinoso na dentina e sua relação com a resistência de união. Neste estudo, a dentina de terceiros molares foram desgastadas com lixas até a granulação 600, obtendo-se assim as seguintes condições dentinárias: GRUPO 1 - *Smear layer* intacta; GRUPO 2 - *Smear layer* removida com Profy Jet; GRUPO 3 - condicionada com ácido fosfórico a 10% por 20 segundos e GRUPO 4 - fraturada. Posteriormente, a superfície

dentínaria foi umedecida e então, recebeu a aplicação do sistema adesivo All Bond 2, de acordo com as instruções do fabricante. Após a aplicação do adesivo, foi construído sobre a dentina, um cilindro de resina composta P-50. Os valores de resistência de união observados após os testes de cisalhamento foram os seguintes em MPa: GRUPO 1 - 10.24; GRUPO 2 - 20.37; GRUPO 3 - 32.68 e GRUPO 4 - 26.77. As observações em microscopia eletrônica de varredura demonstrou que a penetração de resina, no Grupo 4, se restringiu apenas nos túbulos dentinários. Já no Grupo 3, a penetração se deu nos túbulos dentinários e também na dentina intertubular. Essas observações permitiram ao autor concluir que, a resina infiltrada na dentina contribui aproximadamente em 1/3 nos valores de resistência de união, sendo que metade destes valores são atribuídos a penetração de resina na matriz da dentina intertubular e a outra metade, pela penetração de resina para o interior dos túbulos dentinários.

WHITE, C., et al.<sup>95</sup>, em 1994, realizaram um estudo com o propósito de observar a reação pulpar mediante a utilização de alguns produtos sobre a dentina recentemente cortada. O estudo foi realizado em macacos, utilizando para tanto, aproximadamente 112 dentes vitalizados. Cada dente recebeu uma cavidade classe V, em dentina, envolvida por esmalte. O sistema All Bond, foi utilizado com a dentina seca e úmida e comparado com o adesivo dentinário Scotchbond 2. Todos os materiais foram colocados na cavidade seguindo as instruções do fabricante. O cimento de óxido de zinco e eugenol (OZE - IRM - Caulk/Dentsply) foi

utilizado em 10 cavidades e foi considerado, controle negativo, da mesma forma, foi utilizado o cimento de silicato como controle positivo. Os animais foram sacrificados 3, 25 e 80 dias de pós-operatório e observado o comportamento pulpar. Os resultados demonstraram que, nas cavidades restauradas com OZE (controle negativo), não houve em inflamação pulpar e nenhuma proliferação bacteriana nos 3 períodos observados. No 3º dia, não houve dentina reparadora, variando a espessura de dentina reparadora em 25 dias, com grande espessura em 80 dias. O controle positivo (cimento de silicato) resultou em respostas pulpares mais severas. Onde se observou no 3º dia, a zona de odontoblastos, sob a parede de fundo da cavidade, rompida ou desorganizada. Aos 25 e 80 dias, a resposta pulpar variou de moderada a severa, com um abscesso aos 25 dias. A proliferação bacteriana, estava presente e associada com infecção pulpar, devido a microinfiltração ao longo do ângulo cavo-superficial. Nenhuma dentina reparadora estava presente no 3º dia e foi observada essa situação ocasionalmente aos 25 dias. Para o Scotchbond 2, foi observada no 3º dia, nenhuma ou discreta resposta inflamatória e não foi observada células inflamatórias crônicas ou agudas aos 25 e 80 dias. Foi notada a formação de dentina reparadora, adjacente ao corte dos túbulos dentinários aos 25 dias, sendo sua espessura maior aos 80 dias. Aos 80 dias o tecido pulpar apresentou-se morfológicamente normal com apenas uma fina zona de pré-dentina. Os dentes restauradores com All Bond, com dentina úmida ou seca, se apresentou no 3º dia semelhante ao Scotchbond 2. Aos 25 dias nenhum dos

dentes, apresentou inflamação pulpar. Aos 80 dias a resposta pulpar, variou de nenhuma a leve, onde não houve nenhum abscesso, e ainda foi observada a formação de dentina reparadora, tanto com a técnica da dentina úmida como seca. Os autores, com base nas observações histopatológicas, concluíram que o sistema All Bond aplicado na dentina seca ou úmida, após ter sido condicionada com ácido fosfórico a 37%, não apresentou nenhuma diferença histopatológica quando comparado com o Scotchbond 2. Ainda nenhum dos 50 dentes tratados, com All Bond ou 13 com o Scotchbond 2, apresentaram um efeito irritativo na polpa dental nos 3 períodos estudado, em razão do condicionamento ácido da dentina. Salientam que os adesivos All Bond e Scotchbond 2 são bem tolerados pela polpa, em razão de não permitirem a infiltração bacteriana.

TITLEY, K. et al<sup>87</sup> em 1994, avaliaram a composição e ultraestrutura dos “tags” de resina sobre a dentina condicionada. Utilizaram para comparar dentes bovinos e humanos que receberam desgaste com lixas d’água de granulação 180, 320 e 600. Para o condicionamento da dentina utilizaram ácido fosfórico ( 37, 10, 5 e 1%), e ácido maleico (10, 5, 2.5, 1 e 0,5%). O sistema adesivo Scotchbond Multi-Purpose foi manipulado e aplicado seguindo orientações da fabricante. As espécimes foram incluídas em cilindros de resina autopolimerizável e preparadas para teste de resistência, com o corpo de resina composta confeccionado Z100 ( 3M ). Após realização dos testes de resistência a dentina sofreu total descalcificação com HCL para avaliação dos “tags” de resina em SEM.

Pela análise microscópica concluem os autores que a formação de “tags” ocorre tanto em dentes bovinos como humanos “in vitro” e sugerem a formação similar “in vivo”. Provavelmente, a eliminação da microinfiltração é predicado de um bom vedamento dos túbulos dentinários e formação de “tags”, que efetivamente penetram nos túbulos dentinários e após o condicionamento com diferentes tipos de ácidos e concentrações apresentam-se presentes.

Preocupados com o fato de que estudos *in vitro* não refletem a realidade clínica, WALSHAW, P.R. & McCOMB,D.<sup>92</sup> em 1994, realizaram um estudo *in vivo* onde verificaram, através da microscopia eletrônica de varredura, a interação de vários sistemas adesivos com a dentina. Foram preparadas quarenta e quatro cavidades em pré-molares humanos, os quais foram indicados para extrações e restauradas com os seguintes sistemas adesivos, aplicados de acordo com as instruções do fabricante: All Bond 2 - Bisco com (A); e sem condicionamento (B); Scotchbond 2 - 3M (C); Scotchbond Multi-Purpose - 3M (D); e Enamel Bond-Kulzer com condicionamento (E), considerado controle. Após as extrações, as restaurações foram preparadas para a análise em microscopia eletrônica de varredura, e foi observada as seguintes situações: no procedimento A, houve grandes áreas livres de fendas, sendo evidenciada a camada híbrida de adesão (5-8 µm) ácido-resistente, e ainda com *tags* penetrando em várias profundidades. Foram evidenciadas ainda, fibras colágenas envolvidas pela resina. Quando foi observada a presença de

fendas, estas estavam associadas com a falta de união do adesivo com o *primer*. O procedimento B foi menos efetivo, a camada híbrida não foi freqüente, com poucos *tags*. O tratamento C resultou em grandes áreas sem união, com uma fina camada adesiva sobre a dentina com *tags* muito curtos. O procedimento D revelou grandes áreas livres de fendas sendo evidenciada a camada híbrida de adesão. O controle E apresentou falta de união total. Os melhores resultados foram observados nos procedimentos A e D. Dessa forma, os autores concluíram que um rápido tratamento da dentina com ácidos, seguido pela aplicação e difusão de *primers* resinosos para o interior da dentina, parece conduzir ao desenvolvimento de uma união *in vivo*, semelhante à observada *in vitro*.

CHIGIRA, H. et al.<sup>13</sup>, em 1994, estudaram a eficácia de “primers” autocondicionantes contendo Fenil-P associado ao HEMA ou ao GM. Foram estudadas a resistência à tração, a formação de “gaps” nas margens cavitárias, a dureza Vickers. A observação em microscopia eletrônica de varredura foi usada para verificar a ação condicionadora desses “primers”. Os resultados mostraram que não houve diferenças significativas entre valores de adesão, situando entre 16,3 e 20,7 MPa. A formação de “gaps” foi impedida pela ação do Fenil-P associado aos dois agentes de união. A redução da microdureza, devido a aplicação do “primer” autocondicionante, não apresentou correlação estatisticamente significativa com formação de “gaps” e a resistência à tração. A análise microscópica mostrou a habilidade destas soluções em promover

dissolução da fase mineral da “smear layer”, sendo que a combinação entre HEMA (35%) e Fenil-P (20%) aplicados por 10 segundos, foi capaz de remover totalmente a “smear layer”, o “smear plug” e abrir os túbulos na superfície dentinária.

O aumento da concentração de Fenil-P em solução de HEMA 30% foi testada por WATANABE, I., et al<sup>94</sup> em 1994, para se verificar o aumento da resistência adesiva à dentina. Na concentração de 5% de Fenil-P em solução de HEMA 30% a resistência à tração mostrou valor médio de 4,7MPa, que foi semelhante a resistência à tração do Fenil-P 10% (6,4MPa), também em solução HEMA 30%. Essa mesma solução adicionada a 20, 30 e 40% de Fenil-P apresentou valores médios de 10,4; 9,7 e 20,6MPa respectivamente. Quando a concentração de Fenil-P em solução de HEMA 30% foi superior a 20%, valores superiores de resistência à tração foram obtidos. As fotomicrografias mostraram que a acidez produzida pelo Fenil-P 20% foi suficiente para desmineralizar a dentina, através da criação de canais de dissolução na “smear layer” que estavam contíguos com os canais da matriz dentinária subjacente. Os túbulos dentinários ficaram impregnados com a mistura de monômero e “smear layer”. Esta investigação mostrou que este sistema adesivo incorpora a “smear layer” na camada híbrida e a acidez não consegue remover totalmente o “smear layer”, mantendo assim a permeabilidade dentinária relativamente baixa, durante o procedimento adesivo.

COX, C.F. & SUZUKI, S.<sup>14</sup>, em 1994 revisaram os aspectos clínicos e biológicos da utilização de protetores pulpares sobre a superfície dentinária preparada. Foram abordadas as vantagens e desvantagens do cimento de hidróxido de cálcio ou de bases aplicadas em preparos cavitários profundos. O processo evolutivo dos sistemas adesivos tem possibilitado pela técnica do condicionamento total, a confecção, em alguns casos, de restaurações em resina composta sem proteção pulpar. Os autores reforçam os novos conceitos de proteção pulpar, em que o sistema adesivo seria responsável pelo vedamento marginal da restauração e selamento dos túbulos.

A força de união de um suposto adesivo dentinário hidrófilo, foi calculada em função da profundidade dentinária para avaliar a importância das variáveis em um modelo simples. A hipótese testada por PASHLEY et al.<sup>54</sup> em 1995, foi a de que a resistência total de união era o resultado da soma das resistências obtidas pela camada híbrida, “tags” e a adesão de superfície. Foram consideradas as propriedades físicas da dentina mineralizada, do colágeno e do monômero resinoso, estimando a contribuição de cada um desses processos adesivos na adesão total em, dentina superficial, média e profunda. Isso é explicado pela área ocupada pelo túbulos dentinários e dentina intertubular, que variam significativamente com esta profundidade. Deste modo, a quantidade de “tags”, seus respectivos calibres e a área disponível para formação da camada híbrida também variam de acordo com a profundidade da dentina.

Considerando os fatores supracitados, foi calculado que em dentina superficial a camada híbrida contribuiria com 55,7% da adesão total, na adesão de superfície com 37,2% e os “tags” com apenas 7,1%. Em dentina profunda, os “tags” de resina contribuiriam de forma mais significativa (40,3%), restando 35,8% para formação da camada híbrida e 23,9% para adesão de superfície. Os cálculos foram baseados em condições ideais, considerando que os “tags” estariam perfeitamente aderidos às paredes internas dos túbulos dentinários.

SWIFT JR, E.J., et al<sup>84</sup> em 1995, publicaram uma revisão de literatura onde foi abordado o histórico e os novos conceitos da odontologia restauradora adesiva. Os autores relataram que a técnica de condicionamento total para adesão de resinas compostas às estruturas dentais revolucionou a prática da dentística operatória, provocando mudanças substanciais nos preparos cavitários e proporcionando uma opção estética para o tratamento, além de promover uma odontologia com maior conservação de tecidos dentais saudáveis. Ao contrário do esmalte, a adesão à dentina é ainda alvo de inúmeros estudos e críticas, embora a sua aplicabilidade tenha aumentado com a evolução dos adesivos. Os problemas da adesão ao substrato dentinário são decorrentes de uma estrutura histológica complexa e composição variável.

FERRARI, M., et al.<sup>21</sup>, em 1996, em um trabalho muito interessante, avaliaram a infiltração de diferentes sistemas adesivos em dentina, em duas situações diferentes ou seja, “in vitro” e “in vivo”. O

propósito do estudo foi avaliar a formação da camada híbrida, tags de resina e ramificações laterais da penetração em dentina de três sistemas adesivos, grupo 1: Prime-Bond 2.0; grupo 2: SBMP; grupo 3: Clearfill Linear Bond 2 (self-etching com aplicação de 30 seg. em esmalte e dentina); grupo 4: Clearfil Liner Bond 2 (self-etching com aplicação de 60 seg. em esmalte e dentina). Os resultados mostraram formação de camada híbrida “in vivo” e “in vitro” para todos os grupos, sendo que para o grupo 3 maior estreitamento na entrada dos túbulos dentinários e escassa ramificações laterais. Os tags de resina observados para o grupo 1 e 2 foram em maiores números e concluem ainda que a morfologia da camada híbrida é similar aos grupos tanto “in vivo” como “in vitro”.

O estresse desenvolvido pela contração de polimerização de resinas compostas em diferentes preparos cavitários, foi estudado por CARVALHO, R.M. et al.<sup>9</sup>, em 1996. Os autores mostraram que o estresse ocorrido nos diferentes desenhos cavitários é proporcional à configuração chamado de fator - C. Esse fator é calculado pela razão entre número de faces utilizadas na adesão e o número de faces externas não utilizadas na adesão. Assim, a resina composta aplicada em uma superfície plana apresenta fator - C igual a 1 e quando inserida em uma cavidade classe I o fator é igual a 5. Maior é a compensação do estresse quanto menor o fator - C, com isso preparos classe I são mais desfavoráveis neste aspecto.

Em 1997, EICK, J.D. et al.<sup>18</sup> revisaram o mecanismo de união proporcionado pelos sistemas adesivos aplicados após condicionamento

ácido total. Os autores ressaltaram a importância da “smear layer”, dos agentes condicionadores e das características da estrutura dentinária, como a permeabilidade, no desenvolvimento da adesão. A análise de fotomicrografias mostraram “tags” de resina preenchendo a luz dos túbulos dentinários e entre os “tags” a dentina desmineralizada da embocadura dos túbulos, notou-se a presença de uma zona de resina infiltrada na dentina desmineralizada, ou seja, os “tags” pareciam estar fisicamente aderidos as paredes via hibridização da resina no colágeno adjacente. A formação de uma zona de interdifusão do monômero do “primer” no colágeno da dentina intertubular desmineralizada, comumente chamada de camada híbrida, associada a formação dos “tags” foram características dos sistemas adesivos estudados.

A importância da permeabilidade dentinária na qualidade adesiva, foi objetivo do estudo de PASHLEY, D.H. & CARVALHO, R.M.<sup>51</sup>, em 1997. A permeabilidade intertubular, da dentina condicionada, foi considerada indispensável na penetração da resina para o interior dos túbulos e na rede de fibras colágenas expostas. A infiltração do monômero resinoso na dentina intertubular é altamente dependente da porosidade obtida após o ataque ácido. Os autores ressaltaram que o procedimento de secagem após condicionamento pode levar a uma diminuição nas dimensões dos espaços entre as fibras colágenas, que por contração, podem ocasionar o colapso das mesmas. A perda da conformação espacial das fibras colágenas diminui a permeabilidade comprometendo a formação da

camada híbrida. Com isso, a re-hidratação da dentina desidratada pelo ar, e a dentina visivelmente úmida são procedimentos clínicos essenciais. A densidade tubular tem grande importância na difusão do monômero através da luz do túbulo dentinário. Assim, em dentina profunda que possui maior quantidade de túbulos, ocorre uma maior difusão do monômero em relação as dentina superficial. A utilização de adesivos autocondicionantes aplicados diretamente na “smear layer” relativamente seca, evitam problemas associados com a umidade dentinária após o condicionamento, facilitando dessa maneira o uso clínico. Estes adesivos aumentam simultaneamente a permeabilidade dentinária, pela sua acidez intrínseca, e a infiltração de resina nas porosidades da dentina. O substrato dentinário que promove um processo dinâmico em relação ao procedimento adesivo poderá apresentar resistências adesivas não uniformes em função de diferenças regionais na densidade de túbulos dentinários, permeabilidade dentinária, concentração de cálcio, presença de dentina esclerótica e variação de espessura da “smear layer”. Esta variabilidade regional resulta em uma não uniformidade no condicionamento ácido, conseqüentemente, em uma não uniformidade na infiltração de dentina e distribuição do estresses.

O Clearfil Liner Bond 2 foi introduzido no mercado com a finalidade de simplificar os procedimentos clínicos e melhorar a qualidade de adesão. Para investigar a capacidade de vedamento deste sistema adesivo em restaurações de classe V realizadas em condições clínicas e

laboratoriais, FERRARI, M. et al<sup>22</sup>. publicaram um estudo no ano de 1997. Primeiramente, a influência de dois tempos de condicionamentos com o “primer” autocondicionante foram testados in vivo. Em 10 cavidades de classe V (grupo 1), o “primer” foi aplicado por 30 segundos (como recomenda o fabricante) em esmalte e dentina, enquanto outras 10 cavidades (grupo 2) o tempo de condicionamento foi dobrado (60 Seg). No grupo 3 foram realizadas 10 restaurações em dente com extração indicada por alterações periodontais, os quais foram extraídos após 65 a 90 dias da realização das mesmas aplicando o sistema conforme o grupo 2 (60 Seg de aplicação do “primer”). Dois outros grupos de 10 amostras foram sob condições laboratoriais para investigação da camada híbrida, “tags” de resina e ramificações laterais do adesivo em microscopia eletrônica de varredura. No grupo 4 o “primer” foi aplicado por 30 seg. e no 5 por 60seg. Os resultados demonstraram maior infiltração no grupo 1 e; o exame ao microscópio eletrônico mostrou uma maior penetração de “tags” com mais ramificações laterais e camada híbrida mais espessa e definida para o grupo 5. Baseados nos resultados, os autores concluíram que quando o tempo de condicionamento o tempo de condicionamento é duplicado, o vedamento marginal e a interação micro-mecânica entre o adesivo e o substrato é mais efetiva.

Com a finalidade de avaliar a morfologia da camada híbrida e a resistência adesiva ao cisalhamento de sistemas adesivos de quarta geração (universal e simplificada) e de quinta geração, PRATI, C. et al<sup>67</sup>.

realizaram estudos em molares humanos extraídos, no ano de 1998. Restaurações classe I e V de resina composta foram seccionadas ao meio, uma das metades obtidas de cada dente foi desmineralizada e desproteïnizada, a outra metade recebeu polimento superficial e foi parcialmente desmineralizada para verificação da espessura da camada híbrida no interior da dentina intertubular e em torno da dentina peritubular (intratubular) em microscopia eletrônica de varredura. Foram preparados, também, corpos de prova para testes de resistência adesiva ao cisalhamento. As observações em microscopia eletrônica demonstraram maior espessura de camada híbrida para os adesivos de 4<sup>a</sup> geração. Os valores de resistência adesiva ao cisalhamento variaram de 12 a 21 MPa, dentre os sistemas avaliados o Sigle Bond apresentou uma média de 16,6 MPa e o Clearfil Liner Bond 2 14,3 MPa com diferença estatisticamente significantes. Os autores concluíram que: os sistemas de 4<sup>a</sup> geração simplificados produziram camadas híbridas e resistência adesiva similar aos universais; os sistemas com primer auto-condicionante, a despeito de sua limitada espessura de camada híbrida produziram alta resistência adesiva, porém menores que os de 4<sup>a</sup> geração; não houve correlação entre resistência adesiva ao cisalhamento e a espessura e morfologia da camada híbrida.

Quatro sistemas adesivos foram avaliados comparativamente quanto à penetração na dentina e suas respectivas camadas híbridas e profundidade de descalcificação, por YOUSSEF, M.N. et al.<sup>98</sup>, em 1998.

Foram utilizados os adesivos Scotchbond MP, Primer & Bond 2.0, Super D-Liner II e Clearfil Liner Bond II, observados em microscopia eletrônica de varredura. Os três primeiros adesivos apresentaram “tags” longos e camadas híbridas relativamente espessas quando comparados ao adesivo Clearfil Liner Bond II. Os autores concluíram que o adesivo Clearfil Liner Bond II apresentou uma camada híbrida menos espessa e “tags” mais curtos, em virtude da menor descalcificação provocada por esse sistema, uma vez que o mesmo não utiliza do condicionamento ácido prévio.

GORDON, V. V. et al<sup>28</sup>, em 1998, observaram a interface resina/esmalte em SEM, produzida por três sistemas diferentes, Prime-Bond, Panvia 21 e SBMP. Para tal utilizaram 18 molares humanos recém extraídos, cortando as superfícies proximais obtendo assim 36 superfícies de esmalte que foram divididas em três grupos com 12 amostras. Cada espécime recebia uma cobertura com uma fita adesiva na metade, para que um lado recebesse o condicionamento ácido(ác.fosfórico), e conseqüentemente o outro lado da mesma amostra não. Para todos os grupos utilizou-se a resina Silux-Plus(3M, Dental Products), para cobertura após o condicionamento. Os resultados mostraram que áreas condicionadas com ácido fosfórico onde se utilizou os sistemas Panavia 21 e SBMP apresentaram maior presença de tags e de penetração quando comparado ao sistema Prime-Bond 2.0. As áreas não condicionadas apresentaram mínima ou nenhuma penetração de adesivo no esmalte.

VAN MEERBEEK, B. et al<sup>90</sup>, em 1998, fazem uma análise da performance clínica dos sistemas adesivos. O objetivo do estudo é de fazer uma revisão e discutir os principais problemas da rápida evolução dos sistemas adesivos. Parâmetros de relevância clínica e aplicações clínicas são discutidos. Concluem que a evolução dos sistemas adesivos sofreram uma significativa melhora, assim como a capacidade de vedamento, o impedimento de descoloração, a capacidade adesiva, a resistência aos testes mecânicos e recentemente uma diminuição da sensibilidade, pela presença de substância biocompatíveis. Para a análise utilizam uma classificação diferente para os sistemas adesivos, ou seja: “One-Step” que modificam a smear layer; “Two-Step” que modificam a smear layer; “Tree-Step” que removem a smear layer; “Two-Step” que removem a smear layer, e ainda, “Two-Step” que dissolve a smear layer.

A espessura e morfologia dos infiltrados resinosos em dentina humana “jovem”, “velha” e esclerótica e suas diferenças, motivaram PRATI, C. et al<sup>68</sup>, em 1999, a realizarem um estudo com cinco sistemas adesivos dentinários sob os diferentes substratos dentinários. Para o teste utilizaram os sistemas adesivos OptiBond; Prime&Bond 2.0; Scotchbond Multi-Purpose Plus; Scotchbond 1 e One-Step. Para todos os sistemas utilizou-se condicionamento com ácido fosfórico (35 e 37%) antes da aplicação dos sistemas adesivos, aplicados sobre a superfície oclusal de molares humanos extraídos e que tiveram sua área dentinária exposta através de desgaste com pontas de diamantes. As espécimes, após

aplicados os sistemas adesivos foram seccionadas ao meio sendo uma metade de descalcificada para avaliação da espessura de smear layer e outra metade preparada para avaliar os infiltrados de resina no interior dos túbulos dentinários. Concluem, após análise microscópica eletrônica, que os infiltrados em resina foram leves ou finos na dentina superficial para todos os sistemas testados; para a dentina esclerótica e “velha” os infiltrados de resinas ocorrem em menor quantidade que a dentina normal; que o sistema Prime&Bond 2.0 exibiu melhor penetração de resina em dentina esclerótica e “velha” que os outros sistemas testados e ainda que a configuração dos infiltrados de resina comportam-se diferentemente entre a dentina esclerótica e “velha” quando comparado com dentina “jovem”.

DALL’OROLOGIO, G. D. et al<sup>15</sup>, em 1999, avaliaram o efeito da utilização de quatro sistemas adesivos “*in vivo*” no tratamento da hipersensibilidade dentinária. Os sistemas utilizados foram Gluma Alternate (2,5% glutaraldeído), Gluma Desensitizer (5% glutaraldeído), Health-Dent Desensitizer (Fluoreto de sódio) e Scotchbond Multi-Purpose (HEMA e Bis-Gma). Avaliaram o tratamento em 55 pacientes com problemas de hipersensibilidade dentinária em lesões de erosão e abrasão. Concluem após análise de uma semana, um mês e seis meses que os sistemas Gluma Alternate e Gluma Desensitizer exibiram significativa redução da sensibilidade dentinária, o sistema Scotchbond Multi-Purpose pequena redução da sensibilidade e Health-Dent Desensitizer não efetividade na redução da sensibilidade.

NAKAJIMA, M. et al<sup>49</sup>, em 1999, avaliaram o efeito de dentina normal e dentina cariada nos testes de resistência a microtração para três sistemas adesivos “self-etching”, Clearfil Liner Bond 2, Clearfil Liner Bond 2V e A.R.T. Bond. As espécimes foram preparadas para o teste de microtração e analisadas em microscopia eletrônica de varredura. Os resultados mostraram que para os sistemas Clearfil Liner Bond 2 e Clearfill Liner Bond 2V os valores foram maiores para a dentina normal e menores para a dentina cariada. Para o sistema A.R.T. Bond não houve diferenças estatísticas significantes entre os dois tipos de substrato, mas os valores de resistência foram menores do que os outros dois sistemas adesivos utilizados. Para análise da espessura de camada híbrida todos os três sistemas adesivos testados em dentina normal produziram camada híbrida de  $\pm 0,5-1,5\mu\text{m}$ , e em dentina cariada duas vezes menos espessas. Concluem que o tipo de substrato interfere nos testes de resistência assim como o tipo de sistema adesivo, sendo menores os valores de resistência quando se utiliza sistemas “self-etching”, quando comparado aos sistemas “multi-steps” ou “one-bottle”.

Para avaliar a evaporação dos solventes de sistemas adesivos simplificados, ABATE, P. F. et al<sup>01</sup>, em 2000, compararam os sistemas adesivos Prime Bond 2.1 (base acetona), Single (base etanol e água), Prima Bond 97 (base acetona), Syntac Sprint (base acetona e água), Optibond Solo (base etanol), Syntac Single Componente (água) e ainda dois sistemas de três passos, Pemaquick Primer (base etanol) e Scotchbond

Multipurpose (água). Usaram como controle substâncias puras, etanol 96%, acetona e água. Para o estudo compararam em tempos diferentes de 1, 7, 14, 21, 28, 60 e 75 dias. Os resultados mostraram maior evaporação nos sistemas simplificados que contenham solvente orgânico (principalmente acetona) e as menores perdas ocorreram nos sistemas que possuem solvente inorgânico (água). Relatam ainda que os sistemas que possuem como solvente a acetona são frequentemente utilizados para remover eficientemente a água presente no substrato dentinário e que de qualquer modo não previnem o colapso do colágeno durante o uso de ar para secar a dentina. Outro veículo orgânico etanol também usado em muitos sistemas sofrem também, uma evaporação porém pouco menor. Concluem que as relações de evaporação dos veículos usados nos sistemas simplificados sofrem grandes perdas durante a estocagem o que leva a uma redução das qualidades de utilização.

JAIN, P., et al<sup>36</sup>, em 2000, avaliaram o efeito de dessensibilizadores dentinários e adesivos dentinários contendo substâncias dessensibilizadoras e suas possíveis influências na permeabilidade dentinária. Para o estudo utilizaram: Grupo 1- Sensodyne Dentin Desensitizer; Grupo 2- Gluma Dentin Desensitizer; Grupo 3- All Bond DS (não ácido); Grupo 4- Primer A & B All Bond 2 (ácido e primer); Grupo 5- All Bond 2 (ácido, primer e adesivo) e Grupo 6- ácido, primer, adesivo e resina Aelite Flo. Para análise cada grupo foi tratado diferentemente ou seja após manipulação seguindo as recomendações do fabricante

analisaram diretamente em microscopia eletrônica todos os grupos, depois repetiram os tratamentos e imergiram em saliva artificial por 24 horas antes da análise, e finalmente, repetiram todos os tratamentos e simularam forças de escovação e imergiram em saliva também por 24 horas antes das análises microscópicas. As maiores reduções de permeabilidade ocorreram com os grupos 3, seguido dos grupos 1 e 6. A imersão em saliva aumentou a permeabilidade somente para os grupos 2 e 5, e após a simulação das forças de escovação, aumentou-se a permeabilidade para todos os grupos mas entre si não apresentaram diferenças estatísticas. Concluem ainda que o tratamento com o sistema All Bond DS apresenta bons resultados, e quando se condiciona a dentina sensível com ácido, a mesma deve receber uma cobertura com resina composta.

HALLER, B.<sup>33</sup>, em 2000, relatam a evolução dos sistemas adesivos através de análises microscópicas e comparam as suas interações com a dentina. A introdução dos sistemas “auto-condicionantes” não somente para utilização em dentina, como em esmalte, passa a ser uma excelente alternativa pois protegem as fibras colágenas do colapso. Quando da utilização da técnica do condicionamento total, para esmalte e dentina, é muito importante seguir as recomendações e o protocolo de utilização principalmente para os sistemas que contenham acetona como solvente. Para os sistemas “all-in-one”, são necessários mais estudos para avaliar a estabilidade e durabilidade da adesão antes de poderem ser recomendados como de uso rotineiro para todas as situações clínicas.

KITASAKO, Y et al<sup>41</sup>, em 2000, avaliaram a reposta pulpar e a resistência a microtração “in vivo” de um sistema adesivo. O estudo foi realizado preparando cavidades de classe V na superfície vestibular de 36 dentes intactos de macacos, para avaliar a biocompatibilidade e a resistência a microtração. As cavidades foram restauradas utilizando um sistema adesivo de uma aplicação TOF-1(Tokuyama Corp., Japan) e, uma resina composta híbrida Palfique Estelite(Tokuyama Corp., Japan). As alterações histopatológicas foram avaliadas 3, 30 e 90 dias após a execução das restaurações(N=10). Os testes de microtração foram realizados 3 e 90 dias após a execução das restaurações(N=10). Somente duas de 30 polpas avaliadas mostraram leve infiltrado celular inflamatório. Penetração bacteriana não foi detectada em nenhuma espécime. Os testes de resistência após 3 dias do procedimento restaurador (20,6 MPa) e 90 dias após (14,9 MPa) exibiram diferenças estatísticas significantes. Pelo estudo proposto concluem que o sistema testado comporta-se de maneira aceitável quanto a biocompatibilidade sobre a polpa de dentes de macacos. Os testes de resistência sofreram uma variação e que o sistema sela hermeticamente eliminando a microinfiltração bacteriana pelo tempo estabelecido pelo protocolo do estudo.

FRANKENBERGER, R. et al<sup>23</sup>, em 2000, avaliaram a resistência e a adaptação marginal de cinco sistemas adesivos dentinários, com aplicação e sem a aplicação de hipoclorito de sódio após o condicionamento ácido. Utilizaram para o estudo “in vitro” 150 terceiros

molares recém extraídos, e os sistemas adesivos Scotchbond Multi-Purpose Plus (SZ), EBS (EP), Solid Bond (SO), todos de quarta geração, ainda Prime-Bond (PT) e Syntac Sprint (ST), adesivos de quinta geração, associados em combinação com as respectivas resinas compostas. Concluem que os sistemas de quarta-geração produziram melhores resultados quando comparados aos de quinta-geração monocomponentes. Os sistemas SZ e EP apresentaram melhores resultados tanto em resistência como em adaptação marginal que o sistema SO (todos de quarta-geração). Após ao tratamento com Hipoclorito de Sódio, tanto a adaptação marginal como os testes de resistência apresentaram um declínio estatisticamente significativo para todos os grupos.

PERDIGÃO, J. et al<sup>61</sup> em 2000, demonstraram “in vitro” que diferentes tipos de ácidos fosfóricos aplicados em dentina resultam em diferentes espessuras de camada híbrida, mas que este fator não altera significativamente a resistência a micro-tração dos sistemas adesivos monocomponentes testados. Utilizaram para o estudo 90 dentes incisivos bovinos e três sistemas adesivos, OptiBond Solo (OP), Permaquick PQ1 (PQ) e Single Bond (SB). Para o condicionamento ácido subdividiram os três grupos em três sub-grupos para o tratamento com diferentes espessuras de sílica dos seguintes ácidos fosfóricos: 37,5% ( Kerr Gel), 35% ( Ultraetch) e 35% ( Scotchbond Etching Gel).As espécimes foram armazenadas em água destilada por 24 horas a 37°C e posteriormente termocicladas ( 500 ciclos 5°C a 55°C). Seis pequenos cortes da interface

dentina resina foram obtidos (1,0 mm x 1,0 mm) dos diferentes grupos com diferentes tipos de ácidos utilizados. Os resultados mostram que para as medias dos testes de resistência não houve diferenças estatísticas significantes. O número de falhas coesivas para os sistemas testados foram maiores com PQ e para o ácido Ultraech. Concluem que a espessura da camada híbrida não apresenta relação para os testes de resistência e que todos os materiais, após análise em SEM, penetraram em dentina formando camada híbrida independente do tipo de ácido usado.

ALLEN, E. D. et al<sup>03</sup>, em 2000, fazem um relato incluindo 280 artigos publicados em 33 diferentes revistas científicas, dividindo a revisão bibliográfica em 6 diferentes tópicos: 1) Cárie e Patologias Pulpares; 2) Periodontia; 3) Oclusão e Desordens Temporomandibular; 4) Materiais Dentários; 5) Prótese e 6) Implantes. Relatam a dificuldade encontrada pelos profissionais ao acesso das informações relativas aos novos materiais e técnicas, sendo muito importante uma base sólida das evidencias científicas atuais de todos os sistemas utilizados nas diversas especialidades. Na revisão do capítulo Materiais Dentários reportam que 85% dos “abstracts” apresentados nos encontros do IADR são de novos materiais utilizados principalmente na área restauradora. Descrevem o amálgama dental, resinas compostas, aparelhos fotopolimerizadores, adesão e sistemas adesivos, cimentos de ionômero de vidro entre outros. No que se diz respeito a adesão relatam a evolução dos sistemas adesivos e seus protocolos diferentes de utilização. Sobre os testes de resistência para

os diferentes tipos de substrato e de técnicas de utilização comparam os resultados conseguidos sobre a dentina normal (  $46,0 \pm 9,0$  MPa) e dentina cariada (  $48,2 \pm 3,9$  MPa) para os testes de microtração, para os testes de cisalhamento dos sistemas monocomponentes valores entre 21,9 a 29,6 MPa. Quanto a área e localização da dentina para os testes realizados, relatam as poucas diferenças existentes, mas que próximo a polpa, os valores são ligeiramente menores. Quanto ao tipo de solvente presente nos sistemas adesivos, os que possuem solvente a base de etanol ou água apresentam melhores resultados quando comparados aos que possuem como base a acetona. A respeito da contaminação da área relatam trabalhos onde mostram que a contaminação da superfície principalmente por saliva resultam menores valores para os testes de resistência. A formação de camada híbrida e a penetração e formação de “tags” de resina parece não influenciar estatisticamente os testes de resistência assim como os sistemas que possuam substâncias dessensibilizantes. O protocolo de utilização recomendado pelos fabricantes é muito importante, assim como, o não dessecamento da dentina após o condicionamento ácido.

## **(2) TESTES DE RESISTÊNCIA DE UNIÃO**

STANFORD, J.W et al<sup>82</sup>, em 1985, comparam a efetividade dos adesivos dentinários: Dentin-Adhesit, Scotchbond, Creation, Dent-Mat Bonding System, Clearfil Bond System-F e Clearfil New Bond, através de ensaios de tração e cisalhamento. Foi analisado também, o comportamento de um dos adesivos em relação a profundidade dentinária. Os resultados mostraram que a resistência à tração ou ao cisalhamento foi aproximadamente o dobro quando alguma forma de tratamento dentinário foi utilizado. Quando a adesão do material Scotchbond foi realizada em dentina próxima a junção amelo-dentinária os valores de resistência ao cisalhamento e à tração foram significativamente superiores quanto comparados aos valores médios obtidos das regiões próximas da polpa dental. Os autores concluíram que certos fatores podem afetar os valores de resistência adesiva obtidos laboratorialmente, entre eles: o tratamento dentinário, a contração de polimerização do compósito e a variabilidade regional dentinária.

Preocupados com a carência de valores de adesão consistente, VAN NOORT, R. et al.<sup>91</sup>, em 1989, relataram uma crítica aos testes de cisalhamento e tração, que podem levar a ambíguas interpretações dos dados. Essas variações nos valores de adesão estão sendo usualmente considerados por relatos de diferentes procedimentos. Os resultados mostraram que os testes de cisalhamento e tração são altamente

dependentes da geometria dos aparatos e materiais envolvidos. Durante a aplicação da carga no ensaio de cisalhamento, verificou-se uma distribuição não uniforme do estresse. Os autores concluíram que há necessidade de se padronizar estes procedimentos, para que possa comparar a diferentes resultados obtidos universalmente.

RETIEF, D.H. & DENYS, F.R.<sup>73</sup>, em 1989, publicaram um trabalho sobre a adesividade ao esmalte e dentina. Dessa forma, a resistência de união ao cisalhamento de resinas ortodônticas ao esmalte, foi verificada quando este foi condicionado com ácido fosfórico a 37%, 15% e 5%, aplicados por 60, 30 e 15 segundos. Neste estudo foi observada uma profundidade de condicionamento que variou de 28 micrometro com o ácido fosfórico a 37% aplicado por 60 segundos, a 4 micrometro com ácido fosfórico a 5% aplicado por 15 segundos. Mesmo assim os resultados dos testes de resistência de união foram estatisticamente não significantes, sugerindo que tanto a concentração do ácido fosfórico como o tempo de condicionamento podem ser reduzidos sem efeitos adversos sobre a retenção de brackets ortodônticos no esmalte dental. Com relação à dentina, os autores concluem que um sistema adesivo que determina uma resistência de união ao cisalhamento de aproximadamente 17.0 MPa ou mais, promoverá restaurações com ausência de *gaps*.

Apesar das grandes controvérsias em relação aos estudos de laboratório, RETIEF, D.H.<sup>71</sup>, em 1991, salientou ser muito importante a realização destes testes, em razão de se observar rapidamente o

desempenho dos materiais. Nesta publicação, vários tópicos são abordados, principalmente com relação aos testes de resistência de união. Com relação ao tipo de teste, acredita que a resistência de união ao cisalhamento é mais próximo da realidade quando comparado com os testes de tração. Com relação aos dentes utilizados, não existe ainda uma concordância sobre a substituição dos dentes humanos pelos bovinos. Situação é a mesma para o meio de armazenagem, não havendo grandes diferenças entre o tempo de armazenagem (2 dias ou 6 meses), e o tipo de solução para armazenamento, excluindo-se dessas conclusões a solução de etanol a 70%, que, em um estudo determinou os mais baixos valores de resistência de união. Recomenda ainda que o preparo da superfície oclusal de molares sejam feitas com lixas de granulação 180, até se tornar visível as ilhas de esmalte e depois finalizada com lixa 600. Isto assegura que a resistência de união seja determinada na dentina periférica ou superficial. A demarcação da área é também muito crítica, recomenda portanto, colar uma fita adesiva com uma área circular de 3 mm de diâmetro antes dos procedimentos adesivos. Outra recomendação é que a ponta apresente uma extremidades em forma de faca com espessura de 0,5 mm, com uma velocidade de 0,5 mm/min, aplicada na base do cilindro de resina composta e os resultados expressos em MPa.

A resistência de união ao cisalhamento de cinco sistemas adesivos na dentina, foi verificada por DICKINSON, G.L. et al.<sup>16</sup>, em 1991. Neste estudo, os autores empregaram os adesivos XR-Bond, Prisma

Universal Bond 2 e All Bond, sem ácido fosfórico e ainda o Mirage Bond e o All Bond/All Etch, com ácido fosfórico como agente condicionador de dentina. Após a confecção dos corpos-de-prova, estes foram submetidos a uma força de cisalhamento. Os resultados em MPa aos 15 minutos e 24 horas, respectivamente, foram os seguintes: 13.12 e 14.00 para o Prisma Universal Bond 2; 7.49 e 7.21 para o Mirage Bond; 12.21 e 18.90 para o XR-Bond; 14.64 e 14.33 para o All Bond e 11.37 e 14.07 para o All Bond/All Etch. Os autores observaram que os maiores valores, aos 15 minutos, foram proporcionados pelo All Bond e 24 horas, após, pelo XR-Bond. Concluíram, que todos os sistemas adesivos testados, apresentaram valores de resistência de união superiores aos adesivos de segunda geração.

O efeito do ácido fosfórico na resistência de união ao cisalhamento e na microinfiltração marginal, na dentina, foi avaliado por RETIEF, D.H. et al.<sup>72</sup> em 1992, utilizando para tanto, um sistema adesivo experimental. Em 15 dentes foi aplicado um condicionador de dentina por 30 segundos (A), enquanto que em outros 15 dentes, a *smear layer* foi removida pela aplicação do ácido fosfórico a 37% na forma de gel, por 20 segundos (B). Em ambos os casos, os *primers* 1 e 2 foram misturados e aplicados na dentina condicionada, seguido da aplicação do “Dentin Bonding Resin”, antes da colocação de 3 incrementos da resina composta Bisfil-M. Os corpos-de-prova foram armazenados em solução fisiológica a 37°C por 24 horas, e então submetidos a uma força de cisalhamento. Os resultados revelaram que: o procedimento A apresentou valores de

resistência de união de 14.2 MPa, enquanto que o B, 7.2 MPa. Dessa forma, os autores concluíram que a resistência de união e a microinfiltração foram significativamente menores quando a dentina foi condicionada com o ácido fosfórico a 37%.

A relação entre a resistência de união ao cisalhamento e a formação da camada híbrida de adesão, foi avaliada por GWINNETT, A.J. & KANCA III, J.<sup>32</sup>, em 1992. Neste estudo foram utilizados quatro sistemas adesivos, dos quais dois preservam ou modificam a *smear layer* (Prisma Universal Bond 3 e XR Bond), enquanto os outros dois a removem completamente (All Bond e Tenure). A superfície dentinária de molares foi submetida a lixa de granulação 320, e então aplicados sobre ela os sistemas adesivos da seguinte maneira: GRUPO 1 - Ácido fosfórico a 10% por 20 segundos (lavado e seco) + All Bond Primer A e B + Bonding Resina + P-50; GRUPO 2 - Tenure conditioner por 30 segundos (lavado e seco) + Primer A e B + Visar Seal + Marathon; GRUPO 3 - Similar ao Grupo 1, porém foi excluído o condicionamento ácido; GRUPO 4 - Similar ao Grupo 2, porém sem utilizar o condicionador; GRUPO 5 - Similar ao Grupo 1, porém a superfície foi molhada com uma bolinha de algodão, após lavada e seca; GRUPO 6 - Prisma Universal Bond 3 *primer* (após 30 segundos, seca) + Adesivo + APH; GRUPO 7 - XR Primer (seca) + XR Bond + Herculite XR; GRUPO 8 - Ácido fosfórico a 10% por 20 segundos + All Bond Adesivo + P-50; GRUPO 9 - Ácido fosfórico a 37% por 15 segundos + PUB/3 adesivo + APH. Os grupos de 1 a 7 foram realizados em

dentina enquanto que os Grupos 8 e 9, em esmalte. Após os testes de cisalhamento, os seguintes valores foram observados em MPa: GRUPO 1 - 17.98; GRUPO 2 - 18.10; GRUPO 3 - 10.24; GRUPO 4 - 6.54; GRUPO 5 - 29.43; GRUPO 6 - 11.13; GRUPO 7 - 7.76; GRUPO 8 - 22.38 e GRUPO 9 - 20.00. Os autores observaram que não houve a formação da camada híbrida ácido-resistente quando empregado o PUB/3, XR Bond e ainda, com o All Bond e Tenure, onde o condicionamento dentinário foi excluído, sendo os Grupos 3, 4, 6 e 7 respectivamente, os que apresentaram menores valores de resistência de união. Quando utilizado o All Bond e o Tenure com o condicionamento da dentina (Grupos 1, 2 e 5), ficou evidente a formação da camada híbrida de adesão, onde foi observado os maiores valores de resistência de união principalmente no Grupo 5 onde a dentina se apresentava úmida.

GWINNETT, A.J.<sup>30</sup>, em 1992, comparou a resistência de união ao cisalhamento de vários sistemas adesivos, quando empregados em dentina seca ou úmida. Neste experimento, foi utilizado *primers* com propriedades hidrofílicas, sendo que três apresentam a acetona em sua composição (All Bond, Mirage Bond e Tenure) e dois não apresentam (Amalgambond e Gluma). Os valores de resistência de união em MPa, observados na dentina seca e úmida, foram respectivamente para: All Bond 20,01 e 28,91; Amalgambond 19.77 e 26.02; Mirage Bond 5.53 e 24.09; Tenure 18.10 e 28.53 e Gluma 9.39 e 0.00. Para o All Bond, Amalgambond, Mirage Bond e Tenure, a resistência de união foi melhorada significativamente quando a

dentina se apresentava úmida. No caso do Mirage Bond os valores quadruplicaram. Os valores de resistência de união do Gluma foram severamente comprometidos pela presença da umidade. Dessa forma, o autor concluiu que a acetona provavelmente facilita a penetração da resina para dentro da dentina, favorecendo a retenção micromecânica e que a umidade dentinária é importante para determinar maiores valores de resistência de união.

SWIFT Jr, E.J. & TRIOLLO Jr, P.T.<sup>85</sup>, em 1992, verificaram a resistência de união ao cisalhamento, do Scotchbond Multi-Purpose, na dentina e esmalte úmidos e secos, os testes em dentina foram realizados na superfície oclusal de molares humanos extraídos. Após o condicionamento dentinário com ácido maleico a 10%, por 15 segundos, a dentina foi seca com ar comprimido ou com papel absorvente, fazendo com que esta última forma de secagem, apresentasse uma dentina visivelmente úmida. Na sequência o *primer* e o adesivo foi aplicado de acordo com as instruções do fabricante, sendo a resina composta colocada imediatamente através de um dispositivo apropriado. Após a confecção dos corpos-de-prova, estes foram termociclados, com 300 ciclos, entre 5°C e 55°C, e, então submetidos a uma força de cisalhamento. As médias de valores de resistência de união na dentina, foram maiores quando esta se apresentava úmida (21.8 MPa), com relação a dentina seca (17.8 MPa), porém, estatisticamente não significante. No esmalte, os valores de resistência de união foram maiores quando este se apresentava úmido (17.2 MPa), em relação ao esmalte seco

(14.2 MPa). As observações do tipo de fratura, revelaram falhas coesivas na dentina ou na resina composta. Concluem os autores, que o Scotchbond Multi-Purpose apresenta grande resistência de união a dentina e esmalte úmidos.

Considerando que a *smear layer* é um dos maiores obstáculos para o estabelecimento da união das resinas compostas com a dentina, TRIOLO Jr, P.T. & SWIFT Jr, E.J.<sup>88</sup>, em 1992, analisaram o comportamento de vários sistemas adesivos que removem ou modificam a *smear layer* e os compararam com um sistema adesivo que atua sobre a *smear layer* intacta (Scotchbond Dual Cure). O experimento foi realizado em dentina oclusal, desgastada em lixas de granulação 320, 400 e 600. Os adesivos foram utilizados sobre uma área circular de 4.76 mm de diâmetro, delimitado por uma fita adesiva. Após a confecção dos corpos-de-prova, estes foram armazenados em água destilada a 37°C por 24 horas e termocicladas com 600 banhos entre 5°C e 55°C . Posteriormente ao armazenamento por 28 dias em água destilada a 37°C, os espécimes foram submetidos a uma força de cisalhamento. Na coleta dos dados, foi observado que houve rompimento espontâneo da união em 16 corpos-de-prova, e quando estes espécimes foram excluídos dos cálculos das médias, os valores em MPa foram de: 23.3 para o Amalgambond; 19.3 para o All Bond; 13.2 para o Clearfil Photo Bond; 14.4 para o Prisma Universal Bond 3; 5.9 para o Power Bond; 5.4 para o XR Bond; 7.6 para o Scotchbond 2; 4.3 para o Tenure; 3.3 para o Gluma e 1.3 para o Scotchbond Dual-Cure.

Os autores comentaram a dificuldade em comparar diretamente os resultados de trabalhos entre si, em razão de diferentes metodologias empregadas. Com relação ao tipo de falha ocorrida, o All Bond e Amalgambond, apresentaram falhas coesivas na dentina, indicando que a resistência de união dos adesivos com a dentina excedeu a resistência intrínseca deste substrato. Para o Prisma Universal Bond 3 e o Clearfil Photo Bond, metade dos espécimes fraturaram adesivamente e metade coesivamente, provavelmente o molhamento e a penetração do adesivo, desses sistemas, devem ser menos efetivos. Para os demais adesivos as falhas foram adesivas, com mínima penetração do adesivo na dentina.

KANCA III,<sup>37</sup> em 1992, desenvolveu um estudo, utilizando o All Bond 2, verificando sua resistência de união na dentina e esmalte sob várias condições. As médias dos valores de resistência de união ao cisalhamento em MPa foram de 11.7 para a dentina seca e 24.1 para a dentina úmida, quando a dentina foi submetida, apenas, a uma lixa de granulação 320. Quando a dentina, posteriormente a aplicação da lixa, recebeu um tratamento com ácido fosfórico a 10% por 30 segundos, os valores foram de 24.8 para a dentina seca e 34.3 para a dentina úmida. Com o ácido fosfórico a 32% aplicado por 20 segundos os valores foram 20.7 para a dentina seca e 36.5 para a dentina úmida. Observando o tipo de falha ocorrida, foi constatado que, no grupo com o ácido fosfórico a 32% e 10%, na dentina úmida, todas as falhas foram coesivas, e na dentina seca apenas 4. Todos os corpos-de-prova do grupo que não recebeu o condicionamento

ácido apresentaram falhas adesivas (entre a *smear layer* e a resina). Foi observado que os piores resultados foram obtidos na presença da *smear layer* e os melhores com o condicionamento da dentina com ácido fosfórico, na presença de umidade.

O efeito de vários tipos de solventes de *primers* foi investigado por KANCA III, J.<sup>38</sup> em 1992. O autor estudou a resistência de união ao cisalhamento do Hidroxietilmetacrilato (HEMA), à dentina, quando a água, etanol ou acetona foram utilizados como solventes. Dessa forma obteve-se *primers* com 20% de HEMA em água; 20% HEMA em etanol e 20% de HEMA em acetona. Segundo o autor, o HEMA foi empregado por ser comumente utilizado na maioria dos sistemas adesivos e ser solúvel nos três solventes, e a porcentagem de 20% foi arbitrária. As soluções acima descritas, foram empregadas em dentina seca ou úmida, após terem sido condicionadas com ácido e lavada por 10 segundos. Os valores de resistência de união em MPa, observados na dentina úmida e seca, foram respectivamente: HEMA/água 0 e 5,7; HEMA/etanol 16,2 e 5,4 e HEMA/acetona 22,4 e 6,4. Dessa forma, os maiores valores de resistência de união foram obtidos quando a acetona foi utilizada como solvente e o *primer* aplicado em dentina úmida. Já os valores mais baixos foram observados com a água como solvente e o *primer* aplicado em dentina úmida. O autor concluiu que certos tipos de solventes podem afetar o comportamento clínico dos adesivos e ainda, que *primers* contendo acetona

parecem mais apropriados para serem utilizados na dentina *in vivo*, a qual normalmente é úmida.

A resistência de união ao cisalhamento do Scotchbond Multi-Purpose a dentina e microinfiltração quantitativa, em restaurações de Classe V, em cimento/dentina, foi avaliado por RETIEF, D.H. et al.<sup>74</sup>, em 1993. Neste estudo foi utilizada a dentina oclusal de molares permanentes. Após a completa exposição da dentina, o sistema adesivo foi empregado de acordo com as instruções do fabricante, e um cilindro de resina composta (Z-100) foi construído sobre a área utilizada para a adesão. Os testes foram realizados, quando: os corpos-de-prova foram removidos 1 minuto após o final da polimerização da resina composta (A); 15 minutos após, e armazenados em solução salina a 37°C por 24 horas (B); por 1 semana sem (C); por 1 semana com ciclagens térmicas (D); por 4 semanas sem (E); ou por 4 semanas com ciclagem térmica (F). Após os testes de cisalhamento os resultados em MPa, foram: A: 13.9; B: 17.6; C: 19.5; D: 14.3; E: 15.3 e F: 15.5. A análise da microinfiltração determinou a penetração de 1.91 ug de corante. Após a análise dos resultados, os autores concluíram que a ciclagem térmica, tem um efeito adverso, na resistência de união ao cisalhamento na dentina, quando determinada após 1 semana, mas não após 4 semanas.

ERICKSON, R. et al.<sup>20</sup>, em 1993, examinaram *in vivo* o comportamento do Scotchbond Multi-Purpose na dentina. O objetivo desse estudo foi o de verificar, a resistência de união ao cisalhamento em

diferentes profundidades de dentina (Superficial > 1,5 mm; média 1,0 a 1,5 mm e profunda < 1,0 mm). A face vestibular de molares e caninos de cães, foram desgastadas com pontas diamantadas, montadas em alta rotação. Na superfície dentinária planificada, foi construído um cilindro de resina composta e a resistência de união foi determinada 30 minutos após as extrações dos dentes. Os valores de resistência de união em MPa para a dentina superficial, média e profunda, foram respectivamente os seguintes: nos caninos: 10.6; 9.8 e 7.1, nos molares: 9.7; 8.1 e 4.8. Foi observada uma redução na resistência de união, quanto menor era a espessura de dentina. Concluíram os autores, que *in vivo* a resistência de união do Scotchbond Multi-Purpose, é diretamente proporcional a espessura de dentina remanescente, sendo mais evidente nos molares que nos caninos.

As afirmações de que, a adesão dos sistemas adesivos dentinários podem ser influenciados pelas condições da dentina, levaram PRATI, C. et al.<sup>66</sup>, em 1993, a realizar um estudo onde co-relacionaram a resistência de união ao cisalhamento dos sistemas adesivos, Scotchbond Multi-Purpose, All Bond 2, Clearfil Liner Bond e XR-Bond, com a permeabilidade e espessura da dentina remanescente. Os resultados apontaram médias de 10.4 MPa para o XR-Bond, 16.2 MPa para o Scotchbond Multi-Purpose, 16.3 MPa para o All Bond 2 e 20.1 MPa para o Clearfil Liner Bond. As observações em M.E.V. revelaram falhas adesivas para o XR-Bond e coesivas para os demais adesivos. Revelaram ainda que, os condicionadores dos sistemas adesivos, Scotchbond Multi-Purpose,

Clearfil Liner Bond e All Bond 2, promoveram uma desmineralização completa da camada superficial da dentina, exposição das fibras colágenas e infiltração dos *primers* em 4 micrometro de profundidade, promovendo a formação da camada híbrida de adesão, a qual, determina uma maior efetividade dos agentes adesivos, condição essa não observada para o XR-Bond.

SWIFT Jr, E.J & CLOE, B.C <sup>83</sup>, em 1993, realizaram um estudo para verificar a resistência de união ao cisalhamento do esmalte dental, frente a utilização de alguns sistemas condicionadores. Foi testado o ácido fosfórico a 35%, o ácido maleico e fosfórico a 10%, aplicados por 15 segundos e o ácido oxálico a 1,6%, e nitrato de alumínio a 2,7% com glicina a 2,7% (condicionadores 1 e 2 do sistema adesivo Gluma). Os valores de resistência de união quando empregado o ácido fosfórico a 35%, apresentou média de 24.5 MPa, quando utilizado o ácido maleico e fosfórico a 10% os valores foram de 13.2 MPa, considerados estatisticamente inferiores ao ácido fosfórico a 35%. Com o condicionador 1 e 2 do Gluma (ácido oxálico/nitrato de alumínio) a média dos valores foram 6.3 MPa, significativamente menor que os demais condicionadores. Concluíram os autores que, o ácido fosfórico a 37% deve ser considerado o condicionador de primeira escolha para o condicionamento ácido do esmalte.

Procurando comparar os valores de resistência de união com o tipo de falha ocorrido, após a fratura dos corpos de prova, EICK, J.D. et

al.<sup>19</sup>, em 1993, verificaram a resistência de união ao cisalhamento de 4 sistemas adesivos. Com a ajuda da microscopia eletrônica de varredura e de transmissão, verificaram o tipo de falha ocorrido, e também, o efeito dos condicionadores sobre a camada superficial da dentina. Os resultados, revelaram, valores de resistência de união para o Prisma Universal Bond 3 de 11.2 MPa, apresentando falhas predominante adesivas, não sendo observada nenhuma falha coesiva na dentina, e ainda falhas coesivas do adesivo e resina composta, em alguns pontos da área utilizada para a adesão. Os valores obtidos para o Scotchbond 2 foram de 22.9 MPa, e após 1 ano 11.4 MPa, apresentando falhas coesivas da dentina. O Superbond apresentou valores de 22.9 MPa, sendo a falha coesiva da dentina predominante em mais da metade dos espécimes. Valores de 25.0 MPa foram observados para o Scotchbond Multi-Purpose, e ainda, que o tipo de falha ocorrido, foi coesiva na dentina em metade dos corpos-de-prova, e coesiva na resina composta, na outra metade dos espécimes, onde apenas 2 dos 16 corpos-de-prova apresentaram falhas adesivas. Os autores salientaram que são necessários valores de 17 MPa ou mais para ser observada falhas coesivas da dentina. Concluíram que houve uma grande melhora nos adesivos, em promoverem um molhamento e infiltração na dentina, e conseqüentemente um aumento na resistência de união, quando comparado com os adesivos de gerações passadas.

Dentes de cães, foram por PASHLEY, D.H. et al.<sup>55</sup>, em 1993, para determinar a resistência ao cisalhamento de quatro sistemas adesivos:

Clearfil Liner Bond System (CL), Superbond C&B (SB). Scotchbond 2(S<sup>2</sup>) e Tenure (TE). Após o ensaio de adesão, o qual foi realizado em molares e caninos “in vivo”, os dentes foram extraídos para se determinar a profundidade dentinária. A maioria dos adesivos apresentaram valores médios superiores de resistência ao cisalhamento em dentina superficial e progressivamente menores em dentina profunda. Os valores médios de resistência adesiva foram maiores em caninos do que em molares e o adesivo CL foi o que apresentou as maiores médias de adesão. Valores acima que 10 MPa, tanto em dentina profunda quanto superficial foram apresentados pelos adesivos CL e SB, enquanto que os adesivos S2 e TE tiveram valores médios inferiores a 10 MPa. Em dentes molares o comportamento dos sistemas adesivos foi similar, sendo obtidos valores superiores a 5 MPa para adesivos CL e SB e inferiores a 5MPa para os adesivos S2 e TE.

PERDIGÃO, J. et al<sup>60</sup>. em janeiro de 1994, avaliaram “in vitro” a resistência de união de quatro sistemas adesivos, All Bond 2 (Bisco), Amalgabond Plus (Parkell), Prisma Univeral Bond 3 (Caulk, Dentsply) e SBMP (3M,Dental Products), utilizando a resina composta Z 100 como material restaurador, em função do tipo de substrato, ou seja dentina normal, dentina hipermineralizada e dentina desmineralizada. Para o estudo utilizaram 120 dentes humanos recentemente extraídos que, foram divididos em quatro grupos, sendo que para cada tipo de substrato teria dez espécimes. Da análise dos resultados os maiores valores ocorreram na

dentina normal. Não houve diferenças estatísticas entre os sistemas All Bond 2, Amalgabond Plus e SBMP, sendo os menores valores para esta condição com o sistema Prisma Bond 3. Os menores valores de resistência ocorreu na dentina desmineralizada. Concluem que a dentina hipermineralizada em algumas situações devam receber algum tipo de retenção adicional principalmente quando se utilizam sistemas que não provam uma hibridização dentinária como por exemplo o Prima Bond 3 onde o condicionamento ácido como pré-tratamento não esta indicado.

Ainda em 1994, Perdigão, J et al<sup>56</sup> avaliaram o efeito da aplicação da clorexidina a 2% sobre a superfície dentinária e suas possíveis interferências com os testes de resistência. Utilizaram 30 molares humanos recém extraídos divididos em 3 grupos onde o sistema All Bond 2 foi utilizado para os 3 grupos da seguinte forma: Grupo 1, utilizaram seguindo recomendações do fabricante, ou seja condicionamento ácido da dentina por 15 segundos seguido de lavagem e secagem da cavidade com ar comprimido, reidratação com água destilada antes da aplicação do sistema adesivo e leve secagem com ar comprimido(1-2 seg.). O Grupo 2 após a aplicação do ácido como no grupo anterior e depois de lavada a cavidade, utilizaram a clorexidina a 2% removendo excesso com um leve jato de ar antes da aplicação do sistema adesivo All Bond 2 e para o Grupo 3 tratamento similar ao grupo 2, mas utilizaram ar comprimido para secar a cavidade por 10 seg. antes da aplicação da clorexidina 2%. Para todos os grupos após a utilização dos sistema adesivo utilizaram a resina Z100 para

confeção dos corpos de prova. As espécimes foram termocicladas, 500 ciclos 10° a 50° C, e os testes de resistência realizados com o sistema Instron Machine. Concluem que o uso da clorexidina depois do condicionamento não reduz a resistência de adesão para o sistema adesivo testado.

CARVALHO, R.M. et al.<sup>10</sup> em 1994, avaliaram a resistência de união do Scotchbond MP e Variglass utilizando um novo método de ensaio chamado microtração. Esta nova metodologia permitiu testar a resistência adesiva em pequenas áreas através do desgaste da secção transversal de espécimes com até 0,5mm<sup>2</sup>. A principal observação deste estudo foi que a resistência à tração depende da superfície da área adesiva. As superfícies adesivas variaram de 0,5 a 5,0mm<sup>2</sup>, o que é muito menor do que as superfícies adesivas utilizadas rotineiramente em testes laboratoriais. Quando foi avaliada a relação entre a espessura de dentina remanescente a resistência à tração, não houve correlação estatisticamente significativa. No entanto, foi observada uma relação inversa entre resistência e a área de superfície adesiva para ambos os materiais. Deste modo, nas menores áreas testadas, o adesivo Scotchbond MP atingiu valores de até 46 MPa (em 0,48mm<sup>2</sup>) e o material Variglass resultou em valores de até 34 MPa (em 0,58mm<sup>2</sup>).

A resistência de união ao cisalhamento do All Bond 2, Scotchbond Multi-Purpose e Imperva Bond, na dentina, foi determinada por DRAKE, D.M. & TRIOLO, P.T.<sup>17</sup>, em 1994. Este estudo foi realizado

na dentina oclusal, de molares humanos, onde foi unido um cilindro de resina composta de 5 mm de diâmetro. Os espécimes, foram termociclados em 300 banhos entre 10°C e 55°C e submetidos a uma força de cisalhamento, com uma velocidade de 5 mm/min. A média dos valores de resistência da união em MPa foram: 9.51 para o All Bond 2; 8.97 para o Scotchbond Multi-Purpose e 1.07 para o Imperva Bond. Não foi observado diferenças estatisticamente significantes entre o All Bond 2 e o Scotchbond Multi-Purpose, porém, esses adesivos foram estatisticamente superiores ao Irupeiva Bond. A inspeção do tipo de falha, revelou uma combinação de falhas adesivas/coesivas para o All Bond 2 e Scotchbond Multi-Purpose, sendo que a maioria dos espécimes do Imperva Bond, falharam adesivamente.

A contração de polimerização das resinas compostas é uma propriedade negativa deste material. Preocupados com essa evidência, TRIOLO, P.T. et al.<sup>89</sup>, em 1994, avaliaram a capacidade de alguns sistemas adesivos, em resistir a força gerada pela contração de polimerização das resinas compostas. Este experimento foi realizado na dentina oclusal, de molares desgastados até a lixa 600. Os adesivos Scotchbond Multi-Purpose, All Bond 2, Imperva Bond, OptiBond, Pró-Bond e Permagen, foram empregados de acordo com as instruções do fabricante. Após a confecção dos corpos- de-prova estes foram armazenados em água destilada a 37°C por 24 horas, e então, submetidos a uma força de cisalhamento. Os valores de resistência de união em MPa, foram: 23.1 para

o Scotchbond Multi-Purpose; 21.4 para o All Bond 2; 19.8 para o Imperva Bond; 19.7 para o OptiBond; 16.3 para o Pró-Bond e 16.2 para o Permagen. Os autores, concluíram que, pela resistência de união apresentada pelos sistemas adesivos atuais, eles são capazes de resistir ao *stress* gerado pela contração de polimerização das resinas compostas.

Considerando as afirmações de que a umidade da dentina interfere negativamente no estabelecimento da união adesiva, CHARLTON, D.G & BEATTY, M.W.<sup>12</sup> em 1994, realizaram um estudo, onde compararam a resistência de união, ao cisalhamento, de dois sistemas adesivos em dentina úmida e seca. Para tanto, utilizaram a superfície dentinária oclusal de dentes humanos extraídos, onde foram empregados os adesivos Scotchbond Multi-Purpose e o Optibond. Quarenta e oito horas após a confecção dos corpos-de-prova, estes foram termociclados e submetidos a uma força de cisalhamento. A média dos valores de resistência de união do Optibond foi de 16.4 MPa em dentina seca e de 13.31 MPa em dentina úmida, para o Scotchbond Multi-Purpose, foi de 15.4 MPa em dentina úmida e 15.5 MPa em dentina úmida, valores esses estatisticamente semelhantes. O tipo de falha ocorrido para o Optibond foram quase que exclusivamente coesivas, tanto para a dentina seca, como para a úmida. Já para o Scotchbond Multi-Purpose, para ambas as condições da dentina, as falhas foram uma combinação de falhas coesivas e adesivas. Concluíram os autores, que alguns adesivos se comportam bem na presença da umidade, como os adesivos por eles testados. Ressaltaram a

grande importância dessa característica apresentada pelos adesivos, principalmente àqueles que possuem agentes condicionadores que removem completamente a *smear layer* já que *in vivo* esta situação pode levar a um molhamento da superfície dentinária.

A resistência de união ao cisalhamento de seis sistemas adesivos à dentina, bem como a natureza das falhas ocorridas após os testes mecânicos, foram investigadas por CHAPPELL, R.P & EICK, J.D.<sup>11</sup> em 1994. Nos resultados dos testes de cisalhamento foram observados os seguintes valores em MPa: All Bond 2 15.4 (com condicionamento ácido); 14.6 (sem condicionamento ácido); Syntac 15.2; Prisma Universal Bond 3 11.2; Tenure Solution 11.6; Adhesive by Choice 10.7; Scotchbond Multi-Purpose 25.0 (utilizado imediatamente a aquisição do material) e 26.0 (utilizado 8 meses após). A análise estatística demonstrou uma igualdade entre todos os adesivos com exceção do Scotchbond Multi-Purpose, nas duas condições que foram estatisticamente semelhantes entre si, determinando que o tempo não influenciou negativamente neste adesivo. As observações em microscopia eletrônica de varredura da área adesiva, revelou uma grande predominância de fraturas adesivas, para todos os sistemas adesivos com exceção do Scotchbond Multi-Purpose que apresentou falhas coesivas da dentina ou resina composta.

Os testes para mensurar a resistência adesiva à dentina foram revisados por PASHLEY, D.H. et al.<sup>53</sup> em 1995, onde a importância da padronização destes ensaios e suas variáveis foram amplamente discutidas.

Inicialmente os autores comentaram a variabilidade do substrato dentinário seguido das diferenças no condicionamento ácido, aplicação do sistema adesivo, armazenamento dos dentes e finalmente os ensaios adesivos. O desenvolvimento dos adesivos dentinários tem resultado em valores de adesão na ordem de 20 a 30 MPa. Esses altos valores tem sido mensurados, nos testes convencionais, através de fraturas coesivas em dentina. Desta forma, não se pode medir a verdadeira resistência de união produzida na interface dentina/resina. O método de microtração possui a vantagem de estudar a resistência adesiva em diferentes e pequenas localidades dentinárias, produzindo em quase sua totalidade fraturas adesivas. Correlações significantes foram observadas somente para o adesivo XR-Bond, o qual foi sensível a permeabilidade e espessura dentinária remanescente. Os demais sistemas adesivos não mostraram correlação entre as duas características dentinárias e a força de adesão. Além disso, apresentaram os mais altos valores médios de resistência adesiva, formação de camada híbrida e fraturas coesivas em dentina dos espécimes testados.

YOSHIYAMA, M. et al<sup>97</sup>, em 1996, avaliaram a resistência a microtração de dois sistemas adesivos All Bond 2 e Imperva Bond, sendo o primeiro all-etching e o segundo no-etching em função de quatro regiões vestibulares, ou seja coronal, cervical, médio radicular e apical. Devido a grande quantidade de restaurações para corrigir defeitos na região cervical, ou lesões de erosão e abrasão, realizaram este trabalho para analisar a performance dos sistemas adesivos nas diferentes regiões da estrutura

dental. Os resultados mostraram que o sistema All Bond 2 apresenta altos valores na região coronária e apical(23,5 MPa) e baixos valores na região cervical radicular(13,1 Mpa). Já o sistema Imperva Bond produziu relativa resistência a microtenção em todos as áreas(21,3 MPa). Da análise microscópica concluem que o sistema Imperva Bond apresenta infiltrados de resina com apenas 0,5µm.

GARCIA-GODOY,F. et al.<sup>27</sup>, em 1996, avaliaram a resistência ao cisalhamento de dois diferentes adesivos dentinários. Os resultados em MPa, foram: Primer & Bond- 21,35 e Clearfil Liner Bond 2- 21,65. Não houve diferenças significativas entre os dois sistemas adesivos. Falhas coesivas na resina composta e em dentina foram observadas nos espécimes testados.

MASON, P.N. et al.<sup>45</sup>, em 1996, realizaram testes “in vivo” e “in vitro” de resistência ao cisalhamento de 4 sistemas adesivos: all Bond 2(A), Scotchbond MP (S), Clearfil Liner Bond (C) e Optibond (O). o teste “in vitro” foi realizado em substrato dentinário obtido de dentes extraídos, enquanto que no teste “in vivo”, as amostras foram preparadas em dentina, após desgaste da face oclusal de terceiros molares, que foram cuidadosamente extraídos após uma semana. Os resultados (MPa) foram os seguintes: “in vivo”, A- 14,1 ±1,6; S- 16,5 ±1,9; C- 12,3 ±2,7 e O- 14,6 ±1,5; “in vitro”, A- 9,8 ±2,7; S- 18,7 ±2,0; C- 11,1 ±2,0 e O- 12,5 ±3,0. O adesivo Scotchbond MP apresentou “in vitro” valores estatisticamente superiores aos demais materiais utilizados. Não houve diferenças

estatisticamente significantes “in vivo” entre os adesivos S, A e O. Somente o adesivo All Bond 2 apresentou diferença significativa na força de união entre estudos “in vivo” e “in vitro”. Fraturas adesivas, coesivas e associações destas foram observadas nos espécimes testados, sendo que as fraturas coesivas em dentina foram observadas aos altos valores de adesão. Os autores concluíram que os resultados “in vivo” confirmam a validade dos testes “in vivo” para os adesivos estudados.

YOSHIKAWA, T. et al.<sup>96</sup>, em 1997, avaliaram o efeito do preparo cavitário fator-C e a profundidade dentinária na resistência à tração de três adesivos dentinários: Clearfil Liner Bond 2(LB), One Step (OS) e Superbond D-Liner (SD). Foram utilizadas as seguintes profundidades e formatos cavitários: área plana em dentina superficial (C=1), área plana em dentina profunda (C=2) e superfície da parede pulpar em preparo cavitário classe 1 (C=3). O adesivo LB não teve a resistência adesiva afetada pela profundidade dentinária, no entanto o fator-C foi responsável pela redução da resistência de união. Os adesivos OS e SD foram afetados pela profundidade dentinária e fator-C.

A influência da profundidade dentinária, em várias localidades da coroa dental, na resistência ao cisalhamento da dentina foi determinada por KONISHI, N. et al.<sup>43</sup>, em 1997. A dentina foi analisada a 1mm da polpa dental, 1mm da junção amelo-dentinária (JAD) e na região central, das faces vestibular e lingual. Os autores concluíram que a dentina próxima a polpa (5,8 MPa) é menos resistente que a dentina em outras duas

profundidades (84,5 MPa – média e 78,7 MPa – 1mm JAD) e que a dentina é mais resistente ao cisalhamento do que a resistência reportada dos adesivos dentinários.

A resistência de união do adesivo One Step foi avaliada em esmalte e dentina, sob diferentes condições por KANCA III, J.<sup>40</sup>, 1997. Este estudo utilizou o teste de cisalhamento para analisar a aplicação do adesivo após diferentes agentes condicionadores, tempos de condicionamento, tempo de lavagem do ácido, padrões de umidade do substrato entre outras condições. Quando não houve aplicação do adesivo no esmalte e quando o adesivo foi aplicado em dentina ressecada e em esmalte sem condicionamento os valores de resistência adesiva foram estatisticamente inferiores. Nas demais condições, entre elas em dentina profunda, os valores de resistência adesiva, tanto em esmalte quanto dentina, mostraram valores médios semelhantes entre 23 a 29 MPa.

Um estudo comparativo entre alguns agentes “convencionais” de condicionamento e o “primer” autocondicionante do Clearfil Liner Bond 2 (LB primer) foi realizado por PERDIGÃO, J. et al<sup>58</sup>, em 1997. Assim, foi verificada a resistência adesiva ao cisalhamento em esmalte de molares humanos extraídos. Os espécimes foram divididos em 10 grupos de acordo com o tratamento da superfície de esmalte, desta forma: no grupo 1 o LB primer foi aplicado conforme as especificações do fabricante (30 Seg); no grupo 2 o LB primer foi aplicado duas vezes; no 3 foi utilizado ácido fosfórico a 37% por 15 Seg + LB primer; no 4 apenas o ácido fosfórico a

37% (15 Seg); no 5 ácido fosfórico a 10 % por 15 Seg + LB primer; no 7 ácido maleico a 10 % + LB primer; no grupo 8 ácido maleico a 10%; no grupo 9 ácido nítrico a 2,5% (60 Seg) + LB primer e finalmente no grupo 10 foi aplicado o ácido nítrico a 2,5% por 60 Seg. Após o tratamento superficial, a resina adesiva LB-Bond e o compósito Clearfil Photo Anterior foram aderidos ao esmalte condicionamento. Os espécimes foram, então, submetido a 500 ciclos térmicos entre 5°C e 55°C e a resistência adesiva foi mensurada com uma máquina de ensaios Instron. As médias dos valores encontrados variaram entre 18,1 a 25,9 MPa, sem diferenças estatísticas significantes. Foi observado ainda o padrão de condicionamento em microscopia eletrônica de varredura e os autores concluíram que: apesar do padrão do condicionamento do LB primer não ter sido tão evidente quanto aos demais condicionadores a resistência adesiva foi considerada satisfatória.

Com a finalidade de avaliar in vitro a resistência adesiva ao cisalhamento de dois novos sistemas adesivos com “primers” acidificados (autocondicionantes) em suas composições, GORDON, V.V. et al<sup>29</sup>. conduziram um estudo em 1997. Assim, o Clearfil Liner Bond 2 (CLB 2) e o Denthesive II (DT II), foram usados com e sem ataque ácido. O sistema de 4<sup>a</sup> geração convencional Scotchbond MP (SBMP) foi utilizado como controle. Sessenta sítios de esmalte e dentina foram preparados de forma padronizada em molares humanos extraídos. Ambos sistemas com “primers” autocondicionantes foram usados com e sem ataque ácido tanto

em esmalte quanto em dentina. O grupo controle foi utilizado sempre com ataque ácido. Após a aplicação do primer e do adesivo, a resina Silux Plus foi aderida às superfícies, os espécimes foram termociclados e a resistência foi avaliada em uma máquina de ensaios. Os resultados demonstraram os melhores resultados em dentina para o CLB2 com ataque ácido (20,4 MPa) e sem ataque (15,7 MPa) comparados aos demais. Em esmalte o melhor resultado foi para o DT II com ataque ácido (22MPa), seguido pelo CLB2 sem ataque (20,4 MPa). O SBMP apresentou valores intermediários e o DT2 sem ataque com ácido fosfórico a 35% os piores resultados, 5,4 MPa em esmaltes e 6,6 MPa em dentina. Os autores concluíram que o CLB2 podem ser usados com ou sem condicionamento ácido adicional e que o DT2 deve ser utilizado com ataque ácido adicional para alcançar uma melhor adesão.

Os testes de microtração e cisalhamento foram comparados e o modo de fratura avaliados por SCHREINER, R. et al<sup>80</sup>, em 1998. Foram testados 5 sistemas adesivos nos dois ensaios de adesão e os resultados mostraram que os adesivos no teste de cisalhamento não apresentaram diferenças significativas. O adesivo Clearfil Liner Bond apresentou mais falhas coesivas da dentina e do compósito no teste de microtração. O teste de cisalhamento obteve superior número de falhas em dentina e compósito do que o teste de microtração. Fraturas na interface adesiva foram observadas em maior quantidade no ensaio de microtração.

ABDALLA, A. I. et al.<sup>02</sup>, em 1998, avaliaram o efeito da contaminação da área dentinária com água, saliva e sangue e suas consequências nos testes de resistência. Para tal utilizaram os sistemas adesivos Scotchbond 1, One-Step, Prime-Bond 2.1, Syntac SC e como controle o sistema adesivo de três passos SBMP. A utilização dos materiais foi executada seguindo orientações do fabricante, mas antes da aplicação dos sistemas adesivos sobre a superfície dentinária simulavam a contaminação com água, com saliva artificial ou sangue. Cilindros de resina Z100(3M,Dental Products) foram confeccionados sobre a dentina usando matriz de Teflon. A metodologia seguida foi de maneira tradicional para os testes de cisalhamento, mas não realizou-se a termociclagem. Após 24 horas imersos em água destilada realizou-se os testes de resistência em sistema universal Instron a velocidade de 0,5 mm/min. A morfologia da interface de dentina/ resina foi examinada usando SEM. Dos resultados concluem que o substrato “molhado” para o sistema One-Step apresenta um aumento na resistência ( 8,4 MPa para 13,5 MPa), enquanto para o sistema Syntac SC ocorre um significativo declínio( 10,6 MPa para 5,1 MPa). Os testes de resistência para os outros três sistemas sofreram pequenas variações não significantes estatisticamente. A contaminação por saliva causou um declínio significativo apenas para o sistema Syntac SC, enquanto que a área de dentina contaminada por sangue apresenta um declínio significativo para todos os sistemas testados. Concluem ainda que

os melhores resultados foram com o material SBMP, sistema de três passos.

QUAGLIATTO, P. S.<sup>70</sup> em sua dissertação de mestrado em 1998, avaliou a resistência de união de uma liga de amálgama com alto conteúdo de cobre (Logic+ Plus), à dentina quando um cimento de ionômero de vidro, Vitremer (V), um cimento resinoso Panavia 21 (Pa) e um adesivo dentinário, Scotchbond Multi-uso Plus (SBMP) foram empregados no tratamento desta superfície. Trinta e seis terceiros molares humanos recém-extraídos, foram utilizados e tiveram suas superfícies oclusais desgastadas, até a completa eliminação do esmalte e completa exposição da dentina. Foram empregados os materiais adesivos intermediários: Vitremer (G1), Panavia 21 (G2) e SBMP (G3). Posterior a aplicação dos materiais adesivos intermediários, a confecção dos cilindros de amálgama foi realizada acoplando a um dispositivo apropriado sendo realizado através de uma matriz de teflon bi-partida.. Após a confecção dos cilindros de amálgama, as amostras foram estocadas a 37°C por 24 horas, antes de serem submetidas aos testes mecânicos de cisalhamento, em máquina universal Kratos, através de uma ponta, com extremidade em forma de fenda, aplicada a base do cilindro de amálgama, a uma velocidade de 0,5 mm/min. Os resultados mostram que as medidas obtidas com os grupos 2 e 3 foram significativamente mais elevados do que as do grupo 1 e as medidas obtidas com o grupo 3 foram significativamente mais elevados do que as do grupo 2. Assim sendo, os valores estatísticos encontrados

permitiram concluir que o melhor desempenho da associação do amálgama a materiais adesivos se deu com o SBMP, intermediariamente com Panavia 21 e o Vitremer apresentou o pior desempenho.

CARDOSO, E. C. P. et al.<sup>08</sup>, em 1998, realizaram um estudo para determinar a resistência adesiva de três sistemas adesivos, Single Bond, SBMP e Etch-Primer 3.0. Para os testes de micro-tensão os sistemas não apresentaram diferenças estatísticas ( SB- 34,6 MPa, SBMP- 32,74 MPa e EP- 27,77 MPa); para os testes de resistência ao cisalhamento o sistema SB apresentou os melhores valores ( 12,96 MPa), não diferente estatisticamente do sistema SBMP ( 9,65 MPa), mas com diferença significativa ao sistema EP 3.0 ( 6,43MPa).

Já a partir de 1999 muitos trabalhos comparam a resistência adesiva, infiltração dos adesivos na dentina, e variações das aplicações tanto dos adesivos “self-etching” como dos sistemas “all-etching”. MIYAZAKI, M. et al<sup>47</sup>, em 1999, realizaram um estudo para comparar os efeitos do tempo de aplicação do ar para secagem e evaporação do solvente dos sistemas “self-etching” nos testes de resistência mecânica sobre a superfície do esmalte. Utilizaram três sistemas adesivos, Fluoro Bond(FB), Linear Bond II(LB) e Mac Bond(MB), sendo o primeiro Shofu Inc., o segundo Kuraray Co., e o terceiro da empresa Tokuyama Co. Para o estudo foram utilizados incisivos bovinos com tempo de secagem após aplicação dos sistemas adesivos em tempos diferentes de 0, 2, 5, 10, 20 e 30 segundos a uma distância de 10 cm. da seringa de ar comprimido da

superfície do esmalte. Os adesivos e a resina foram aplicados através de uma matriz de teflon (4x2mm) e fotoativados com aparelho Optilux 401 (Demetron/Kerr) pelo tempo recomendado pelo fabricante. Utilizaram 10 amostras por grupo que foram armazenadas em água a 37°C por 24 horas, antes dos testes mecânicos que foram realizados em máquina de ensaio universal Instron a velocidade de 1 mm/min. Dos resultados obtidos concluem que os sistemas FB e LB devam ser secos após a aplicação pelo tempo mínimo de 10 seg., enquanto o sistema MB não apresentou variações estatísticas significante quanto ao tempo de secagem estabelecido no protocolo. O trabalho relata ainda que o tempo de secagem após a aplicação pode influenciar na força de união dos sistemas testados.

O efeito da área e da localização e, a orientação dos túbulos dentinários nos testes de resistência entre resina e a dentina foram motivo de estudo realizado por PHRUKKANON, S. et al <sup>65</sup>, em 1999. Utilizaram o teste conhecido como TBS (micro-tensile bond strengths) para avaliar a influência da estrutura dentinária. Dois sistemas adesivos diferentes foram utilizados, Single-Bond (3M, Dental Products) e MF-102 (GC Co. Tokyo, Japan, sistema “self-etching “ experimental. O estudo foi dividido em duas partes onde analisaram os valores dos testes de resistência e investigação da interface adesiva. Vinte dois pré-molares humanos foram utilizados para o estudo, sendo metade das amostras separadas no sentido mesio-distal e outra metade no sentido oclusal. Em uma metade os testes de resistência foram realizados seguindo a orientação perpendicular a superfície dos

túbulos e a outra metade paralela aos túbulos dentinários. Os materiais foram aplicados de acordo com as recomendações dos fabricantes. As interfaces das espécimes foram observadas em SEM, após os devidos tratamentos da superfície. O sistema adesivo MF- 102 exibiu boa adesão independente da área ou posição dos túbulos enquanto o sistema SB pode ser afetado pelas diferentes localizações dos túbulos dentinários exibindo poros na camada híbrida em diferentes áreas dentinárias.

Procurando avaliar as repetições de aplicações do sistema adesivo Clearfil Liner Bond II-(LB , Kuraray Co.,Japan) em dentina e sua interferência nos testes TBS, OGATA, M. et al.<sup>50</sup> ainda em 1999, realizaram um estudo utilizando dezoito molares recém extraídos, livres de cáries para mensurar a  $\mu$ TBS e examinar em SEM a interface de união com a dentina do sistema LB. Simulando defeitos em forma de cunha na região cervical prepararam os dentes que foram divididos em dois grupos para utilização do sistema LB e Imperva Fluoro Bond (FB, Shofu Co.) No grupo S seguiram as recomendações do fabricante para aplicação e no grupo M, os sistemas foram aplicados com repetições, mas pelo tempo recomendado pelos fabricantes. Após aplicação dos sistemas adesivos as cavidades eram restauradas com resina composta de baixa viscosidade Preto Linear F ( Kuraray Co, Japan) e armazenados em água a 37° C por 24 horas. As amostras foram então seccionadas paralelas ao eixo axial dos dentes. Os testes TBS mostram que o sistema LB após repetidas aplicações mostram

melhores resultados enquanto o sistema FB não apresenta diferenças estatísticas entre múltipla aplicação ou aplicação única.

HANNIG, M. et al.<sup>34</sup>, em 1999, avaliaram “in vitro” a resistência de união da resina composta ao esmalte usando diferentes sistemas adesivos “self-etching” com suas respectivas resinas restauradoras e no mesmo estudo a adaptação marginal de restaurações de classe II restaurados com os mesmos sistemas utilizados para os testes de resistência. Comparam ainda em um dos grupos testados o efeito da aplicação do ácido fosfórico como pré-tratamento para o esmalte. Para os testes de resistência utilizaram vinte quatro incisivos bovinos fixados em uma base acrílica e que receberam polimento com lixa d’água de granulação 800. Grupo 1, Clearfil Linear Bond+Clearfil AP-X; Grupo 2, Etch&Prime 3.0+Degufill Mineral; Grupo 3, Resulcin AquaPrime+MonoBond/Ecusit e finalmente grupo 4, Ecusit Mono+Ecusit porém com pré-tratamento do esmalte com ácido fosfórico a 37% por 45 seg. Os testes de resistência mostraram diferenças significantes entre todos os grupos testados exceto entre Grupo 1 e 2 (  $24,2 \pm 3$  MPa e  $21,9 \pm 1,4$  MPa) e Grupo 1 e 4 (  $24,2 \pm 3$  MPa e  $26,3 \pm 1,8$  MPa). Concluem que para os testes de resistência os sistemas “self-etching primers” podem ser uma boa alternativa para substituir o pré-condicionamento convencional com ácido fosfórico para o esmalte.

PERDIGÃO, J et al.<sup>59</sup>, em 1999, avaliaram o efeito repetido do uso de sistema adesivo “one-bottle” na força adesiva. O estudo “in vitro”

avalia os efeitos da repetida abertura de frascos de quatro sistemas adesivos simplificados que contenham em suas formulações água, etanol e acetona. Para o estudo utilizaram oitenta dentes bovinos recém extraídos divididos em oito grupos (n=10). Grupo 1- One-Step (OS-base acetona); Grupo 2- Optibond Solo (OP-base etanol); Grupo 3- Single Bond (SB-base água e etanol) e Grupo 4-Syntac Single (SY-base água). Cada um dos sistemas adesivos foram aplicados de acordo com as indicações do fabricante. Para os outros grupos utilizou-se os mesmos sistemas porém os recipientes foram abertos por 1min, 2 vezes ao dia, por 3 semanas e só após esta simulação foram utilizados semelhantemente aos grupos de 1 a 4 e todos cobertos com resina composta para os testes e resistência. Todos os grupos foram termociclados ( 500 ciclos-5 a 55° C) e submetidos aos testes de resistência em maquina de ensaio universal Instron (MTS). Os resultados mostram que os adesivos que contenham água e etanol apresentaram resistência similar tanto imediatamente utilizados como após a simulação. O adesivo que contém acetona apresentou uma reduzida força de adesão após três semanas de utilização. O sistema SB apresentou os maiores resultados para força adesiva após a simulação de abertura dos frascos. As maiores forças adesivas foram obtidas com os sistemas OS e SB para as duas situações. Concluem que os adesivos a base de água apresentam menor força adesiva, que a evaporação do solvente a base de acetona após a simulação diminui a força de adesão, que as concentrações dos solventes variam grandemente entre os sistemas adesivos e que mais estudos devam

ser realizados para avaliar o comportamento dos sistemas adesivos a base de acetona.

LUCENA, C et al.<sup>44</sup>, em 1999, estudaram “in vitro” a influência da pressão pulpar nos testes de resistência ao cisalhamento, utilizando 5 sistemas adesivos monocomponentes: (1) Syntac Single; (2) Prime&Bond 2.0; (3) One-Step; (4) Single Bond e (5) Optibond Solo. Para todos os sistemas utilizaram a resina composta Herculite XRV para confecção do corpo de prova. Todos os grupos foram testados 1 semana e 4 semanas após a confecção com pressão pulpar constante de 20 cm água durante a aplicação dos sistemas seguindo recomendações dos fabricantes. Os melhores resultados foram obtidos com os sistemas OptiBond Solo e Single Bond. Todos os sistemas após 4 semanas de armazenagem exibiram menores valores de resistência adesiva expressos em MPa. Concluem que os sistemas que possuem etanol ou etanol/água como solventes apresentam melhor performance que os sistemas a base de acetona.

PEREIRA, P. N. R. et al.<sup>63</sup>, em 1999, avaliaram também os efeitos da pressão pulpar e umidade intrínseca nos testes de resistência a micro-tração. Para tal utilizaram os sistemas adesivos Clearfill Linear Bond II e One Step, e resina composta APX. Trinta molares humanos foram utilizados e divididos em três grupos, Grupo 1- não pressão pulpar; Grupo 2- pressão pulpar de 15 cm água e Grupo 3- dentina seca. Após 24h de estocagem em água a 37°C, as espécimes foram seccionadas em fatias de 0,7 mm e divididos em três subgrupos de acordo com a espessura de

dentina : coto pulpar, centro e periférica. As fatias foram submetidas aos testes de micro-tração a velocidade de 1mm/min. Os resultados não mostraram diferenças significantes entre os grupos 1 e 2 restaurados com Clearfill Linear Bond II , entretanto para o sistema One Step diferenças significantes decrescentes na área de coto pulpar. Todos os testes do grupo 3 apresentaram menores valores de resistência mas não diferenças significantes entre as áreas testadas. Concluem que os sistemas adesivos comportam-se de maneira diferente de acordo com o substrato, região e umidade interna e que os sistemas que utilizam condicionamento ácido exibem menores valores de resistência na região de coto pulpar.

Procurando avaliar o efeito da aplicação de solução de HEMA a 35% após o condicionamento com ácido fosfórico nos testes de cisalhamento, PERDIGÃO, J. et al.<sup>62</sup> ,em 1999, realizaram um trabalho com três diferentes sistemas adesivos monocomponentes: One Step Solo(etanol), Prime&Bond 2.1(acetona) e Single Bond(etanol e água). Utilizaram dentes bovinos, com desgaste da superfície vestibular, e análise para três condições diferentes de superfície dentinária: grupo controle; dentina seca por 5seg. após condicionamento ácido e dentina seca por 5 seg. e re-hidratada com solução de HEMA a 35% (Aqua-Prep, Bisco Inc.). Discos de dentina foram confeccionados em condições similares e processados para análise em SEM. Os resultados mostraram que para a secagem da superfície de dentina por 5 seg. após o condicionamento ácido houve um decréscimo significante para os testes de resistência e

incompleto infiltrado na estrutura de colágeno. Quando da aplicação da solução de HEMA a 35%, após a secagem da dentina, houve uma re-estabilização dos valores do teste mecânico e ainda um infiltrado resinoso mais uniforme. As consequências desta re-hidratação devem ser motivos de estudo a longo prazo para comprovar a longevidade da adesão.

PEUTZFELDT, A & ASMUSSEN, E.<sup>64</sup>, em 1999, avaliaram a influência do eugenol presente nos cimentos temporários e sua interferência nos testes de cisalhamento e formação de “gaps” para os sistemas adesivos dentinários. As superfícies dos corpos de prova foram colocadas em contato com os cimentos ZOE(IRM) e não ZOE(Cavit) por 7 dias antes da aplicação dos sistemas adesivos Gluma CPS e Scotchbond Multi-Purpose Plus e a resina composta Z100. Os resultados mostraram valores médios de 22-25 MPa para o SBMP e 20-23 MPa para o Gluma CPS em esmalte; para a dentina os valores médios foram 20-22 MPa para o SBMP e 13-14 MPa para o Gluma CPS. Concluem que para os testes de resistência o sistema SBMP para a adesão a dentina apresentou os melhores resultados, sendo não diferente estatisticamente para o esmalte, e ainda que quando utilizados os cimentos a base de eugenol-ZOE o mesmo não interfere na eficácia de união dos sistemas testados.

ROSA, B. T. & PERDIGÃO, J<sup>77</sup>., em 2000, avaliaram a resistência de três sistemas adesivos diferentes, Prompt L-Pop, Prime-Bond NT e Prime-Bond 2.1, restaurados com compômeros e/ou resina composta, em dentina e esmalte. Para isto utilizaram como variação os seguintes

tratamentos: Prompt L-pop em esmalte e dentina de acordo com recomendações ; Prime-Bond NT sem condicionamento nenhum tanto em esmalte como dentina; Prime-Bond NT com NRC (non-rinse conditioner) em esmalte e dentina; Prime-Bond NT com condicionamento com ácido fosfórico em esmalte e dentina; Prime-Bond 2.1 sem nenhum condicionamento tanto em esmalte como dentina e finalmente Prime-Bond 2.1 com condicionamento ácido em esmalte e dentina. Os resultados mostraram uma variação de resistência de 6,4 a 24,2 Mpa entre resina composta e esmalte; 8,5 a 24,7 Mpa entre compômero e esmalte; 5,6 a 18,2 MPa entre resina composta e dentina e finalmente 5,7 a 13,4 MPa entre compômero e dentina. Os maiores valores de resistência foram obtidos nos grupos que se executou o condicionamento ácido do esmalte independente do tipo de material restaurador utilizado (entre 23 e 24,7 MPa). Concluem que o pré-tratamento com ácido fosfórico na superfície do esmalte é ideal, que os valores de resistência para o esmalte são maiores que para a dentina nos sistemas testados e que, para a dentina, os melhores resultados foram obtidos com o sistema Prime-Bond NT sem condicionamento ácido e restaurado com resina composta(18,2 MPa).

SCHNEIDER, B. T. et al.<sup>79</sup> em 2000, compararam a resistência de compômeros (Dyract e Compoglass) com o pré-tratamento recomendado pelos fabricantes na superfície dentinária e duas resinas compostas (Silux plus-micropartículas e Z100-híbrida) com pré-tratamento dentinário com sistema adesivo Scotchbond Multi-Purpose Plus. Ainda

avaliaram em SEM os tipos de falhas ocorridas. Os resultados foram 12,7 MPa para o sistema Dyract; 8,9 MPa para o sistema Compoglass; 15,7 MPa para a resina Silux plus e 15,2 para a resina Z100. Relatam ainda que para o sistema Compoglass as falhas que ocorreram foram 5 de 11 de natureza adesiva e para os outros materiais testados apenas 1 de 11 foram de natureza adesiva. Concluem que os compômeros não apresentam boa resistência aos testes mecânicos em dentina quando comparados as resinas compostas e que a diferença de composição das resinas compostas, produzem pequenas diferenças nos valores para os testes mecânicos.

Para avaliar a resistência a microtração, TANUMIHARJA, M et al.<sup>86</sup> em 2000, realizaram um estudo com sete diferentes sistemas adesivos restaurados com uma resina composta. Grupo 1- Solid Bond; Grupo 2- EBS Multi; Grupo 3- One Coat Bond; Grupo 4- Gluma One Bond; Grupo 5- Prime Bond NT/NRC; Grupo 6- Perma Quick e Grupo 7- Clearfil Liner Bond 2V. Para a cobertura utilizaram a resina composta de micropartícula Silux Plus. Os resultados para os testes de micro tração em MPa foram : Grupo 1-  $17,8 \pm 7,0$ ; Grupo 2-  $18,7 \pm 5,0$ ; Grupo 3-  $21,9 \pm 5,6$ ; Grupo 4-  $23,4 \pm 5,2$ ; Grupo 5-  $29,9 \pm 6,1$ ; Grupo 6-  $30,8 \pm 8,5$  e Grupo 7-  $36,0 \pm 8,1$ . Dos resultados e da análise estatísticas concluem que entre os grupos de 1 a 4 não houve diferenças entre si, e quando comparado aos grupos de 5 a 7 apresentaram diferenças significantes. Concluem que o sistema “auto-condicionante” Clearfil Linear Bond 2 V e o sistema Perma Quick exibiram os maiores e melhores resultados para o teste proposto.

SHINCHI, M. J. et al.<sup>81</sup>, em 2000, estudaram as diferentes concentrações de ácidos fosfóricos (3, 5, 10, 20, 35 e 65%) aplicados sobre o esmalte dental pelo tempo de 20 seg. e suas possíveis diferenças para os testes de tração e ainda, formação de resin-tags no esmalte condicionado, avaliando em microscopia eletrônica e microscopia de luz polarizada. Para os testes de tração os resultados não apresentaram diferenças estatísticas significantes ( $\pm 10$  MPa), mas para a análise de resin-tags, nas diferentes concentrações de ácido fosfórico utilizado, os testes apresentaram diferenças significantes: 22  $\mu\text{m}$  para concentração de 35%; 12  $\mu\text{m}$  para concentração de 20%; 9  $\mu\text{m}$  para concentração de 5%; 10  $\mu\text{m}$  para concentração de 65% e 5  $\mu\text{m}$  para concentração de 3%. Concluem que o comprimento dos tags influem pouco nos testes mecânicos e que ácidos de menor concentração podem ser utilizados minimizando os efeitos adversos do condicionamento.

HASHIMOTO, M. et al.<sup>35</sup>, em 2000, avaliaram a espessura da camada híbrida com relação aos testes de microtração. Para tal utilizaram pré-molares humanos que foram desgastados e polidos com lixa d'água 600, na face vestibular até expor áreas de dentina. Para o tratamento dentinário utilizaram ácido fosfórico 35% e o sistema adesivo Scotchbond Multi-Purpose(3M), variando o tempo de condicionamento ácido de 15 seg.(recomendações do fabricante), 60, 120 e 180 seg.(experimental tempo de condicionamento). Para confecção do corpo de resina sobre a dentina utilizaram a resina composta híbrida Z100(3M). As espécimes foram

seccionadas perpendicular a interface adesiva e avaliadas em microscopia eletrônica. Para os testes de micro-tração utilizaram máquina de ensaio universal a uma velocidade de 1,0 mm/mim. Diferenças significantes foram observadas entre os diferentes tempos de condicionamento e que o tempo prolongado de condicionamento ácido na dentina resulta em baixos valores de resistência pela grande desmineralização.

BRAGA, R. R. et al.<sup>05</sup>, em 2000, avaliaram a resistência a tração de cinco diferentes sistemas adesivos dentinários, Prime&Bond NT, Prime&Bond NT dual cure, Prime&Bond 2.1, Optibond Solo e Single Bond, todos utilizados de acordo as recomendações do fabricante e utilizados com um único tipo de resina composta para compor a base (TPH, cor A3). Os resultados mostraram diferenças estatísticas significantes entre os sistemas Single Bond e Prime&Bond NT dual cure e entre Single Bond e Prime&Bond 2.1. Para os outros grupos testados não houve diferenças estatísticas significantes. O sistemas adesivos Single Bond e Prime&Bond NT mostraram predominantemente áreas de falhas coesivas em dentina, enquanto os sistemas Prime&Bond NT dual cure, Prime&Bond 2.1 e Optibond Solo falhas predominantemente adesivas.

Para avaliar os testes de resistência executado por diferentes operadores, MIYAZAKI, M. T. et al.<sup>47</sup> em 2000, realizaram um estudo com dois diferentes sistemas adesivos, Fluoro Bond/Lite-Fil II A (FB) autocondicionante e Single Bond/Z100 monocomponente. Três grupos foram utilizados com 15 diferentes operadores. Grupo 1- cirurgiões

dentistas do Departamento de Operatória Dental da Universidade de Nihon, Tokio, Japão; Grupo 2- cirurgiões dentistas participantes do curso de educação contínua da mesma Universidade e Grupo 3- com estudantes universitários da Universidade de Nihon, Tokio, Japão. Cada um executou cinco repetições com dentes bovinos que tiveram sua superfície vestibular desgastada e polidas com lixa d'água de granulação 600. As superfícies foram então tratadas seguindo as orientações do fabricante com os sistemas adesivos pré-determinados para o estudo. A resina composta foi condensada pelo orifício de uma matriz de Teflon de 4 mm de diâmetro e também foto-polimerizadas pelo tempo recomendado pelo fabricante. As espécimes foram armazenadas em água destilada por 1 hora, a temperatura de 37°C antes da realização dos testes de em máquina de ensaio universal Instron a velocidade de 1,0 mm/min. Os resultados mostraram diferenças significantes para os dois sistemas testados pelos diferentes grupos de operadores. As médias obtidas para cada grupo de operadores foram: Grupo 1- 4,9 à 22,4 MPa para SB e 7,8 à 21,7 MPa para FB; Grupo 2- 0,5 à 10,5 MPa para SB e 1,1 à 18,0 MPa para FB; e finalmente Grupo 3- 3,5 à 10,9 MPa para SB e 5,0 à 15,2 MPa para FB. Destacam que para os estudos “in vitro” com diferentes operadores é muito difícil criar ótimas condições de superfície para adesão. O estudo sugere ainda que as diferenças de técnicas e sua sensibilidade no uso dos sistemas adesivos, é um dos maiores problemas clínicos para se conseguir uma padronização das técnicas adesivas.

SCHILTZ, Y et al.<sup>78</sup>, em 2000, avaliaram a resistência aos testes mecânicos de quatro sistemas adesivos monocomponentes, One-Step(OS), Prime&Bond NT(PB), Single-Bond(SB) e Optibond Solo(OBS), em função de compósito quimicamente ativado, compósito de dupla polimerização e compósito fotopolimerizado. As espécimes foram obtidas seguindo os protocolos para os testes de resistência ao cisalhamento e armazenadas em água por 2 horas antes da utilização em máquina de ensaio universal. Os resultados mostraram para a resina fotopolimerizada com o sistema adesivo OS- 23,6 Mpa, para o sistema adesivo PB- 18,5 MPa, para o sistema adesivo SB- 23,8 MPa e para o sistema adesivo OBS- 21,5 MPa. Com a resina quimicamente ativada 25,67 MPa(OS), 1,96MPa(PB), 13,24MPa(SB) e 4,28MPa(OBS). Concluem que quando se utiliza uma resina de ativação química o sistema OS apresenta melhores resultados.

Em outro trabalho realizado por WANG, Y e SUH, B. I.<sup>93</sup> em 2000, os autores avaliaram a influência do tempo de condicionamento ácido sobre a dentina e a espessura da camada híbrida para os testes de resistência mecânica. Utilizaram o sistema One-Step associado ao pré-tratamento com ácido fosfórico por tempos diferentes em dentina(3, 15, 30, 60 e 120 seg.). As espécimes foram avaliadas em microscopia eletrônica para análise da espessura da camada híbrida e sua influência nos testes de resistência. Os resultados mostraram que para o tempo de 3 segundos de condicionamento ácido os valores foram de  $25,2 \pm 2,2$  MPa; para 15

segundos  $26,6\pm 1,3$  MPa; para 30 segundos  $26,6\pm 1,6$  MPa; para 60 segundos  $26,8\pm 1,4$  MPa e finalmente para 120 segundos  $24,1\pm 1,1$  MPa, não apresentando diferenças estatísticas. Quanto a espessura da camada híbrida para os mesmos tempos de condicionamento obtiveram  $1,9\pm 0,1$   $\mu\text{m}$ ;  $2,8\pm 0,2$   $\mu\text{m}$ ;  $4,0\pm 0,5$   $\mu\text{m}$ ;  $4,8\pm 0,5$   $\mu\text{m}$  e  $6,5\pm 0,9$   $\mu\text{m}$ . Concluem que o tempo de condicionamento ácido de 3 segundos para a dentina não apresenta diferenças estatísticas para os testes de resistência, relatam ainda que a espessura da camada híbrida não afeta significativamente os valores de resistência.

JANG, K. T e GARCIA-GODOY, F.<sup>37</sup>, em 2000, compararam a resistência ao cisalhamento de três diferentes sistemas adesivos monocomponentes, Prime&Bond NT(PB), Single-Bond(SB) e One-Clot(OC). Todos os sistemas foram utilizados seguindo recomendações dos fabricantes e após utilizaram a resina composta Z-250 para confecção do cilindro de resina, que foi inserida através de um cilindro de nylon e fotoativada por 40 seg. Os corpos de prova foram termociclados em 500 ciclos a temperatura de 6 a 60°C. Os resultados mostraram para o sistema PB-  $8,4\pm 4,5$  MPa; SB-  $15,7\pm 4,9$  MPa e OC-  $12,3\pm 6,5$  MPa. Concluem que os sistemas adesivos SB e OC comportaram-se de maneira similar não apresentando diferenças estatísticas entre si e que o sistema PB apresentou diferenças significantes quando comparado aos outros dois grupos, com valores mais baixo para os testes de resistência.

Para avaliar o efeito de diferentes substâncias na re-hidratação do substrato dentinário após o condicionamento ácido nos testes de resistência ao cisalhamento, RITTER, A. V. et al.<sup>75</sup>, em 2000, realizaram um estudo utilizando dois sistemas adesivos com diferentes bases, Single-Bond(SB) e Prime-Bond NT(PB), sendo o primeiro com solvente a base de etanol e água, e o segundo a base de acetona. Para o estudo utilizaram 120 dentes bovinos, divididos em 12 grupos(n=10). A dentina recebeu o condicionamento ácido(35%) durante 15 segundos para todos os grupos, e para avaliar as diferenças da qualidade do substrato para cada grupo, utilizaram diferentes técnicas depois da remoção do ácido fosfórico com spray ar-água. Assim sendo para os grupos de 1 a 6 utilizaram o sistema adesivo SB depois dos seguintes cuidados com a dentina: ar comprimido(grupo 1), papel absorvente(grupo 2), ar comprimido e re-hidratação com água destilada(grupo 3), papel absorvente e re-hidratação com Gluma Desensitizer(grupo 4), papel absorvente e re-hidratação com Aqua-Prep(grupo 5) e finalmente papel absorvente e re-hidratação com gluraldeído 5%(grupo 6). Para o sistema PB repetiram os mesmos cuidados após a aplicação do ácido fosfórico, obtendo na mesma sequência os grupos de 7 a 12. Para a confecção do corpo de resina utilizaram a resina Z 100(3M) fotocurada com aparelho XL 3000 curing unit(3M). Os resultados mostraram o sistema PB, apresentando diferenças estatísticas entre os sistemas adesivos testados. Quanto a qualidade da dentina os testes mostraram melhores resultados com re-hidratação pela ordem decrescente

com sistema Gluma Desensitizer, Aqua-Prep e úmida. Concluem que o sistema Gluma Desensitizer e Aqua-Prep podem auxiliar na re-hidratação da dentina e beneficiar quando da utilização de ar depois do condicionamento ácido e rinse.

ROSA, B. T. et al.<sup>76</sup>, em 2000, realizaram um estudo comparando a resistência adesiva de sistemas adesivos monocomponentes, sobre a superfície de esmalte em função da contaminação da mesma com óleo proveniente da peça de mão utilizada para os preparos cavitários. Para cada grupo utilizaram 10 espécimes de dentes bovinos simulando a contaminação com óleo antes e após o condicionamento ácido. O esmalte foi condicionado para todos os grupos com ácido fosfórico a 35% durante 15 segundos. Os sistemas adesivos foram utilizados seguindo a orientação dos fabricantes e a resina composta inserida através da técnica de cápsula gelatinosa. Da análise dos resultados o fator “superfície contaminada” não exibiu diferenças entre os grupos. Quando o óleo foi aplicado antes do condicionamento ácido obteve-se média de  $18,0 \pm 4,8$  MPa para o sistema Opti Bond Solo e  $25,3 \pm 5,6$  MPa para o sistema Tenure Quick Fluoride. Quando o óleo foi aplicado depois do condicionamento os resultados mostraram valores de  $18,4 \pm 8,0$  MPa para o sistema Tenure Quick Fluoride e  $27,4 \pm 5,4$  MPa para o sistema Single Bond. Para o mesmo sistema adesivo comparando a não contaminação, com a contaminação com óleo antes do condicionamento o sistema Opti Bond solo apresentou os seguintes valores:  $21,8 \pm 4,0$  MPa e  $18,0 \pm 4,8$  MPa respectivamente (diferença

estatística significativa). Comparando a não contaminação, com a contaminação com óleo depois do condicionamento o sistema adesivo Tenure apresentou os seguintes valores:  $24,5 \pm 5,7$  MPa e  $18,4 \pm 8,0$  MPa respectivamente (diferença estatística significativa). Concluem que a contaminação com óleo lubrificante não prejudica a eficiência dos sistemas adesivos testados no estudo quando da utilização de uma resina composta para o esmalte.

FRANKENBERGER, R. et al.<sup>24</sup>, em 2000, estudaram o efeito de diferentes sistemas adesivos simulando aplicações fora das recomendações dos fabricantes. O estudo avaliou a resistência a microtração e a adaptação marginal de três diferentes sistemas adesivos: Syntac Classic (SY) “self-etching”, Scotchbond Multi-Purpose (SB) “quarta-geração” e Prime-Bond 2.1 (PB) “quinta-geração” monocomponente. Para as simulações utilizaram as seguintes variáveis: 1) prolongado tempo de condicionamento (60 seg); 2) excessivo tempo de secagem após o condicionamento (60 seg.); 3) secagem do primer imediatamente após a aplicação (60 seg.); e 4) excessiva secagem do primer. Utilizaram um grupo como controle seguindo as recomendações de manipulações dos fabricantes. Depois de 21 dias estocados em água destilada a 37°C, as espécimes foram submetidas a termociclagem (1150 ciclos, 5° a 55°C) antes dos testes de resistência e análise microscópica eletrônica (X200 magnitude). Os resultados mostraram que as diferentes aplicações simulando erros resultaram em baixos valores de resistência e maior desadaptação marginal para todos os

grupos testados. Concluem ainda que a excessiva secagem após o condicionamento, exibe efeitos menores para o sistema “self-etching” testado, do que para os produtos que requerem condicionamento total.

Avaliando à resistência aos testes de microtração de oito sistemas adesivos diferentes, BOUILLAGET et al<sup>04</sup>, em 2001, realizaram um estudo “in vitro”. Utilizaram para tal dois sistemas adesivos convencionais ( Scotchbond Multi-purpose Plus e OptiBond FL), quatro adesivos monocomponentes (Scotchbond 1, Asba S.A.C., Prime-Bond NT e Excite) e dois sistemas adesivos “self-etching” ( Clearfill Liner Bond 2V e Prompt L-Pop). Todos os sistemas foram utilizados de acordo com as recomendações dos fabricantes e para o recobrimento utilizou-se resina composta híbrida Z100. Imediatamente após a adesão os dentes eram preparados para os testes de microtração usando Vitrodyne V-1000 universal teste. A análise das fraturas foram executadas em SEM. Da análise dos resultados o sistema SBMP apresentou maiores valores de resistência ( $30,3 \pm 9,4$  MPa), quando comparado a todos os outros sistemas adesivos. Os demais sistemas testados apresentaram os seguintes valores: Optibond FL ( $22,4 \pm 4,3$  MPa); Scotchbond 1 ( $18,9 \pm 3,2$  MPa); Clearfil Liner Bond 2V ( $18,9 \pm 3,0$  MPa); Prime-Bond NT ( $18,3 \pm 6,9$  MPa); Asba S.A.C. ( $14,4 \pm 2,9$  MPa); Excite ( $13,8 \pm 3,7$  MPa); e Prompt L-Pop ( $9,1 \pm 3,3$  MPa). Dos resultados concluem que o sistema Optibond apresentou diferenças significantes quando comparado aos sistemas Asba, Excite e Promp L-Pop; e que os sistema Scochtbond 1 apresentou diferenças

significantes quando comparado ao sistema Promp L-Pop. Asba, Excite e Promp L-Pop não exibiram diferenças significantes entre si. Concluem que os sistemas adesivos convencionais produzem maiores valores de resistência do que os sistemas monocomponentes e que os sistemas “self-etching”.

Procurando avaliar o efeito “smear layer” nos testes de resistência, KOIBUCHI et al.<sup>42</sup>, em 2001, realizaram um trabalho utilizando sistema “self-etching” e teste de microtração. A dentina de dentes extraídos humanos foi utilizada e preparada a superfície com lixas d’água de granulação 180 e 600. O sistema “self-etching”, Clearfil Liner Bond II foi aplicado seguindo as recomendações do fabricante para os dois grupos e recobertos com resina composta Clearfill Photo-Posterior. Os testes foram realizados em máquina universal com velocidade de 1,0 mm/min.(Autograph DCS-500, Shimadzu, Japão). As superfícies das espécimes fraturadas foram avaliadas em SEM. Concluem que a presença e qualidade da smear layer, produz diferenças significantes nos testes de resistência quando testado em dentina humana para pesquisas “in vitro”. Contudo mesmo os baixos valores para TBS ( $10 \pm 7$  MPa) apresentam evidencias adequadas para utilização dos sistemas “self-etching” em procedimentos clínicos.

GALLO, JR. et al.<sup>25</sup>, em 2001, avaliaram quatro sistemas monocomponentes e um sistema convencional nos testes de resistência ao cisalhamento. Os sistemas testados foram : One Coat Bond (5% filler);

Optibond Solo (25% filler); PermaQuick 1 (40% filler); Prime&Bond NT (<8% filler) e um sistema convencional que foi o grupo controle Scotchbond Multipurpose Plus (0% filler). Para a base de resina utilizaram Herculite XRV, sendo todos os sistemas manipulados e utilizados seguindo recomendações dos fabricantes sobre a dentina de dentes humanos seguindo o protocolo estabelecido para os testes de resistência. As espécimes foram termocicladas em 1000 ciclos 6 a 60°C. Os resultados mostraram melhores medias para o sistema One Coat Bond que possui apenas 5% de filler, e concluem que a adição de filler nos sistemas adesivos não altera os valores de resistência mecânica dos sistemas testados.

QUAGLIATTO, P. S. et al.<sup>69</sup>, em 2001, testaram a resistência ao cisalhamento de cinco diferentes sistemas adesivos monocomponentes. Utilizaram 60 pré-molares humanos livres de cárie, que tiveram sua face vestibular preparada e polidas com lixa d'água 240, 320, 400 e 600, conseguindo assim expor superficialmente a área central de dentina da face vestibular. Para o estudo utilizou-se 12 espécimes por grupo com os materiais adesivos sendo aplicados de acordo com as recomendações do fabricante: G1- Single-Bond; G2- PQ1; G3- Prime Bond NT; G4- Gluma Comfort Bond e G5- Gluma Comfort + Desensitizer, para confecção da base de todos os grupos utilizou-se resina composta P-60 (3M). Após a confecção dos corpos de prova os mesmos foram mantidos em água destilada a 37°C durante 48 horas e termociclados ( 500x, 5-55°C ). As

espécimes para o teste de cisalhamento foram acopladas em máquina de ensaio universal Instron/MTS, com velocidade de 1,0 mm/min. Os resultados em MPa foram: G1- $24,9 \pm 5,1$ ; G2-  $24,6 \pm 4,3$ ; G3-  $19,8 \pm 4,7$ ; G4-  $18,0 \pm 2,5$ ; G5-  $23,0 \pm 3,6$ . Os resultados mostraram diferenças estatísticas significantes entre os grupos. Quando da comparação para o teste SNK entre os grupos mostraram diferenças significantes entre 1 vs 4, 1 vs 3, 2 vs 3, 2 vs 4 e 5 vs 4 (  $P < 0,05$ ). Concluem que o sistema adesivo que apresenta substâncias dessensibilizadora (G5), comporta-se de maneira semelhante aos sistemas ( G1, G2 e G3), e que os melhores resultados foram com G1, mas não diferente estatisticamente a G 2 e G 5.

PERDIGÃO et al.<sup>57</sup>, em 2001, avaliaram “in vitro” o efeito da descalcificação dentinária com EDTA, para os testes de microtração ( $\mu$ TBS). Utilizaram 3 sistemas adesivos, um “self-etching”, Clearfill SE Bond (SE); e dois monocomponentes, Prime-Bond NT (NT - base acetona) e Single Bond (SB- base etanol e água). Para o tratamento da dentina utilizaram EDTA em 3 períodos, 1 hora, 24 horas e 100 horas, mantendo um grupo controle sem aplicação. Todas as espécimes foram restauradas com resina composta Z-250 (3M) e seccionadas em  $0,9 \pm 0,2 \text{ mm}^2$ . Os resultados mostraram que o grupo controle ( não descalcificado), exibiu altos valores de resistência para os materiais SE e SB, não diferentes estatisticamente e baixo valor para o sistema NT, diferente estatisticamente aos outros dois grupos. Para a descalcificação por 1 hora o sistema SE exibiu maiores valores diferentes estatisticamente aos outros dois materiais

testados. Para a descalcificação após 24 horas somente o sistema SE permitiu mensurar o teste de microtração pois tanto o sistema NT quanto o sistema SB espontaneamente se desprendiam antes da realização. A descalcificação por 100 horas com EDTA para todas as espécimes testadas, se desprendiam antes do teste. Concluem que todos os 3 sistemas testados se comportaram melhor nos grupos controles do que quando a dentina foi descalcificada, que o sistema “self-etching” comportou-se melhor que os outros sistemas monocomponentes testados quando da descalcificação em determinado tempo, e ainda que a remoção do cálcio interfere mais na adesividade para os sistemas “all etching”.

# Proposição

A partir da revisão da literatura e das variáveis encontradas decidimos:

(1) Verificar “*in vitro*” a resistência de união ao cisalhamento de uma resina composta à dentina, em função de seis sistemas adesivos dentinários.

(2) Avaliar em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), a presença de camada híbrida, formação de “tags” de resina no interior dos túbulos dentinários, e suas possíveis relações com a resistência de união.

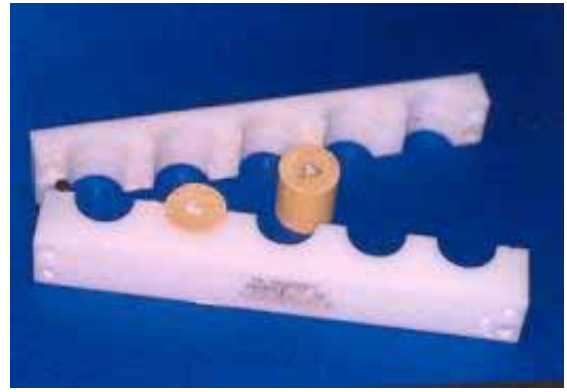
# Material e Método

Foram empregados neste estudo 90 terceiros molares humanos hígidos e erupcionados, que após extraídos, limpos e autoclavados, foram armazenados em água destilada a temperatura ambiente, até o momento de suas utilizações.

Inicialmente, 72 molares selecionados para os testes de resistência, tiveram sua superfície oclusal desgastada mecânicamente em equipamento Polimet-Polisher (Lake Bluff, Illinois, USA) com lixas d'água com abrasividade 240 Buehler (Lake Bluff, Illinois, USA) sob adequada refrigeração a água, até completa remoção de todo o esmalte oclusal e/ou exposição de ilhas de esmalte sobre a dentina (**FOTO 1**). Após ao desgaste oclusal os dentes foram montados em uma matriz especial bi-partida e fixados com fita adesiva 3M em uma das extremidades. A confecção dos cilindros de gesso mantiveram a superfície oclusal desgastada paralela a base do cilindro. Utilizamos gesso especial Tipo IV Milestone<sup>TM</sup> (Miler Inc. Dental Products, In46614, USA), manipulado seguindo as recomendações do fabricante. Posteriormente a presa final do gesso os corpos de prova foram removidos da matriz bi-partida e mantidos em água destilada a temperatura ambiente (**FOTO 2**).



*FOTO 1- Desgaste Oclusal*



*FOTO 2- Matriz Bi-partida*

Em seguida, realizamos o polimento manual da superfície dentinária dos corpos de prova, montados na base de gesso, com lixas de granulação decrescente 240, 320, 400 e 600 Buehler (Lake Bluff, Illinois, USA) em equipamento Handimet-Buehler (Lake Bluff, Illinois, USA), obtendo assim uma superfície padronizada e ainda propiciando a realização do teste nas camadas mais superficiais do tecido dentinário<sup>71</sup>. Salientamos que após este procedimento, a superfície dentinária era avaliada e se a câmara pulpar era visualizada através de uma fina camada de dentina, ou mesmo exposta, o corpo de prova era descartado.

Obtidos 72 corpos de prova, os mesmos foram sub-divididos aleatoriamente em 6 grupos com 12 amostras. As superfícies dentinárias foram lavadas com spray ar/água, secas por 15 segundos com ar comprimido livre de impurezas para receber os tratamentos dentinários com os sistemas adesivos. Para este estudo foram utilizados seis sistemas adesivos dentinários, sendo dois do tipo “*auto-condicionantes*”, *Clearfil*

*SE Bond* (Kuraray Co., Ltd) e experimental *ABF* (Kuraray Co.,Ltd), chamados respectivamente de G<sub>1</sub> e G<sub>2</sub>; e quatro do tipo “*condicionamento-total*”, *Prime & Bond NT* (Dentsply,Caulk), *Single Bond* ( 3M Dental Prod.), *TenureQuickFluoride* (Den Mat Co.) e *Gluma Comfort Bond Dessensitizer* ( Heraeus Kulzer Dent Prod.), chamados respectivamente de G<sub>3</sub>, G<sub>4</sub>, G<sub>5</sub> e G<sub>6</sub>. Para confecção dos bastões de resina sobre a dentina para o teste de cisalhamento, utilizamos a resina composta **P60** (3M Dental Prod.). Os sistemas adesivos utilizados estão listados no *QUADRO 1*.

***QUADRO 1 Sistemas Adesivos, Composição,Lote e Fabricantes***

Sistemas Adesivos	Composição	Lote e Fabricantes
<b>G<sub>1</sub>-Clearfil SE Bond</b>	Silica Colloidal, Bis-GMA, HEMA,P-Toluidine, Camphorquinone, MDB, Phenil-P,water	Kuraray Co. 61129
<b>G<sub>2</sub>-ABF</b>	HEMA, P-Toluidine,MDB Phenil-P	Kuraray Co. 991130/ 0004111
<b>G<sub>3</sub>-Prime &amp; Bond NT</b>	Ác. Fosfórico Gel 34% UDMA,PENTA, R5-62, T-Resin , D-resin, 4-ethyl dimethyl aminobenzoate, cetylamine,silica nanofiller, camphoroquinone, acetone	Dentsply Caulk 991027
<b>G<sub>4</sub>-Single Bond</b>	Ác. Fosfórico Gel 35% Bis-GMA, HEMA, dimetacrilatos, polyalkenoic acid co-polymer, water, ethanol, water	3M Dental Products 99991228
<b>G<sub>5</sub>-TenureQuick Fluoride</b>	Ác. Fosfórico Gel 37% Dimethacrylate resins, Hema, PMDM, fluoride, acetone	Dent-Mat Co. 031145700
<b>G<sub>6</sub>-Gluma Dessensitizer</b>	Ác. Fosfórico Gel 20% Dimethacrylate resins, 4-META,Glutaraldehyde, etanol	Heraeus-KulserDent. Pro 010026

Os procedimentos de adesão sobre a superfície dentinária dos corpos de prova foram realizados seguindo instruções dos fabricantes para todos os grupos listados:

**Grupo 1:** *Clearfil SE Bond* é um sistema adesivo do tipo “*auto-condicionante*”, possuindo dois frascos distintos com dispensador. Após a superfície dentinária ser lavada e seca com leve jato de ar comprimido livre de impurezas, dispensamos uma gota do *primer* e do adesivo em um casulo próprio que acompanha o produto, e utilizando um pincel aplicamos primeiro o “*primer*” sobre a superfície de dentina deixando por 30 segundos, em seguida um leve jato de ar é utilizado para evaporação do solvente. Novamente com auxílio de outro pincel aplicamos o adesivo sobre a superfície dentinária e fotopolimerizamos por 10 segundos com aparelho VIP<sup>TM</sup> (Bisco Co.), aparelho este com potência de polimerização controlada por radiômetro embutido no próprio aparelho de 600 mW/cm<sup>2</sup>. Salientamos que o mesmo aparelho fotopolimerizador foi utilizado para todos os grupos propostos em nosso estudo.

**Grupo 2:** *ABF Bond* é um sistema adesivo experimental também do tipo “*auto-condicionante*” com sua aplicação realizada de maneira similar ao sistema do grupo 1, seguindo exatamente os mesmos procedimentos descritos.

**Grupo 3:** *Prime&Bond NT* é um sistema adesivo monocomponente, do tipo “*condicionamento-total*” a base de acetona. A superfície de dentina foi condicionada com ácido fosfórico a 34% por 15 segundos, lavada com

spray ar/água por 10 segundos, e seca gentilmente com ar comprimido. Dispensamos duas gotas do sistema adesivo em um casulo e com auxílio de um pincel aplicamos sobre a superfície dentinária duas consecutivas camadas, deixando por 20 segundos. Em seguida aplicamos um leve jato de ar por 5 segundos e executamos a fotopolimerização pelo tempo de 10 segundos.

**Grupo 4:** *Single Bond* é também um sistema adesivo monocomponente, do tipo “condicionamento-total”, a base de etanol e água. Primeiramente condicionamos a superfície de dentina com ácido fosfórico a 37% por 15 segundos, lavamos com spray ar/água e secamos gentilmente com ar comprimido. Dispensamos duas gotas do frasco em casulo apropriado e com auxílio de um pincel aplicamos duas consecutivas camadas sobre a dentina, secamos gentilmente com ar comprimido livre de impurezas por 5 segundos, e em seguida fotopolimerizamos por 10 segundos.

**Grupo 5:** *Tenure Quick Fluoride* é um sistema adesivo monocomponente “condicionamento-total”, a base de acetona possuindo ainda flúor em sua composição. Primeiramente condicionamos a superfície de dentina com ácido fosfórico a 37% por 15 segundos, lavamos com spray ar/água e secamos gentilmente com ar comprimido por 5 segundos. Dispensamos duas gotas do frasco em casulo e com pincel saturado aplicamos 3 camadas consecutivas mantendo por 15 segundos, após secamos com leve jato de ar por 10 segundos e fotopolimerizamos pelo tempo de 15 segundos.

**Grupo 6:** *Gluma Comfort Bond Dessensitizer* é também um sistema adesivo monocomponente “condicionamento-total”, a base de etanol possuindo dessensibilizantes como Glutaraldeído em sua composição. Aplicamos ácido fosfórico 20% sobre a superfície dentinária pelo tempo de 20 segundos, lavando em seguida com spray ar/água e secando gentilmente por 5 segundos. Dispensamos duas gotas do frasco em casulo e com pincel saturado aplicamos 3 camadas consecutivas mantendo por 15 segundos, após secamos com leve jato de ar por 5 segundos e fotopolimerizamos por 20 segundos.

Aplicados os sistemas adesivos os corpos de prova foram montados em Aparatus Ultradent (Ultradent Co.) para confecção do cilindro de resina composta. Este dispositivo possui uma matriz de Teflon com diâmetro de 2,35 mm de raio que proporciona uma área ideal para mensurar valores de resistência e ainda uma padronização da área para todos os grupos. A resina composta *P60* foi compactada através do orifício da matriz de Teflon (**FOTO 3**), sendo fotopolimerizada por 40 segundos pelo orifício da matriz com o mesmo aparelho fotopolimerizador VIP<sup>TM</sup> com potência de polimerização de 600 mW/cm<sup>2</sup>. Completada a polimerização os corpos de prova foram removidos do dispositivo obtendo-se uma base de resina perpendicular a superfície de dentina (**FOTO 4**).

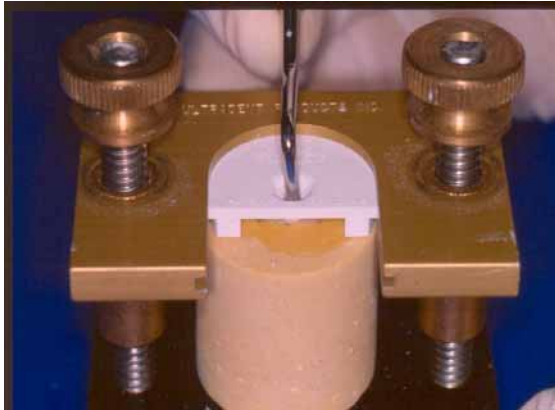


FOTO 3- Aparatus Ultradent

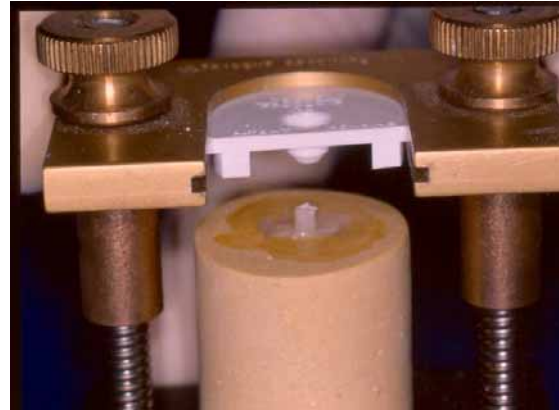


FOTO 4- Corpo de Prova Removido

Os corpos e prova devidamente identificados foram submetidos a ciclagem térmica em água, sendo realizados 500 ciclos, a temperatura de 5 a 55°C, sendo 30 segundos a 5°C, e 30 segundos a 55°C por ciclo. Concluída a ciclagem térmica os corpos de prova foram armazenados em água destilada e mantidos a 37°C, por 48 horas.

Decorridas as 48 horas foram acoplados a dispositivo apropriado e montados em Máquina de Ensaio Universal Instron (Instron Corporation, Canton, Massachusetts), com sistema “Testworks software” ( MTS Systems Co., Eden Prairie, Minnesota), sendo submetidos a uma força de cisalhamento através de uma ponta de extremidade em forma de fenda, com velocidade constante de 1,0 mm/min., evitando assim forças de alavanca que poderiam resultar em menores valores de resistência de união(**FOTO 5**).



FOTO 5- Corpo de Prova Montado- MTS - Instron

Os valores foram expressos em MPa calculando a área de adesão com a força aplicada.

Com o intuito de obter subsídios para compreender o que acontece na interface dentina/adesivo, após a realização dos testes de cisalhamento, as superfícies dentinárias correspondentes ao local da área de adesão, foram secas com papel absorvente e observadas ao microscópio(DF Vasconcelus-S.A) em aumento de 60x, onde foi verificado se as falhas foram de natureza *Adesiva (A)*, *Coesiva da Resina (CR)* ou *Mista(M)*

Dos 90 molares selecionados para o estudo, 72 foram utilizados para os testes mecânicos e 18 para análise microscópica.

Convém ressaltar que após aplicados os sistemas adesivos e a resina composta sobre toda a superfície dentinária oclusal, seguindo

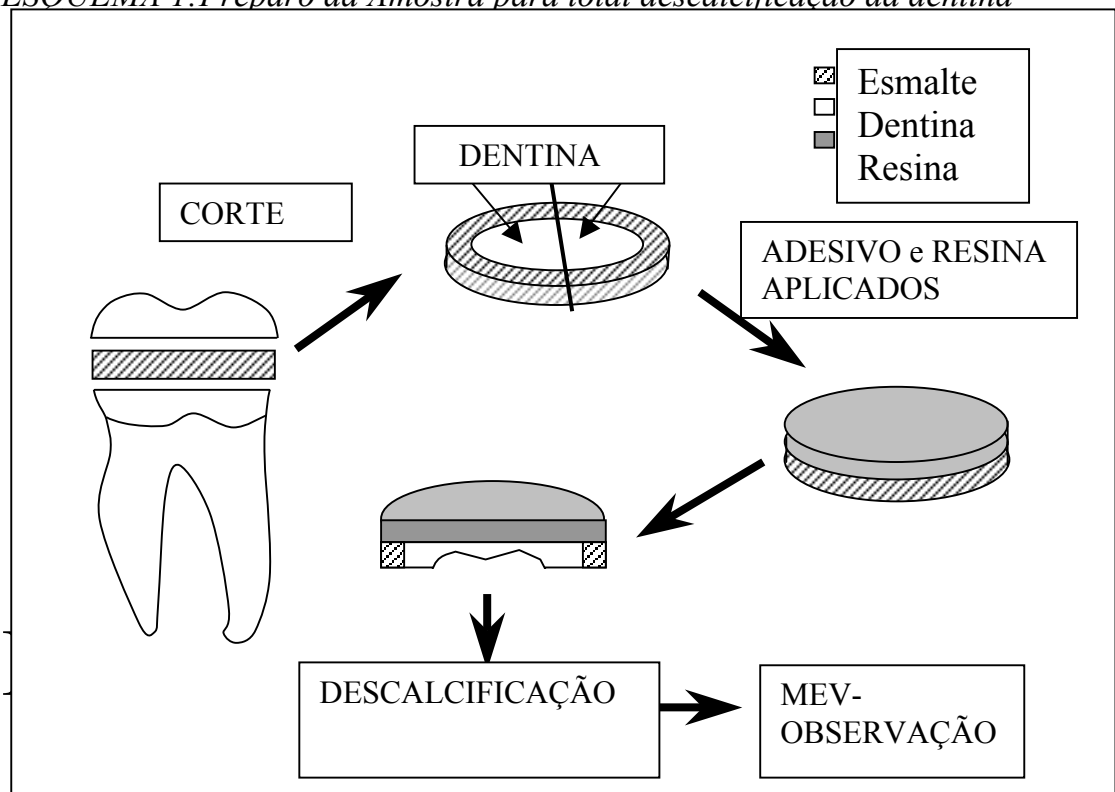
exatamente o mesmo protocolo utilizado para o teste mecânico, 12 molares (2 para cada grupo de sistema adesivo) foram seccionados ao meio (sentido longitudinal, proximal), com discos de diamante (Brassler), obtendo-se assim 4 superfícies por grupo (**FOTO 6**). As amostras foram então colocadas em Glutaraldeído por 2 min., depois lavadas com spray ar/água, aplicado ácido fosfórico a 37% por 10 seg., novamente lavadas com spray ar/água, imersas em NaOCL por 10 segundos e finalmente em 1% de HCl por 20 seg., sendo lavadas e secas antes da montagem em microscópio eletrônico JEOL-JSM-840 A ( JEOL-Tokio, Japan). Este tipo de procedimento propicia análise de *camada híbrida e “tags”* de resina no interior dos túbulos dentinários.



FOTO 6- Corpos de Prova Seccionados para Análise em SEM

Para os outros 6 molares realizamos a total descalcificação de dentina, para isto após a aplicação dos sistemas adesivos e resina composta sobre toda a superfície oclusal semelhantemente ao protocolo inicial, os dentes então foram seccionados no sentido transversal (**ESQUEMA 1**) com Silverstone Microtome (SCIFAB-Littleton, Colorado), sendo após imersas em 1% HCL por 24 horas, lavadas a seguir com água destilada e imersas em NaOCL por 20 minutos para remoção da parte orgânica da dentina, lavadas e secas antes da montagem no mesmo microscópico eletrônico descrito anteriormente. Este procedimento propicia a **observação exclusiva dos “tags” de resina, sem a presença de dentina**, pois a mesma foi totalmente descalcificada pela imersão em HCL a 1% por 24 horas. Para os dois tipos de análises microscópicas as amostras mais significativas foram fotografadas em sistema polaroide acoplado ao microscópio.

*ESQUEMA 1: Preparo da Amostra para total descalcificação da dentina*



# Resultados e Análise

Os resultados para os testes de resistência em Mpa estão expressos na *Tabela 1*.

*Tabela 1-Valores obtidos segundo grupo(Mpa)*

<b>C.P.N°</b>	<b>G1</b>	<b>G2</b>	<b>G3</b>	<b>G4</b>	<b>G5</b>	<b>G6</b>
01	23.7	25.0	22.2	24.2	26.9	18.3
02	19.9	28.7	20.2	30.6	31.3	25.0
03	25.2	24.5	21.1	19.2	20.6	28.2
04	27.9	20.5	16.5	35.1	20.4	25.1
05	27.9	24.3	16.1	23.8	29.3	18.8
06	17.6	26.2	16.1	18.9	28.2	19.2
07	17.7	23.4	16.4	29.3	23.9	24.7
08	20.3	25.5	17.8	24.6	22.8	26.3
09	26.3	28.7	17.6	26.8	17.4	24.4
10	21.4	19.9	15.1	25.7	26.1	21.3
11	29.6	22.1	19.8	18.9	18.1	19.8
12	17.8	19.1	17.2	23.4	17.9	22.3

Os seis grupos experimentais estudados foram analisados pelos testes estatísticos ANOVA, a nível de significancia 5% (*Tabela 2*), e

Student Newman-Keuls (SNK) para comparação entre os grupos, com auxílio do sistema SPSS 8.0 software (SPSS Corp., Chicago, Illinois).

*Tabela 2- Análise de Variância do Experimento*

C.Variação	G.L	S.Q	Q.M	F
Tratamentos	5	359,9	71.98	4.68*
Resíduo	66	1016	15.39	
Total	71	1376		

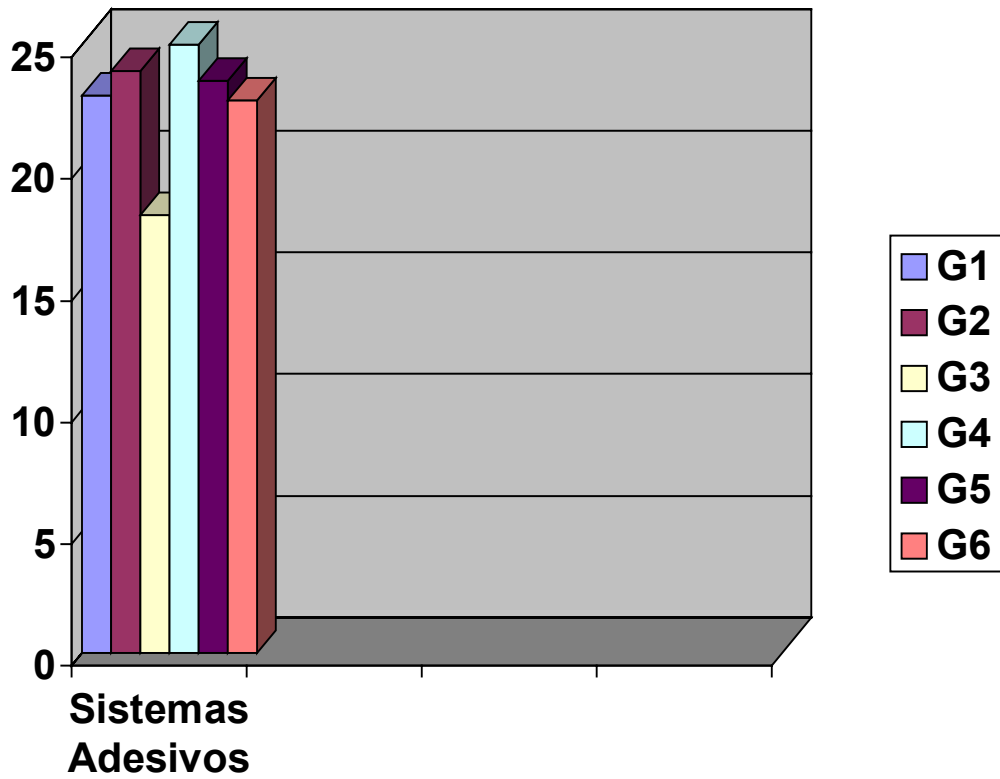
\*p<0.05

*Tabela 3- Médias e Desvio Padrão dos grupos (n=12).*

<b>Grupos</b>	<b>Médias e Desv Pad.(Mpa)</b>
<b>G1-SE Bond</b>	<b>22.9 ± 4.3</b>
<b>G2-ABF Bond</b>	<b>23.9 ± 3.1</b>
<b>G3-Prime-Bond NT</b>	<b>18.0 ± 2.2</b>
<b>G4-Single Bond</b>	<b>25.0 ± 4.9</b>
<b>G5-TenureQuick</b>	<b>23.5 ± 4.7</b>
<b>G6-Gluma C.B.Dessen.</b>	<b>22.7± 3.2</b>

Observando os resultados e submetidos ao teste SNK para comparação entre os grupos, obtivemos que G1, G2, G4, G5 e G6 são estatisticamente iguais entre si e diferentes estatisticamente de G3, sendo o valor médio encontrado para G3 significativamente menor (*Gráfico 1*).

Gráfico1- Efeito Médio da resistência ao Cisalhamento(Mpa)\_



As amostras, após os testes de cisalhamento, foram analisadas em estereomicroscópio para avaliar o tipo de fratura ocorrido na interface dentina/ sistema adesivo/ resina, sendo as mesmas classificadas em três diferentes tipos: *Adesiva(A)*, *Coesiva da Resina(CR)* e *Mista(M)* representadas na *Tabela 4*.

*Tabela 4 –Frequência das Fraturas Encontradas em Estereomicroscópio.*

Grupos	Adesivas	Coesiva Resina	Mistas
G1	3	8	1
G2	1	9	2
G3	2	7	3
G4	1	8	3
G5	2	8	2
G6	2	7	3

Porcentagens calculadas para cada tipo de fratura durante análise em estereomicroscópio (Tabela 5).

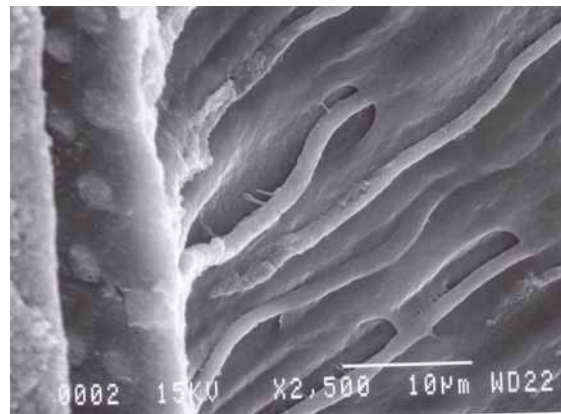
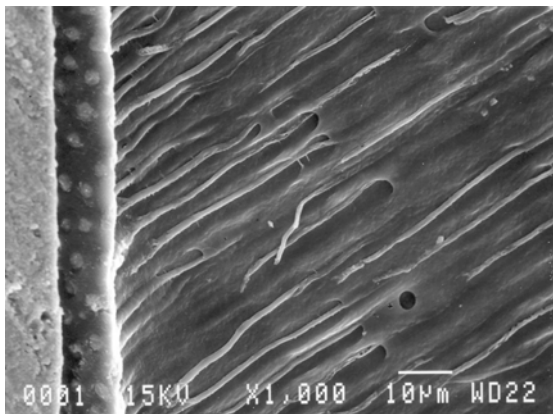
*Tabela 5 – Porcentagem das Fraturas.*

Grupos	% Adesivas	% Coesivas Resina	% Mistas
G1	25	66,6	8,3
G2	8,3	75	16,6
G3	16,6	58,3	25
G4	8,3	66,6	25
G5	16,6	66,6	16,6
G6	16,6	58,3	25

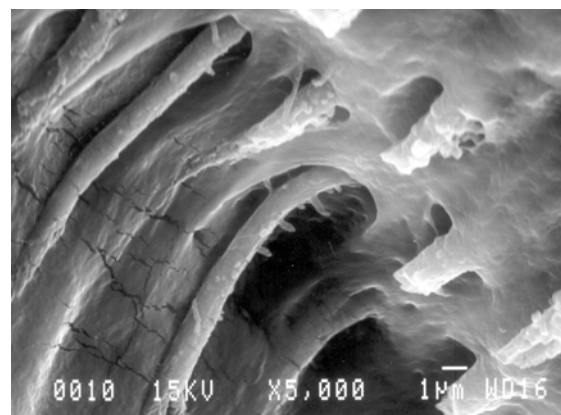
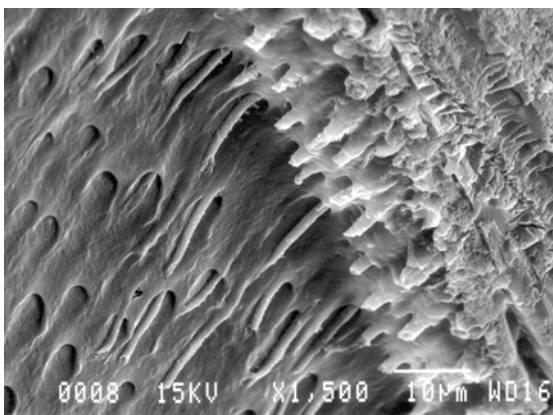
# *Microscopia Eletrônica*

As amostras mais significativas foram fotografadas em sistema polaroide acoplado ao microscópio eletrônico JEOL-JSM-840 A ( JEOL-Tokio, Japão), divididas em dois sub-itens: **(1) CAMADA HÍBRIDA/ “TAGS DE RESINA EM DENTINA e (2) DENTINA DESCALCIFICADA.**

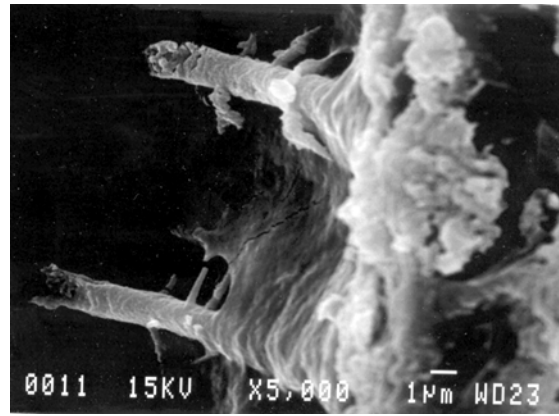
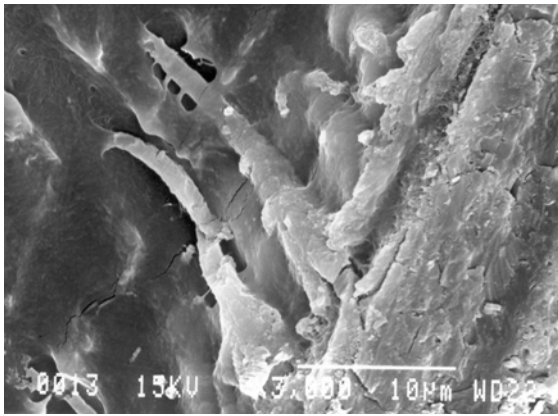
## **(1) CAMADA HÍBRIDA/ “TAGS” DE RESINA EM DENTINA**



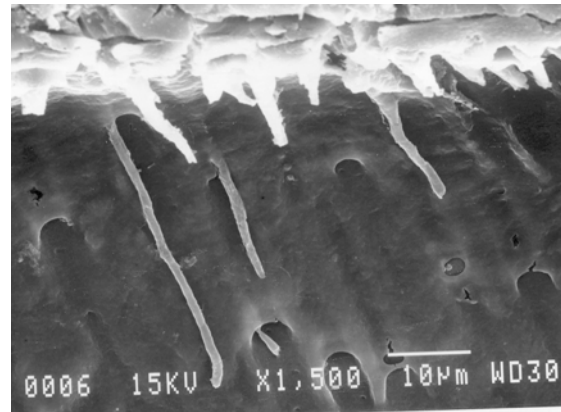
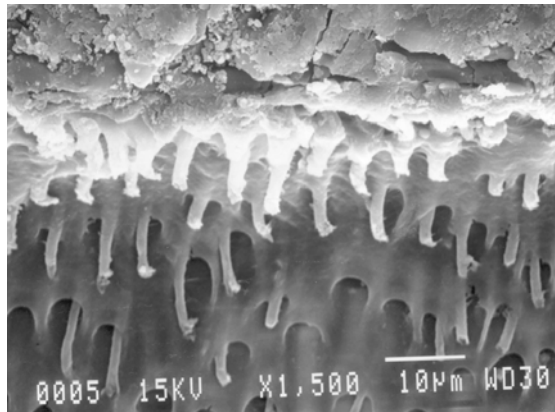
**FOTOS 07 e 08 - Gluma C. B.Dessen.- Interface Resina/Dentina, “Tags” de Resina e “Tags” Laterais.**



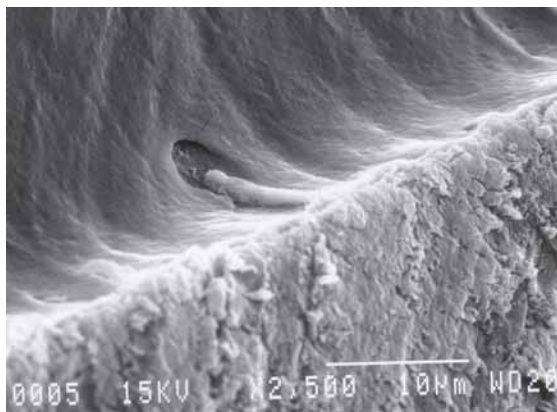
**FOTOS 09 e 10 -Tenure Quick Fluoride-Camada Híbrida, “Tags” de Resina e “Tags” Laterais.**



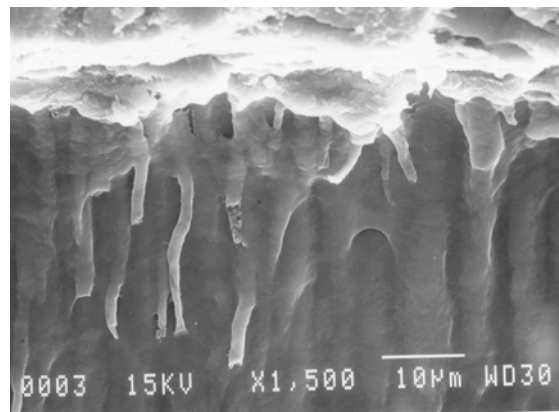
**FOTOS 11 e12 -Prime& Bond NT -Camada Híbrida, “Tags” de Resina e “Tags” Laterais.**



**FOTO 13 e 14 -Single Bond -Camada Híbrida e “Tags” de Resina.**

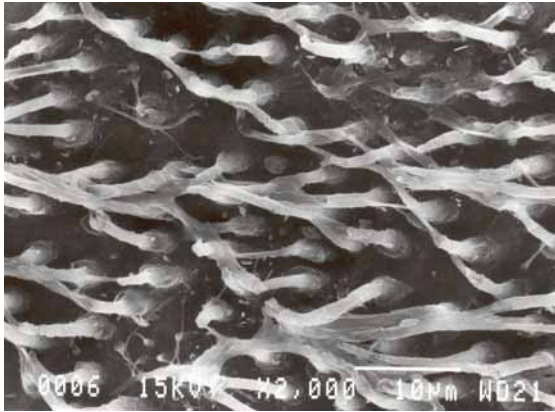


**FOTO 15 -A.B.F- “Tag” de Resina.**

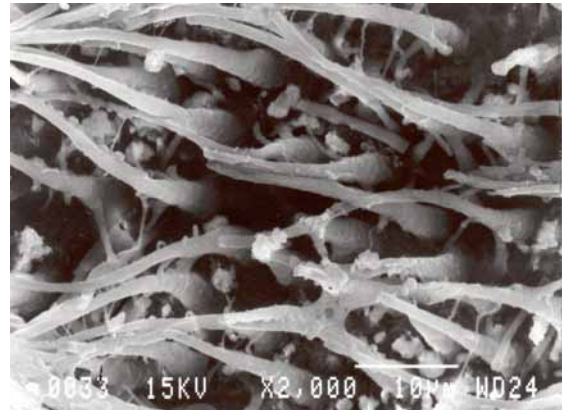


**FOTO 16-Clearfill SE Bond-Camada Híbrida e “Tags” de Resina.**

**(2) DENTINA DESCALCIFICADA**



**FOTO 17 –Clearfill SE Bond-“tags”**



**FOTO 18 –Single Bond-“tags”**

# Discussão

A partir da introdução do conceito adesivo ao esmalte dental <sup>6</sup> e posteriormente a busca de adesão à dentina <sup>7</sup>, muito se tem discutido sobre os chamados sistemas adesivos dentinários. Com a rápida evolução desses sistemas, suas diferentes composições e formas de aplicação, encontramos uma grande quantidade de publicações com variabilidade de resultados quando da análise da resistência adesiva através de testes mecânicos sobre a dentina. ALLEN et al<sup>03</sup>, em 2000, relatam que 85% dos “abstracts” apresentados nos encontros do IADR são de novos materiais adesivos utilizados principalmente na área restauradora.

Os maiores objetivos dos adesivos dentinários estão voltados para a promoção de uma união à dentina tão satisfatória como a obtida no esmalte <sup>28,34, 58, 73, 76</sup>, assim como de resistir as forças resultantes da contração de polimerização dos materiais resinosos. A adesão ao esmalte já é bem conhecida assim como o desempenho clínico, entretanto com a dentina, a adesão se torna mais complexa em função das variáveis e diferenças estruturais histológicas <sup>12, 18, 19, 60</sup>.

Encontramos atualmente no mercado odontológico sistemas do tipo “*self-etching*” ou “auto-condicionantes” e sistemas do tipo “*all-etching*” ou “condicionamento-total”. Os sistemas “*all-etching*” podem ser divididos em dois grupos distintos, ou seja aqueles onde encontramos o “*primer*” e adesivo em apresentações separadas, ou o “*primer*” e adesivo

em um único frasco, também conhecidos como “*one-bottle*”, sendo a maior diferença entre eles no tipo de solvente presente podendo ser acetona, etanol ou água. Para os sistemas do tipo “*self-etching*” ou “auto-condicionantes” a maior diferença está na forma de apresentação podendo ser “*all-in-one*” ou “tudo em um”, ácido, “*primer*” e adesivo no único frasco; ou “*primer*” e ácido juntos e adesivo separado.

A união da resina composta a dentina através dos sistemas “*all-etching*” é de natureza micromecânica, pela técnica de total remoção da “*smear layer*” através de um pré-condicionamento ácido, propiciando assim a penetração dos monômeros hidrofílicos nos túbulos dentinários e por entre a malha de colágeno, determinando a formação da camada híbrida, que é responsável pelo aumento da resistência de união e também na diminuição da infiltração marginal<sup>45, 51, 53, 61, 84, 90, 94</sup>. Por outro lado os sistemas “*self-etching*” apresentam adesão micromecânica e também química e passam a ser uma excelente alternativa pois protegem as fibras colágenas do colápio, fato este que não ocorre com a técnica do condicionamento total<sup>33, 42, 94</sup>. Para qualquer sistema utilizado é indispensável seguir as recomendações dos fabricantes e o protocolo de utilização principalmente para os sistemas que possuam acetona como solvente<sup>01, 33, 59</sup>.

Para a realização dos testes mecânicos, a nossa opção foi para realização dos testes de cisalhamento seguindo o protocolo estabelecido por RETIEF, D. H<sup>71</sup>, em 1991. Neste trabalho relata que em relação ao tipo

de teste, acredita que a resistência de união ao cisalhamento é mais próximo da realidade quando comparado com os testes de tração. Com relação aos dentes utilizados, não existe ainda uma concordância sobre a substituição dos dentes humanos pelos bovinos. Recomenda ainda que o preparo da superfície oclusal de molares sejam feitas com lixas de granulação 180, até se tornar visível as ilhas de esmalte e depois finalizada com lixa 600. Isto assegura que a resistência de união seja determinada na dentina periférica ou superficial. A demarcação da área é também muito crítica, recomenda portanto, colar uma fita adesiva com uma área circular de 3 mm de diâmetro antes dos procedimentos adesivos. Outra recomendação é que a ponta apresente uma extremidades em forma de faca com espessura de 0,5 mm, com uma velocidade de 0,5/1,0 mm/min, aplicada na base do cilindro de resina composta e os resultados expressos em MPa.

No entanto, PASHLEY, D.H. et al.<sup>53</sup> em 1995, descrevem a importância dos testes de microtração. O desenvolvimento dos adesivos dentinários tem resultado em valores de adesão na ordem de 20 a 30 MPa. Esses altos valores tem sido mensurados, nos testes convencionais, através de fraturas coesivas em dentina. Desta forma, não se pode medir a verdadeira resistência de união produzida na interface dentina/resina. O método de microtração possui a vantagem de estudar a resistência adesiva em diferentes e pequenas localidades dentinárias, produzindo em quase sua totalidade fraturas adesivas. Encontramos em nossa revisão muitos

trabalhos de microtração que possuem o seu valor, entretanto o protocolo pode ser mais sensível as diferentes variáveis de preparação principalmente as vibrações durante os seccionamentos da espécimes para obtenção dos “bastões “ para a realização dos testes. A alegação da padronização da área a ser testada é sim de fundamental importância mas pode também ser conseguida para testes de cisalhamento.

Os valores para os testes de microtração são diferentes dos valores para os testes de cisalhamento, dependendo da superfície dentinária, encontramos valores entre  $46,0 \pm 9,0$  MPa para dentina normal e  $48,2 \pm 3,9$  MPa para a dentina cariada <sup>49</sup>, valores estes para os sistemas “self-etching”. Para testes de cisalhamento valores entre 21,9 e 27,8 MPa <sup>75, 76</sup> e também entre 18 MPa a 24,9 Mpa <sup>62, 69</sup> são encontrados, sendo estes valores para os sistemas “all-etching”, realizados os testes “in vitro”, nas camadas mais superficiais da dentina hígida e ainda seguindo as recomendações e o protocolo de manipulação dos fabricantes <sup>43, 51, 71</sup>.

Muitos investigadores tem estudado a importância da presença de umidade sobre a superfície dentinária antes da utilização dos sistemas adesivos do tipo “all etching” <sup>30, 62, 63, 75</sup> e ainda a preocupação com estes sistemas pela presença de solventes voláteis, a base de acetona ou etanol <sup>01 59</sup>.

Quanto a presença de umidade, após o condicionamento ácido, os trabalhos mostram ser muito importante não desidratar a dentina antes da aplicação do sistema adesivo, e que também o uso de substâncias “re-

hidratantes”, como clorexidina, HEMA, glutaraldeído, ou água destilada não interferem negativamente para os valores de adesão, podendo inclusive aumentar discretamente estes valores<sup>56, 62, 75</sup>. Tomamos o cuidado durante a realização dos testes para não desidratar a dentina após ao condicionamento ácido pois os valores obtidos com uma dentina desidratada são inferiores em relação a dentina com presença de umidade<sup>30, 46, 75</sup>.

PERDIGÃO, J. et al<sup>59</sup>, estudou o efeito do uso dos sistemas adesivos simplificados do tipo “one-bottle”, simulando as repetições de se abrir e fechar o frasco que contenham o adesivo, realizando testes de cisalhamento para avaliar se o uso repetitivo influenciaria os valores de adesão. Os resultados mostraram que para os sistemas que possuem acetona como base, os valores de resistência sofreram uma diminuição considerável após a simulação durante 3 semanas. Concluem ainda que os adesivos a base de acetona mesmo sem a simulação apresentam resultados inferiores em valores de adesão que os sistemas a base de etanol e água. ABATE et al<sup>61</sup> também realizaram um estudo com a preocupação da evaporação dos solventes para os sistemas adesivos do tipo “one-bottle” e concluem também que a evaporação dos sistemas que contenham acetona é maior, sendo muito importante seguir ao protocolo de utilização dos fabricantes. Em nosso trabalho ressaltamos que o sistema Prime-Bond NT a base de acetona, apresentou os menores valores de resistência de união, sendo diferente estatisticamente dos demais sistemas adesivos testados e

que para sistema Tenure Quick Fluoride que também possui acetona como solvente o valor obtido em MPa não foi diferente estatisticamente dos demais produtos testados.

A simulação da pressão pulpar pode também influenciar os testes “in vitro”, em trabalho realizado em 1999, LUCENA, C. et al.<sup>44</sup>, avaliaram simulando a pressão pulpar em laboratório a resistência adesiva de 5 sistemas adesivos. Para o sistema Single-Bond por exemplo simulando a pressão pulpar obteve-se valores entre  $15,0 \pm 2,9$  Mpa após uma semana, e de  $7,8 \pm 2,6$  Mpa após quatro semanas. Dados que são inferiores numericamente aos por nós obtidos para o mesmo sistema onde obtivemos  $25 \pm 4,9$  MPa. PEREIRA, P. N. R. et al.<sup>63</sup>, em 1999, avaliaram também os efeitos da pressão pulpar e umidade intrínseca nos testes de resistência a micro-tração. Concluem que os sistemas adesivos comportam-se de maneira diferente de acordo com o substrato, região e umidade interna e que os sistemas que utilizam condicionamento ácido exibem menores valores de resistência na região de coto pulpar.

Recentes trabalhos mostram que a contaminação causada pelos cimentos de óxido de zinco eugenol não interferem na adesão dos sistemas “all-etching”<sup>64</sup>. Com a técnica do condicionamento todos os resíduos de eugenol que possam permanecer após o uso de materiais temporários de selamento são removidos. ABDALLA, A. I. et al.<sup>02</sup>, também preocupados com possíveis contaminações da superfície dentinária simularam a contaminação da área dentinária com água, saliva e sangue e suas

consequências nos testes de resistência. Dos resultados concluem que o substrato “molhado” para o sistema One-Step apresenta um aumento na resistência de união. Os testes de resistência para os outros três sistemas sofreram pequenas variações não significantes estatisticamente. A contaminação por saliva causou um declínio significativo apenas para o sistema Syntac SC, enquanto que a área de dentina contaminada por sangue apresenta um declínio significativo para todos os sistemas testados. Concluem ainda que os melhores resultados foram com o material SBMP, sistema de três passos. A partir destas referências tomamos o cuidado durante a realização das técnicas adesivas para não contaminar a superfície dentinária de nossas amostras para o teste proposto.

Outra preocupação para os testes de adesão é se o uso de sistemas do tipo “all-etching” que possuam soluções dessensibilizantes podem apresentar valores de adesão inferiores, tanto para o esmalte como para a dentina. Sistemas que possuam glutaraldeído ou flúor na composição não apresentam resultados estatisticamente inferiores aos testes de resistência mecânica quando comparados a sistemas que não apresentem estas soluções incorporadas a sua composição, tanto para os testes em dentina <sup>64</sup>, <sup>69</sup>, como para os testes realizados em esmalte <sup>76</sup>. Resultados estes comprovados onde obtivemos valores de 23,5 MPa para o sistema Tenure Quick e de 22,7 MPa para o sistema Gluma Comfort Bond Dessensitizer, sistemas estes que possuem substâncias dessensibilizantes em suas formulações e que apresentaram ótimos valores de resistência de união.

Convém ressaltar que estes sistemas são muito importantes para o uso clínico pois apresentam efetividade no controle da sensibilidade pós-operatória <sup>15,36</sup>.

A evolução dos sistemas adesivos sofreram uma significativa melhora, assim como a capacidade de vedamento, a capacidade adesiva, o impedimento de descoloração, a resistência aos testes mecânicos e recentemente uma diminuição da sensibilidade, pela presença de substância biocompatíveis <sup>90</sup>.

Para os sistemas adesivos do tipo ‘all-etching’, os resultados encontrados na literatura para os testes de cisalhamento <sup>25, 27, 59, 62, 64, 69, 75, 78</sup> apresentam valores próximos aos encontrados em nossos testes expressos em MPa.

Quando analisamos os sistemas “self-etching” o trabalho de HALLER, B <sup>33</sup> relata que estes sistemas são uma excelente alternativa pois protegem as fibras colágenas do colápsio quando comparados aos sistemas “all etching”, e que para os sistemas “all in one”, maior quantidade de estudos são necessários para avaliar a estabilidade e durabilidade da adesão antes de poderem ser recomendados para todas as situações clínicas, fato este discordado por HANNIG, M. et al <sup>34</sup>, que mostra em seu estudo ótimos resultados para os valores de adesão e adaptação marginal, para os testes com estes sistemas.

Para os testes de resistência adesiva a dentina, os sistemas “self etching” apresentam valores favoráveis a estabilidade adesiva, tanto para

os testes de microtração<sup>4, 8, 42, 63, 86, 97</sup> como para os testes de cisalhamento, com valores expressos em MPa de  $22,9 \pm 4,3$  para o sistema Clearfil SE Bond e  $23,9 \pm 3,1$  para o sistema experimental A.B.F em nosso estudo.

Os ótimos resultados obtidos com os sistemas “self-etching” para a dentina, podem não ser tão satisfatórios para o esmalte dental. MIYAZAKI et al<sup>47</sup>, em seu estudo mostra que os valores de resistência adesiva dos sistemas “self etching” ao esmalte dental estão na dependência do controle do tempo de secagem, após a aplicação do “primer” auto condicionante. Relatam que quanto menor o tempo de secagem, menor os valores obtidos para os testes de resistência, preconizando ainda um tempo de secagem de 10 segundos, antes da aplicação do adesivo.

Quanto as diferenças que possam surgir para os testes realizados “in vitro” ou “in vivo”, trabalhos mostram<sup>41, 45</sup> que os valores encontrados para os testes de resistência são similares estatisticamente quando realizados seguindo um protocolo para o estudo, assim sendo, para análise global dos resultados por nós encontrados os valores estão próximos aos consultados na literatura, medidos em MPa, seguindo uma metodologia com menor presença de variáveis.

Para a análise microscópica optamos pela realização de dois tipos de preparos das amostras, descalcificação parcial mantendo a dentina para observamos a presença de infiltrados no seu interior e a “*smear layer*”, e descalcificação total para análise exclusiva de “*tags*” de resina, sem a

presença da estrutura dentinária. Em seu trabalho em 1998, PRATI et al<sup>67</sup> descreve e compara a formação de “smear layer” e infiltrados de resina no interior da dentina. Comparando 8 sistemas adesivos diferentes obteve profundidade de penetração entre 2 - 5  $\mu\text{m}$  para dentina superficial , entre 20 - 120  $\mu\text{m}$  para dentina profunda e para os sistemas “self-etching” para dentina profunda 8 - 40 $\mu\text{m}$ .

Quando comparamos os sistemas por nós testados para análise microscópica obtivemos formação de “*hybrid-layer*” para todos os sistemas porém, para os sistemas do tipo “self-etching” a penetração e profundidade de “tags” em resina foram menores que para os sistemas “all-etching”. Assim sendo, para os sistemas “self-etching” a pequena profundidade de penetração dos “tags” produziram alta resistência adesiva, não havendo inter-relação isolada entre resistência adesiva e profundidade de penetração. A remoção de cálcio da estrutura dentinária<sup>57</sup>, assim como a aplicação fora do protocolo de utilização interferem negativamente na qualidade adesiva<sup>24</sup>.

Dos sistemas testados e analisados microscópicamente o grupo G 6 em nosso trabalho apresentou maior penetração e profundidade de “tags” em resina, o sistema G2 menor profundidade de penetração, porém para os testes de cisalhamento comportaram-se estatisticamente de maneira similar. Resultado comprovado também pelos trabalhos de YOUSSEF, M.N et al<sup>98</sup>, NAKAJIMA, M. et al<sup>49</sup>, PERDIGÃO, J. et al<sup>57, 60</sup> e FRANKERBERGER, R. et al<sup>23</sup>.

Por todos os fatores e pelas diferenças do substrato que se busca a adesão os sistemas adesivos continuam evoluindo e sendo motivo de estudos. O número de publicações na área adesiva domina as investigações dos materiais dentários e o que se busca na verdade é o selamento hermético dos túbulos dentinários, eliminando a microinfiltração bacteriana e sendo o sistema adesivo capaz de resistir as forças e variações dinâmicas da cavidade bucal quando utilizados como agentes protetores pulpares ou seladores.

Para se obter sucesso nas técnicas adesivas é necessário avaliar corretamente os protocolos de aplicação do sistema utilizado, o tempo de condicionamento ácido, o não dessecamento da dentina após o condicionamento, o tipo de dentina que se está buscando adesão e a precisa indicação da técnica e suas limitações.

Mesmo obtendo resultados satisfatórios para resistência adesiva e formação de camada híbrida em nosso estudo, outros trabalhos deverão ser realizados e poderão apresentar resultados diferentes ou até semelhantes ao por nós executado; isto tudo para uma aplicabilidade e perfeição na área adesiva; que sem sombra de dúvidas é a que mais cativa os pesquisadores, profissionais e fabricantes.

# Conclusão

A partir da metodologia aplicada e dos resultados obtidos, podemos concluir que :

## *1. TESTE MECÂNICO*

1.1 Os sistemas **Clearfil SE Bond, Experimental ABF Bond, Single-Bond, Tenure Quick Fluoride e Gluma Comfort Bond Dessensitizer** comportaram-se estatisticamente iguais e diferente do sistema **Prime-Bond NT**.

1.2 O sistema adesivo **Single-Bond** apresentou os maiores valores de resistência adesiva ( $25.0 \pm 4.9$  MPa) e o sistema **Prime-Bond NT** os menores ( $18.0 \pm 2.2$  Mpa), contudo os valores estão dentro do ideal que é entre 18 e 28 MPa.

## *2. ANÁLISE MICROSCÓPICA*

2.1 Todos os sistemas adesivos apresentaram formação de camada híbrida e “tags” de resina em dentina.

2.2 Não existe correlação entre profundidade dos “tags” de resina em dentina e resistência adesiva.

# Referências Bibliográficas

1. ABATE, P. F., et al. Evaporation of solvent in one-bottle adhesives. *J. Dent.*, 28:437-440, 2000.
2. ABDALLA, A. I., et al. Bonding efficiency and interfacial morphology of one-bottle adhesives to contaminated dentin surfaces. *Am.J.Dent.*, 11:281-285, 1998.
3. ALLEN, P. E., et al. Annual Review of Selected Dental Literature: Report of the Committee on Scientific of the American of Restorative Dentistry. *J.Prosth.Dent.*, 84:59-81, 2000.
4. BOUILLAGUET, S., et al. Bond strength of composite to dentin using conventional, one-step, and self-etching adhesive systems. *J.Dent.*, 29:55-61, 2000.
5. BRAGA, R. R., et al. Tensile bond of filled and unfilled adhesives to dentin. *Am.J.Dent.*, 13:73-76, 2000.
6. BUONOCORE, M.G., A simple method of increasing the adhesion of acrylic filing materials to enamel surfaces. *J.Dent.Res.*, Washington , **34**(6): 849-853, Dec. 1955
7. BUONOCORE, M.G.; WILEMAN, W.R.; BRIDEVOLD. F. A report on a resin composition capable of bonding to human dentin surfaces. *J.Dent.Res.*, Washington , **35**(6): 846-851, Dec. 1956.
8. CARDOSO, P. E. C., Braga, R. R., et al. Evaluation of micro-tensile, shear and tensile tests determining the bond strength of three adhesive systems. *Dent.Mater*, 14:394-398, 1998.

9. CARVALHO, R.M. et al. A review of polymerization contraction: the influence of stress development versus stress relief. *Oper. Dent.*, Seattle, **21**(3): 17-24, Jan/Fev. 1996.
10. CARVALHO, R.M. et al. Determinação da resistência adesiva a dentina através de um dispositivo de micro-tração. *Revta.FOB*, Bauru, **2**(3): 77-82, Jul/Sep. 1994.
11. CHAPPELL, R. P., EICK, J. D. Shear bond strength and scanning electron microscopic observation of six current dentinal adhesive. *Quintessence Int.*, v.25, n.5: 359-368, 1994.
12. CHARLTON, D. G., BEATTY, M. W. The effect of dentin surface moisture on bond strength to dentin bonding agents. *Oper.Dent.*, v.19, n.4: 154-158, 1994.
13. CHIGIRA, H. et al. Self-etching dentin primers containing Phenyl-P. *J. Dent.Res.*, Washington, **73**(5): 1088-1095, Mar. 1994.
14. COX, C. F. & SUZUKI, S. Re-evaluating pulp protection: calcium hydroxide liners vs. cohesive hybridization. *J.Am.Dent. Assoc.*, Chicago, **125**: 823-31, Jul. 1994.
15. DALL'OROLOGIO, G. D. et al. Dentin desensitizing effects of Gluma Alternate, Health-Dent Desensitizer and Scotchbond Multi-Purpose. *Am J Dent.*, 12: 103-106, 1999.
16. DICKINSON, G. L. et al. Comparison of shear bond strengths of some third-generation dentin bonding agents. *Oper.Dent.*, v.16, n.6: 223-230, 1991.
17. DRAKE, D. M., TRIOLO, P. T. Shear strength comparison of All Bond 2, Scotchbond Multi-Purpose and Imperva Bond. *J.Dent.Res.*, v.73, sp.iss., p.130, 1994. (Abstract n. 226)

18. EICK, J. D. et al. Current concepts on adhesion to dentin. *Crit. Ver. Oral Biol. Med.*, Boca Raton, 8(3): 306-335,1997.
19. EICK, J. D. et al. The dentinal surface: It's influence on dentinal adhesion. Part III. *Quintessence Int.*, v.24, n.8: 571-82, 1993.
20. ERICKSON, R.; GLASSPOOLE, E.; PASHLEY, D. H. In vivo measurement of dentin bond strength. *J.Dent.Res.*, v.72, sp.iss., p.283, 1993. (Abstract n. 1438)
21. FERRARI, M. et al. Dentin infiltration by three adhesive systems in clinical and laboratory conditions. *Am.J.Dent.*, 9: 240-244, 1996.
22. FERRARI, M. et al. Effect of two etching times on the sealing ability of Clerafil Linner Bond 2 in class V restorations. *Am. J. Dent.*, v. 10: 66-70, 1997.
23. FRANKENBERGER, R. et al. Dentin bond strength and marginal adaptation after NaOCL pre-treatment. *Oper.Dent.*,25: 40-45, 2000.
24. FRANKENBERGER., R. et al. Technique sensitivity of dentin bonding: Effect of application mistakes on bond strength and marginal adaptation. *Oper.Dent.*, 25: 324-330, 2000.
25. GALLO, JR et al. Shear Bond Strength of Four Filled Dentin Bonding Systems. *Op Dent.*, 26: 44-47, 2001.
26. GARBEROGLIO, R. & BRANNSTROM, M. Scanning electron microscopic investigation of human dentinal tubules. *Archs oral Biol.*, Oxford, 21(6): 355-362, Jun, 1976.

27. GARCIA-GODOY, F. et al. Dentin bond strength of new bonding systems. *J.Dent.Res.*, Washington, **75**: 387, 1996. [abstract, 2953].
28. GORDON, V. V. , et al. Interfacial ultrastructure of the resin-enamel region of three adhesive systems. *AM.J.Dent.*, **11**: 13-16, 1998.
29. GORDON, V. V. et al. Evaluation of adhesive systems using acidic primers. *Am.J.Dent.*, v. 10: 219-23, 1997.
30. GWINNETT, A. J. Moist versus dry dentin: Its effect on shear bond strength. *Amer.J.Dent.*, v.5, n.3: 127-129, 1992.
31. GWINNETT, A. J. Quantitative contribution of resin infiltration/hybridization to dentin bonding. *Amer.J.Dent.*, v.6, n.1:7-9, Feb. 1993.
32. GWINNETT, A. J., KANCA III, J. Micromorphology of the bonded dentin interface and its relationship to bond strength. *Am. J. Dent.*, v.5, n.2: 73-77, 1992.
33. HALLER, B. Recent developments in dentin bonding. *AM.J. Dent.*, **13**: 44-50, 2000.
34. HANNIG, M., REINHARDT, K. J., BOTT, B. Self-Etching primer vs Phosphoric Acid: An alternative concept for composite-to-enamel bonding. *Oper.Dent.*, **24**: 172-180, 1999.
35. HASHIMOTO, M., et al . The effect of hybrid layer thickness on bond strength: demineralized dentin zone of the hybrid layer. *Dent.Mat.*, **16**: 406-411, 2000.
36. JAIN, P., et al. Effect of dentin desensitizers and dentin bonding agents on dentin permeability. *Am.J.Dent.*, **13**: 21-27, 2000.

37. JANG, K. T., Garcia-Godoy, F. Bond strength of single bottle adhesives. *J. Dent. Res.* 79: 374, 2000 [Abstract, 1842].
38. KANCA III, J. Effect of resin primer solvents and surface wetness on resin composite bond strength to dentin. *Am.J.Dent.*, v.5, n.4: 213-215, 1992.
39. KANCA III, J. Improving bond strength through acid etching of dentin and bonding to wet dentin surfaces. *J.Am.Dent.Assoc.*, v.123, n.9: 35-42, 1992.
40. KANCA III, J. One Step bond strenght to enamel and dentin. *Am. J. Dent.*, San Antônio, 10(1): 5-8, Feb. 1997.
41. KITASAKO, Y., et al. Monkey pulpal response and microtensile bond strength beneath a one-application resinbonding system in vivo. *J.Dent.*, 28: 193-198, 2000.
42. KOIBUCHI, H. et al. Bonding to dentin with a self-etching primer: the effect of smear layers. *Dent. Mat.*, 17: 122-126, 2001.
43. KONISHI, N et al. Dentin shear strenght: Effect of distance from pulp. *J.Dent.Res.*, Washington, 76: 188, 1997. [abstract, 1400].
44. LUCENA-MARTIN,C. et al. Study of Shear Bond Strength of Five One-Component Adhesives under Simulated Pulpal Pressure. *Op Dent.*, 24: 73-80, 1999.
45. MASON, P.N. et al. Shear bond strenght of four dentinal adhesives applied in vivo and in vitor. *J.Dent.*, 24: 217-222, 1996.

46. MAURO, S. J. Estudo da resistência de união ao cisalhamento, de diferentes sistemas adesivos à dentina. Efeito do condicionamento dentinário e concentrações ácidas. Araraquara, UNESP, 1997. 179p. Dissertação (Doutorado). Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista.
47. MIYAZAKI, M. et al. Influence of self-etching primer drying time on enamel bond strength of resin composites. *J. Dent.*, 27: 203-207, 1999.
48. MIYAZAKI, M., ONOSE, H., MOORE, B.K. Effect of operator variability on dentin bond strength of two-step bonding systems. *Am. J. Dent.*, 13: 101-104, 2000.
49. NAKAJIMA, M. et al. Bonding to caries-affected dentin using self-etching primers. *Am J Dent.*, 112: 309-314, 1999.
50. OGATA, M., et al. Effect of dentin primer application on regional bond strength to cervical wedge-shaped cavity walls. *Oper.Dent.*, 24: 81-88, 1999.
51. PASHLEY, D.H. & CARVALHO R. M. Dentine permeability and dentine adhesion. *J.Dent.*, Oxford, 25(5): 335-372, Dec. 1997.
52. PASHLEY, D.H. Clinical correlations of dentin structure and function. *J. Prosth. Dent.*, Saint Louis, 66(6): 777-781, Dec. 1991.
53. PASHLEY, D.H. et. al. Adhesion testing of dentin bonding agents: A review. *Dent. Mater*, Washington, 11(2): 1117-1125, Mar. 1995.
54. PASHLEY, D.H. et. al. Bond strength versus dentine structure: a modelling approach. *Archs Oral Biol.*, Oxford, 40(12): 1109 -1118, Dec. 1995.

55. PASHLEY, E. L. et. al. Bond strengths to superficial, intermediate and deep dentin in vivo with four dentin bonding systems. *Dent. Mater*, Washington, 9(1): 19-22, Jan. 1993.
56. PERDIGAO, J. , DENEHY, G. E. , SWIFT JR.,E. J. Effects of chlorhexidine on dentin surfaces and shear bond strengths. *Am. J. Dent.*, 7: 81-84, 1994.
57. PERDIGAO, J. et al. Effect of calcium removal on dentin bond strengths. *Quintessence Int.*, 32: 142-146, 2001.
58. PERDIGÃO, J. et al. Effects of a self-etching, primer on enamel shear bond strengths na SEM morphology. *Am.J.Dent.*, v.10, 141-146, 1997.
59. PERDIGAO, J. et al. Effects of repeated use on bond strengths of one-bottle adhesives. *Quintessence Int.*, 30: 819-823, 1999.
60. PERDIGÃO, J. et al. In vitro bond strengths and SEM evaluation of dentin bonding systems to different dentin substrates. *J. Dent. Res.*, 73(1): 44-55, 1994.
61. PERDIGAO, J. et al. The effect of depth of demineralization on bond strengths and morphology of the hybrid layer. *Oper. Dent.*, 25: 186-194, 2000.
62. PERDIGAO, J. et al. The effect of re-wetting agent on dentin bonding. *Den Mat.*, 15: 282-295, 1999.
63. PEREIRA, P. N. R. et al. Effect of intrinsic wetness and regional difference on dentin bond strength. *Den Mat.*, 15: 46-53, 1999.
64. PEUTZFELDT, A.; ASMUSSEN, E. Influence of eugenol-containing temporary cement on efficacy of dentin-bonding systems. *Eur J Oral Sci.*, 107:65-69, 1999.

65. PHRUKKANON, S., BURROW, M.F., TYAS, M.J. The effect of dentine location and tubule orientation on the bond strengths between resin and dentine. *J. Dent.*, 27: 265-274, 1999.
66. PRATI, C. et al. Correlation between bond strength of bonding agents and dentin conditions. *J. Dent. Res.*, v.72, sp.iss., p.386, 1993. (Abstract n. 2266).
67. PRATI, C. et al. Infiltrated dentin layer formation of new bonding systems. *Op.Dent.*, v. 23: 185-94, 1998.
68. PRATI, C. et al. Thickness and Morphology of Resin-infiltrated Dentin Layer in Young, Old, and Sclerotic Dentin. *Op Dent.*, 24: 66-72, 1999.
69. QUAGLIATTO P. S. et al. Shear bond strength to dentin of new one-bottle adhesives. *J. Dent. Res.*, 80: 195, 2001[Abstract,1278].
70. QUAGLIATTO, P. S. Amálgama adesivo, avaliação da resistência ao cisalhamento. Efeito de diferentes materiais adesivos intermediários. Araraquara, UNESP, 1998. 118p. Dissertação(Mestrado). Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista.
71. RETIEF, D. H. Standardizing laboratory adhesion tests. *Am. J. Dent.*, v.4, n.5:231-236, 1991.
72. RETIEF, D. H. et al. Phosphoric acid as a dentin etchant. *Am. J. Dent.*, v.5, n.1:24-28, 1992.
73. RETIEF, D. H., DENYS, F. R. Adhesion to enamel and dentin. *Am. J. Dent.*, v.2, sp.iss:133-144, 1989.

74. RETIEF, D. H., HASEGAWA, T., RUSSEL, C. Laboratory evaluation of the Scotchbond Multi-Purpose Restorative System. *J. Dent. Res.*, v.72, sp.iss., p.264, 1993. (Abstract n. 1287).
75. RITTER, A.V., et al. Effects of different re-wetting techniques on dentin shear bond strengths. *J. Esthet. Dent.* , 12: 85-96, 2000.
76. ROSA, B. T., et al. Shear bond strengths of one-bottle adhesives to oil-contaminated enamel. *J. Esthet. Dent.*, 12: 139-145, 2000.
77. ROSA, B. T., PERDIGAO, J. Bond strengths of nonrinsing adhesives. *Quintessence Int.* 31: 353-358, 2000.
78. SCHILTZ, Y., et al. Bond strength of single bottle adhesives to self-cured composites on dentin. *Bisco Reference Index*, 2000.
79. SCHNEIDER, B. T., et al. Dentin shear bond strength of compomers and composites. *Dent. Mat.*, 16: 15-19, 2000.
80. SCHREINER, R.; CHAPPELL, R; EICK, J. Microtensile testing of dentin adhesives. *Dent. Mater.*, Washington, **14**: 194-201, Jul 1998.
81. SHINCHI, M. J. et al. The effect of phosphoric acid concentration on resin tag length and bond strength of a photo-cure resin to acid-etched enamel. *Dent. Mat.*, 16: 324-329, 2000
82. STANFORD, J. W.; SABRI, Z.; JOSÉ, S. A comparison of the effectiveness of dentin bonding agents. *Int.Dent.J.*, Guildford, **35**(2): 139-144, Apr. 1985.

83. SWIFT Jr, E. J., CLOE, B. C. Shear bond strengths of new enamel etchants. *Am. J. Dent.*, v.6, n.3:162-164, 1993.
84. SWIFT Jr, E. J., PERDIGÃO, J.; HEYMANN. H. O. Bonding to enamel and dentin: A brief history and state of the art. 1995. *Quintessence Int.*, Berlin, **26**(2): 95-110. Feb. 1995.
85. SWIFT Jr., E. J.; TRIOLO Jr., P. T. Bond strengths of Scotchbond Multi-Purpose to moist dentin and enamel. *Am. J. Dent.*, v.5, n.6: 318-320, 1992.
86. TANUMIHARJA, M. et al. Microtensile bond strengths of dentin adhesive systems. *Dent. Mat.*, 16: 180-187, 2000.
87. TITLEY, K. et al. The composition and ultrastructure of resins tags in etched dentin. *Am J Dent.*, 8: 224-230, 1995.
88. TRIOLO Jr., P. T.; SWIFT Jr., E. J. Shear bond strengths of ten dentin adhesive systems. *Dent. Mater.*, v.8, n.6: 370-374, 1992.
89. TRIOLO, P. T.; SWIFT Jr., E. J.; BARKMEIER, W.W. Shear bond strengths of six current generation dentin adhesive systems. *J. Dent. Res.*, v.73, sp.iss., p.199, 1994.[Abstract , 777].
90. VAN MEERBEEK, B. et al. The clinical performance of adhesives. *J. Dent.*, 26: 1-20, 1998.
91. VAN NOORT, R. et al. A Critique of bond strength measurements. *J. Dent.*, Oxford, 17(2): 61-67, 1989.
92. WALSHAW, P. R., McCOMB, D. SEM evaluation of the resin-dentin interface with proprietary bonding agents in human subjects. *J. Dent. Res.*, v.73, n.5 :1079-1087, 1994.

93. WANG, Y., SUH, B. I. Effect of etching time on hybrid layer thickness and dentin shear bond strength. *Bisco Reference Index*, 2000.
94. WATANABE, I.; NAKABAYASHI, N.; PASHLEY, D. H. Bonding to ground dentin by a phenyl-P self-etching primer. *J. Dent. Res.*, Washington, 73(6): 1212-1220, jun.1994.
95. WHITE, C., et al. Pulpal response to adhesive resin systems applied to acid-etched vital dentin : Damp versus dry primer application. *Quintessence Int.*, v.25, n.4: 259-68, 1994.
96. YOSHIKAWA, T. et. al. Effect of C-factor and depth on bond strength to dentin. *J.Dent.Res.*, Washington, 76: 39, 1997. [abstract, 201].
97. YOSHIYAMA, M. , et al. Regional bond strengths of resins to human root dentine. *J. Dent.* 24: 435-442, 1996.
98. YUOSSEF, M. N. et al. Estudo comparativo de quatro filosofias adesivas quanto à penetração na dentina. *Revta. Ass. Paul. Cirurg. Dent.*, São Paulo, 52(3): 236-239, May/Jun. 1998.

# Resumo

Quagliatto, Paulo Sérgio. *Avaliação da resistência de união ao cisalhamento de diferentes sistemas adesivos à dentina. Análise em MEV do infiltrado resinoso*. Araraquara, 2001. 132p. Tese (Doutorado em Odontologia)–Faculdade de Odontologia, Câmpus Araraquara, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

Foi avaliada “in vitro” a resistência de união ao cisalhamento de seis sistemas adesivos à dentina, e também, análise microscópica (MEV) do infiltrado resinoso. Para tanto, noventa terceiros molares humanos, hígidos e erupcionados foram selecionados, sendo setenta e dois utilizados para os testes mecânicos e dezoito para análise microscópica. Inicialmente setenta e dois molares tiveram suas superfícies oclusais desgastadas, até completa eliminação do esmalte e total exposição da área dentinária, sendo incluídos em matriz bi-partida com gesso especial. Após a superfície dentinária ter sido submetida a ação de lixas d’água de granulação decrescente, os corpos de prova (doze por grupo) receberam de acordo com as recomendações dos fabricantes, a aplicação dos sistemas adesivos dentinários: **G<sub>1</sub>-SE BOND**; **G<sub>2</sub>- ABF BOND**; **G<sub>3</sub>- PRIME & BOND NT**; **G<sub>4</sub>- SINGLE-BOND**; **G<sub>5</sub>-TENURE QUICK FLUORIDE** e **G<sub>6</sub>-GLUMA CONFORT BOND DESSENSITIZER**; sendo posteriormente acoplados em Aparatus Ultradent que possui uma matriz de teflon com diâmetro de 2,35 mm de raio onde uma resina composta (P60-3M Dental Produc.) foi compactada pelo orifício da matriz e fotopolimerizada seguindo o protocolo do fabricante. Obteve-se assim um cilindro de resina composta que manteve-se aderido a superfície dentinária. Os corpos de prova foram submetidos a termociclagem (500x, 5-55°C), armazenados em água destilada a 37°C por 48 horas e fixados em máquina de ensaio universal Instron/MTS para os testes de cisalhamento. Os valores médios de resistência de união, em Mpa, para os grupos foram: **G<sub>1</sub> - 22.9 ± 4.3**; **G<sub>2</sub> - 23.9 ± 3.2**; **G<sub>3</sub> - 18.0 ± 2.2**; **G<sub>4</sub> - 25.0 ± 4.9**; **G<sub>5</sub> - 23.5 ± 4.7** e **G<sub>6</sub> - 22.7 ± 3.2**. ANOVA, a nível de significância  $p < 0.05$ , apresentou diferenças significantes. SNK para comparação entre os grupos mostrou diferenças significantes entre os grupos, 1 vs 3, 2 vs 3, 4 vs 3, 5 vs 3 e 6 vs 3. Para análise microscópica (MEV) os dezoito molares restantes tiveram suas superfícies oclusais desgastadas, sendo aplicados os mesmos sistemas adesivos/resina composta, submetidos a tratamento químico com glutaraldeído, ácido fosfórico 37%, NaOCl, HCL e inspecionados em microscópio JEOL (Model 840 A, Tokio-Japan). A avaliação microscópica mostrou presença de infiltrado resinoso em dentina para todos os sistemas adesivos testados, não

havendo correlação entre profundidade de penetração e resistência adesiva

# Abstract

## ***Resin-Infiltrated Dentin Layer Formation and Shear Bond Strength to Dentin of new Self-etching primer vs One-Bottle Adhesives.***

To evaluate the resin-dentin interfacial morphology and shear bond strength to dentin of several new self-etching primers and experimental dentin bonding systems and one-bottle enamel-dentin adhesives. Seventy-two healthy human molars were selected. Flat occlusal surfaces were made with a series of SiC paper into the superficial-to-middle dentin. The following groups were established (12 teeth per group): (G1) SE Bond; (G2) Experimental ABF Bond; (G3) Prime & Bond NT; (G4) Single-Bond; (G5) Tenure Quick F and (G6) Gluma Comfort Bond + Desensitizer. For all groups P60 (3M) resin-based composite was used. All adhesives were handled according to the manufacturers' instructions. Immediately after bonding, the specimens were stored in water for 48 hrs and then thermocycled (500x, 5-55°C). Specimens were sheared at a crosshead speed of 1 mm/min in an Instron / MTS machine. The results were analyzed with an ANOVA and Student-Newman-Keuls (SNK) test. All samples were treated with glutaraldehyde, 37% phosphoric acid, NaOCl, HCL, and gold-palladium to be inspected under SEM (Model 840A, JEOL). In MPa: (1)  $22.9 \pm 4.3$ ; (2)  $23.9 \pm 3.1$ ; (3)  $18.0 \pm 2.2$ ; (4)  $25.0 \pm 4.9$ ; (5)  $23.5 \pm 4.7$ ; (G6)  $22.7 \pm 3.2$ . ANOVA showed a statistically significant difference ( $P < 0.05$ ) among the groups. SNK test showed that groups 1 vs 3, 2 vs 3, 4 vs 3, 5 vs 3 and 6 vs 3 were statistically significantly different ( $P < 0.05$ ). SE Bond, Experimental ABF Bond, Single-Bond, Tenure Quick F and Gluma Comfort Bond + Desensitizer showed no significant differences among them, but were different from Prime-Bond NT. All adhesives systems produced resin-infiltrated dentin layer within intertubular dentin of resin tags by SEM. Bond strength did not correlate well with the thickness and morphology of resin-infiltrated dentin layer.